

Devoted to the memory of the
President of All-Union Hydrobiological
Society, academician Lev Alexandrovich
Zenkevich who was the initiator of the
organization of the *First Volga* conference.

USSR ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE FOR BIOLOGY OF INLAND WATERS
ALL-UNION HYDROBIOLOGICAL SOCIETY
USSR MINISTRY OF FISHERY ECONOMY
ICHTHYOLOGICAL COMMISSION

V O L G A - I

PROBLEMS OF STUDYING AND RATIONAL USE OF BIOLOGICAL
RESOURCES OF WATER BODIES

(The materials of the First conference on studying
water bodies of the Volga basin)

KUTBYSHEV PUBLISHING HOUSE
1971

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ
ВНУТРЕННИХ ВОД
ВСЕСОЮЗНОЕ
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЩЕСТВО

МИНИСТЕРСТВО
РЫБНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР
ИХТИОЛОГИЧЕСКАЯ
КОМИССИЯ

В О Л Г А - I

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

Материалы Первой конференции по изучению
водоемов бассейна Волги

КУПЬЯШЕВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1971

Сборник содержит материалы по проблемам гидробиологии, икhtiологии и использования биологических ресурсов водоемов бассейна Волги. Обсуждаются вопросы водного режима и санитарного состояния, кормовой базы и рыбных запасов.

Рассчитан на работников научно-исследовательских учреждений, преподавателей и студентов высших учебных заведений, а также на широкий круг специалистов различных ведомств, связанных с использованием водных и биологических ресурсов водоемов.

The collection contains materials on problems of hydrobiology, ichthyology and use of the biological resources of water bodies of the Volga basin. The questions of water regime and sanitary state, of fodder base and fishery supply are discussed.

It will be of interest for the workers of research institutes, for teachers and students of higher educational institutions and also for a wide circle of specialists of different departments, connected with the use of water and biological resources of water bodies.

Ответственным редактор **Н. А. Дзюбан**

Редакционная коллегия

**Л. С. Бердичевский, Ф. К. Гавлена,
С. М. Ляхов, П. Л. Пирожников,
Н. Ю. Соколова, М. А. Фортунатов,
И. В. Шаронов**

Editor in chief **N. A. Dzjuban**

Editorial board

**L. S. Berdichevsky, F. K. Havlena,
S. M. Ljakhov, P. L. Pirozhnikov,
N. J. Sokolova, M. A. Fortunatov,
I. V. Sharonov**

(Великая русская река Волга принадлежит к крупнейшим рекам земного шара и является самой большой в Европе. В ее бассейне, занимающем огромную площадь, проживает около четверти населения СССР и почти половина населения РСФСР. В бассейне Волги расположены Московский, Уральский и другие крупные промышленные центры. Неотенно значение Волги как источника воды для многомиллионного населения и для различных отраслей хозяйственной деятельности страны. Все это подчеркивает необходимость осуществления самых решительных и срочных мер сохранения Волги для обеспечения планов дальнейшего всеобщего развития нашей Родины.)

Глубокие изменения гидрологического и биологического режима Волги в связи с превращением ее в каскад водохранилищ поставили новые сложные задачи перед наукой и практикой. Для их решения был создан ряд научно-исследовательских учреждений: Институт биологии внутренних вод АН СССР с его Куйбышевской станцией, ЦНИОРХ, а также ряд гидрометеорологических: выросли старые и созданы новые отделения Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. Этими и другими научными учреждениями и вузами проведены значительные работы по гидрологии, гидрхимии, планктону, бентосу и по рыбохозяйственным вопросам отдельных волжских и камских водохранилищ, а также по дельте Волги.)

С целью подведения итогов исследований и разработки конкретных решений по современным проблемам гидробиологии и ихтиологии была созвана Перлая конференция по изучению водоемов бассейна Волги — «Волга-1», которая проходила в городе Тольятти 2 — 8 сентября 1968 года.

Конференция прошла живо, интересно и дискуссионно. В докладах были высказаны различные, иногда и противоположные точки зрения по некоторым вопросам продуктивности водоемов бассейна.

Настоящий сборник содержит не все доклады, заслушанные на конференции, часть их опубликована в других изданиях.

Сборник показывает, что в бассейне Волги проводятся большие и разносторонние научно-исследовательские работы, результаты которых позволяют решить целый ряд вопросов, имеющих важное практическое значение. Вместе с тем конференция отметила недостаточность исследований по ряду направлений, в частности по проблемам чистой воды и особенно биологической продуктивности водоемов.

Конференция подчеркнула необходимость дальнейшего расширения и углубления научно-исследовательских работ как в теоретическом, так и в практическом направлении.

Редакционная коллегия

ПРИВЕТСТВИЕ УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ

Н. Х. Оболенков

(Секретарь Тольяттинского горкома КПСС)

Бюро городского комитета КПСС и исполком Совета депутатов трудящихся города Тольятти рады приветствовать волгарей и гостей, собравшихся на конференцию, посвященную дальнейшим заботам о нашей Волге.

Город, в котором вы собрались, старый и в то же время молодой. Со времени основания на Волге города Ставрополя, ныне Тольятти, прошло 230 лет. Новому городу — 15 лет. Всего лишь 20 лет назад здесь было только 11 тыс. жителей. Волгею Коммунистической партии и советского правительства за этот небольшой срок Тольятти вырос в один из крупнейших городов Поволжья.

В настоящее время Тольятти — город большой химии, цементного машиностроения, электротехнической промышленности, крупной строительной индустрии. Население его быстро растет и составляет сейчас 200 тыс. человек. Тольятти — также город науки. В нем работают Всесоюзный научно-исследовательский институт нерудных строительных материалов и Всесоюзный научно-исследовательский институт цементного машиностроения. В 1967 году открыт Тольяттинский политехнический институт, в котором 5 факультетов, 24 кафедры и 5000 студентов.

Станция Института биологии внутренних вод АН СССР — небольшое, но достаточно авторитетное исследовательское учреждение, награжденное в 1967 году на юбилейной Выставке достижений народного хозяйства дипломом первой степени. Свидетельством зрелости этого учреждения является и тот факт, что его коллективу доверили организацию и проведение столь большого и ответственного совещания — Первой научной конференции по Волге.

В 1966 году ЦК КПСС и Совет Министров приняли решение о строительстве в Тольятти крупнейшего в стране, а также в Европе, автомобильного завода. Появисто, что без Волги как транспортной артерии и поставщика чистой воды строительство завода в нашем городе было бы невозможно. На конец пятилетия и с пуском первой очереди автозавода объем промышленной продукции, выпускаемой в городе, составит 1 млрд. рублей. С ростом промышленности будет расти и город, расположенный в чудесном уголке природы на Волге, у знаменитых Ижигудей. Будет развиваться и благоустраиваться существующая часть, с которой мы знакомимесь. В настоящее время начато строительство нового района города. Это эталон современного градостроительства.

Тольятти — город молодой, средний возраст его жителей — всего 26 лет. Тольятти — город спорта и здоровья. Это девиз нашей общности, всех жителей.

Общественность города понимает и высоко ценит актуальность наших задач и ваших планов, направленных на заботу о великой русской реке.

Трудно переоценить значение усилий, предпринимаемых для сохранения водоемов бассейна Волги, — это грандиозная народно-хозяйственная и научная задача.

Волга — это огромные водные ресурсы, необходимые для быта и промышленности.

Волга — это жизнь большого края с многочисленным населением, и было бы преступно не заботиться о сохранности водных ресурсов ее бассейна.

Волга — поставщица рыбы, и мы многого ожидаем в этом отношении от вашей конференции. Надо вернуть Волге ее былую рыбную славу.

С Волгой у русского народа связано многое. Это волжская воляница Степана Разина и Емельяна Пугачева, это стоны бурлаков и революционные выступления волжан, это и разгром немцев под Сталинградом в Великой Отечественной войне — начало конца немецко-фашистского иго над нашей страной.

Волга и волжари всегда играли большую роль в развитии русской культуры, искусства и науки. С ней связаны имена Горького и Шаламова, создателя неевклидовой геометрии Лобачевского, русского революционного демократа Чернышевского и многих других.

Волга — родина великого Ленина. В этих краях родился, рос и мужал вождь и учитель всемирного пролетариата, имя которого будет вечно жить в памяти человечества.

Наша страна, весь мир готовится торжественно отметить 100-летие со дня рождения Владимира Ильича. Трудящиеся берут высокие трудовые обязательства в честь этой знаменательной даты. И настоящая конференция, проходящая под девизом: «Быть Волге чистой, рыбной и красивой», является вкладом в это всенародное движение.

Еще раз приветствую вас от имени всей общественности нашего города и желаю вам успешной работы.

I. ГИДРОЛОГИЯ, ГИДРОХИМИЯ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ИЗУЧЕНИЯ ВОЛГИ И ВОДОЕМОВ ВОЛЖСКОГО БАСЕЙНА

М. А. Фортунатов

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

Наступает завершающий этап строительства Волжско-Камского каскада — строятся Нижнекамская плотина и начаты подготовительные работы для сооружения Чебоксарского гидроузла. После заполнения водохранилищ, которые образуются выше этих плотин, все течение Волги от Калининграда до Волгограда и Камы, от устья реки Вишеры до впадения в Куйбышевское водохранилище превратится в силтоплой каскад водохранилищ с объединенной системой регулирования.

Считаем своевременным на Первой конференции, посвященной Волге, привести краткие сведения по гидрографии ее низменнейшего бассейна, а также остановиться на некоторых актуальных проблемах, связанных с изучением и освоением водоемов и водных ресурсов Поволжья.

Основное внимание в данной работе уделено вопросам, связанным с изучением Волги и Волжской ветви каскада. Сведения о Каме, Камской ветви каскада и Оке приводятся частично только для сравнения, пояснения и заполнения сводных таблиц по всему Волжско-Камскому каскаду

* * *

В свое время было предложено несколько схем деления течения Волги и ее бассейна на районы и участки. Наиболее обоснованной мы считаем схему, которой придерживались А. Л. Бенинг (1924), Л. Л. Россолимо (1952) и А. А. Соколов (1964). До образования каскада эти авторы Верхней Волгой называли участки от истока до устья реки Шексны, Средней — между устьями Шексны и Камы, Нижней — ниже устья Камы.]

В настоящее время Кама, точнее, Камская ветвь каскада, впадает в Куйбышевское водохранилище у Чистополя. Проводить границу между средней и нижней частями каскада в середине водохранилища неудобно и иррационально. Поэтому мы предлагаем считать границей Средней и Нижней Волги Волжскую плотину имени Ленина, замыкающую Куйбышевское водохранилище. Это тем более удобно, что новый рубеж почти совпадает с границей лесостепной и степной географических зон Заволжья.

Граница между Верхней и Средней Волгой после образования каскада, на наш взгляд, должна остаться прежней: у устья реки Шексны, где теперь находится плотина Рыбинского гидроузла.

Сведения, приведенные в табл. 1 и 2, заимствованы из наиболее современного источника, опубликованного гидрометеорологической службой СССР в 1966 и 1967 годах, — серии «Основные гидрологические характеристики». Эти сведения не вполне совпадают с данными, опубликованными в курсах гидрографии и многих работах, поскольку длина Волги и ее отдельных участков изменилась после заполнения водохранилищ Волжско-Камского каскада.

Таблица 1

Длина по руслу и площадь водосбора основных районов Волги

Район Волги	Длина русла (км)	Площадь водосбора		Примечание
		тыс. км ²	%	
Верхняя Волга	807	150	11,0	Включая водосбор Шекснин
Средняя Волга	1253	1060	78,0	Включая водосборы Оки и Камы
Нижняя Волга	1470	150	11,0	
ИТОГО	3530	1360	100	

Источники и примечания: Основные гидрологические характеристики, тт. 10, 11, 12, 1960—1967. Площадь водосбора Оки 245 тыс. км², Камы выше устья — 522 тыс. км², Камы выше Чистоволя — 518 тыс. км², Верхняя Волга считалась выше Рыбинского гидроузла, Нижняя Волга — ниже Куйбышевского гидроузла.

Таблица 2

Расстояния от устья Волги, площади водосбора и средние расходы воды

Пункты наблюдений и замеров	Расстояние от устья (км)	Площадь водосбора (тыс. км ²)	Средний многолетний расход воды (м ³ /сек)	Годы наблюдений
Исток Волги	3530	—	—	—
Верхневожжский бейшлот	3420	3,5	29,8	1881—1962
Ржев	3267	12,0	163	—
Калинин	3085	24,9	182	1881—1936
Устье Шоши	3025	38,0	301	1881—1935
Иваньковский гидроузел	2971	41,0	262	1937—1962
Угличский гидроузел	2834	60,0	390	1942—1962
Рыбинский гидроузел	2723	150,0	1020	1941—1962
Горьковский гидроузел	2288	229,0	1590	1956—1962
Ока	1480	245,0	1200	По Соколову
Горький. Волга ниже устья Оки	2229	479,0	2870	1877—1940
„	2229	479,0	2760	1942—1955
„	2229	479,0	(3000)	1956—1962
Чебоксары	1961	604,0	3550	Основные гидролог. характер. 1947—1956
Волга ниже Чебоксар (Пихтулино)	1954	604,0	(3200)	1959—1960
Волга выше устья Камы	1759	651,0	3750	По Соколову
Кама до зарегулирования	2300	522,0	3800	По Соколову
Кама после зарегулирования	1805	516,0	—	—
Волга у Тетишей	1704	1180,0	6890	1936—1955
Куйбышевский гидроузел	1470	1210,0	—	—
Поляна им. Фрунзе	1413	1220,0	7740	1877—1955
Балаково	1129	1290,0	(7760)	1956—1962
Дубовка	632	1360,0	7440	1936—1955
Волгоград	586	1360,0	8380	1879—1955
Верхнедубяжские	156	1360,0	7300	1938—1955
Астрахань	101	1360,0	—	—
Волга у устья	—	1360,0	—	—

Примечания: Основные источники те же, что в табл. 1. Дополнительные сведения по А. А. Соколову — Гидрография СССР, 1964. Расстояние от истока Волги до Верхневожжского бейшлота 103 км. В скобках указаны средние расходы, вычисленные на основании рядов менее 10 лет.

Основная часть водосбора Волги (78%) приходится на бассейн Средней Волги, в пределах которого в нее впадают Ока и Кама. Водосбор Средней Волги без бассейнов Оки и Камы равен 293 тыс. км², что составляет 21,5% общего бассейна Волги. Необходимо отметить, что площади водосборов Верхней и Нижней Волги равны между собой. Каждая из них составляет 11% всего водосбора (табл. 2).

• • •

Волга пересекает несколько географических зон: лесную, лесостепную, степную, зону полупустыни и впадает в Каспийское море в пределах зоны пустыни (Физико-географическое районирование СССР, 1967).

Источники Волги, Верхневолжское водохранилище, пеларегулированные участки между бейшлотом и Иваницким водохранилищем расположены в лесной зоне, в северной части подзоны смешанных хвойно-широколиственных лесов. В этой же подзоне лежат два верхних водохранилища Волжского каскада — Иваницкое и Угличское.

Рыбинское и большая часть Горьковского водохранилища расположены в подзоне южной тайги. В этой же подзоне находятся Вышневолоцкое и Шекснинское водохранилища. Их воды также сбрасываются в бассейн Верхней Волги. Поэтому названные водохранилища должны рассматриваться неразрывно с другими звеньями Волжского каскада.

Нижняя часть Горьковского водохранилища, нерегулируемые участки Волги между Городцом и Чебоксарами и верхняя часть Куйбышевского водохранилища (вплоть до Казани) находятся в пределах подзоны смешанных хвойно-широколиственных лесов.

Ниже Казани Волжский каскад пересекает зону лесостепи. На левом заволжском берегу южная граница лесостепи проходит по течению рек Сока и Самары, которые впадают в Волгу немного ниже Куйбышевского гидроузла. Вдоль правого пограничного берега Волги лесостепь простирается к югу почти до Саратова (точнее, до села Чардым и устья реки Терешки).

Граница зоны степей и полупустыни на левом берегу проводится по руслу реки Еруслава, а на правом — немного южнее Волгограда — по Волго-Донскому каналу.

Зоны полупустыни и пустыни Волга пересекает по обширной Волго-Ахтубинской пойме, которая, согласно физико-географическому районированию, выделяется в качестве самостоятельной провинции, входящей в зону полупустыни. В пределах зоны полупустыни к западу от поймы расположена Сарпинская провинция, а к востоку — Волго-Уральская. В пределах зоны пустыни пойма на западе граничит с Черноземельской, а на востоке — с Каспийской провинцией (Физико-географическое районирование СССР, 1967).

• • •

Еще совсем недавно, каких-нибудь сорок — пятьдесят лет назад степень актуальности водной проблемы в бассейне Волги была несравненно меньшей, чем в настоящее время. Острый недостаток воды всегда ощущался в районах Нижнего Поволжья, расположенных в зонах полупустыни и пустыни в условиях аридного климата. Кроме Волго-Ахтубинской поймы и узкой полосы, непосредственно прилегающей к Волге, в этих районах всегда было трудно обеспечить водоснабжение поселков и орошение приусадебных участков. Посевы зерновых и других сельскохозяйственных культур очень часто страдали от засух.

Технические возможности промышленности и общий экономический уровень народного хозяйства страны в первой четверти текущего века делали нерезальным в то время развитие массовых ирригационных работ в Нижнем Поволжье.

После завершения строительства Волжско-Камского каскада положение резко изменилось. При проектировании Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ предусматривалась возможность использования части воды, аккумулированной в этих водоемах, для орошения заводских степей. Проекты предусматривали орошение 2,5 млн. га полевых площадей (Михайлов, 1968), а в более отдаленной перспективе — 4 млн. га (Вендров, Гангардт и другие, 1964).

В бассейне Верхней Волги, хотя он находится в полосе избыточного увлажнения, недостаток воды ощущался с давних пор в период летней межени, когда мелели реки и прекращалось судоходство в их верховьях. До начала тридцатых годов текущего века гидротехнические работы в бассейне Верхней Волги ограничивались шлюзованием рек, а также частичной реконструкцией небольших каналов, построенных еще в прошлом столетии.

В верховье Волги в 1843 году была построена регулирующая плотина, названная Верхневолжским бейшлотом, выше которой было создано большое водохранилище, поддерживающее судоходство на Верхней Волге. Кроме того, на водоразделе между Каспийским и Балтийским морями еще в начале XVIII столетия создано Вышневолоцкое водохранилище, которое обеспечивало судоходство по Тверце и Мсте.

Немного позднее был зарегулирован сток Белого озера для нужд Мариинской судоходной системы. В настоящее время Белое озеро стало одним из плесов Шекснинского водохранилища, через которое пролегает глубоководный Волго-Балтийский путь.

Зарегулировано было и Кубенское озеро в верховьях реки Сухони, через которое проходит водный путь, связывающий бассейн Волги с бассейном Белого моря.

В восточной части Волжского бассейна, на западном склоне Урала и в Приуралье еще в конце XVIII столетия было заполнено несколько десятков заводских прудов. Некоторые из них по емкости, площади зеркала и устройству регулирующих сооружений бесспорно следует считать водохранилищами. Они обеспечивают техническое водоснабжение многих уральских заводов.

* * *

Проблема чистой воды как вопроса, актуального для всего бассейна, в Поволжье до последнего времени вообще не существовало. Сильно загрязнены были только отдельные небольшие реки на участках ниже многолюдных городов, например, Москва-река ниже Москвы, Упа ниже Тулы, Уводь ниже Иванова, а также речки, протекающие в районах, где существовали предприятия химической промышленности.

Нефтяная и целлюлозная промышленность, которая особенно сильно загрязняет воды в Волжском бассейне, в то время не была развита.

Водоснабжению больших приволжских городов, население которых и до второй мировой войны насчитывало сотни тысяч жителей, сравнительно легко удовлетворялось использованием артезианских вод, частично смешиваемых с речной водой. Вода Верхней и отчасти Средней Волги до второй мировой войны была настолько чистой, что при ее использовании для централизованного водоснабжения в большинстве случаев требовались только сравнительно несложная обработка и фильтрация. Основным недостатком верхневолжской воды была и остается высокая сте-

пень окрашенности, обусловленная гумусными веществами, поступающими в Волгу из болот и заболоченных лесов.

За последние 20—30 лет положение резко изменилось. В настоящее время численность населения, проживающего в бассейне Волги, достигла 70 млн. человек. Здесь производится более трети промышленной продукции и более трети электроэнергии, вырабатываемой во всем Советском Союзе.

Суммарный грузооборот по Волжско-Камскому водному пути за период с 1940 по 1965 год увеличился в три с половиной раза (Елохин и Горюнова, 1968). Значительную долю в нем составляет транспортировка нефтепродуктов на наливных судах. В бассейне Волги сформировалось несколько крупных промышленных районов: в северо-западной части — Подмосковный, в центральной и южной — Поволжский, в восточной — Приуральский.

В бассейне Камы и ее притоков выросла грандиозная по своим масштабам нефтяная и нефтеперерабатывающая промышленность. Нефтяные промыслы есть на берегу Волги в Икигулях и в окрестностях гор. Кушбашева. Многие районы Волжского бассейна стали центрами различных отраслей химической промышленности.

В пределах Волжского бассейна сформировалась многолюдная конурбация Москвы, окруженной городами-спутниками и многочисленными промышленными поселками с суммарной численностью населения около 8 млн. жителей.

Чтобы полностью удовлетворить потребность в воде такой конурбации, исходя из норм, рекомендуемых директивными органами СССР, — по 0,5 м³ воды в сутки на человека, требуется 4 млн. м³ в сутки, или почти 1,5 км³ воды в год.

Для сравнения укажем, что средний многолетний расход воды Москвы-реки у Бабьегородской плотины до проведения канала имени Москвы равнялся 54,6 м³/сек (Основные гидрологические характеристики, 1967) с колебаниями от 21,9 м³/сек в маловодные годы до 105 м³/сек в многоводные. В меженный период средние месячные расходы в некоторые годы здесь понижались до 8—10 м³/сек, что соответствует объему воды 733—864 тыс. м³ в сутки. Таким образом, современное население московской конурбации потребляет в сутки в четыре с половиной раза больше воды, чем пела Москва-река во время межени и маловодные годы.

Только переброска волжской воды по каналу имени Москвы и аккумуляция весеннего половодья в водохранилищах, расположенных в верхней части бассейна Москвы-реки, делают возможным существование колоссальной московской конурбации в течение ближайшего десятилетия.

Дальнейшее развитие гор. Москвы и прилегающих городов-спутников в сравнительно недалеком будущем потребует осуществления новых работ по переброске воды из рек и озер северной и северо-западных частей Русской равнины в пределы Подмосковья и далее к югу (Вендров, Гапгард и др., 1964).

• • •

Нет сомнения в том, что в ближайшем будущем водоснабжение городов, поселков и промышленных предприятий станет основной формой эксплуатации многих, а в более отдаленном будущем большинства водохранилищ. Удельный вес использования рек и водохранилищ для выработки гидравлической энергии в дальнейшем будет снижаться, во первых потому, что основные ресурсы в равнинной части СССР уже использованы, во вторых, потому, что место гидравлических станций для покрытия пиковых нагрузок частично займут атомные и газотурбинные

Использование рек и водохранилищ для водного транспорта еще долгое время будет повышаться, но его относительная роль по мере развития автотранспорта и воздушных перевозок тоже постепенно должна снизиться.

Потенциальные возможности роста использования водохранилищ и других внутренних водоемов для рыбного хозяйства бесспорно есть, но их масштаб неизмеримо меньше, чем использование воды с целью коммунально-бытового и технического водоснабжения.

В пределах бассейна Волги и в смежных районах РСФСР и Украины особенно напряженное состояние водохозяйственного баланса, недостаток чистой воды ощущается в заволжских степях, в Центральном черноземном районе и в Донбассе. Водоснабжение, обводнение и орошение заволжских степей станет возможным только после переброски в Волгу части воды Печоры и Вычегды (Вендров, Гангардт и др., 1964).

Переброска воды в центральные черноземные области и далее к югу возможна только из рек северных и северо-западных районов Русской равнины через Верхнее Поволжье и Подмоскovie.

Гигантские работы по реконструкции гидрографической сети, перестройка водохозяйственного баланса, переброска воды из одной географической зоны в другую, создание новых искусственных водоемов и изменение режима существующих ставят перед наукой новые требования.

Чрезвычайно важно, чтобы в разработке проектов переброски больших объемов воды из одной географической зоны в другую принимали участие не только гидротехники и экономисты, но также и лимнологи как специалисты по комплексному изучению водоемов. При этом необходимо совместное участие лимнологов гидробиологического и гидрохимического профиля. Особенно важно, чтобы в составлении прогнозов принимали участие лимнологи, специализирующиеся в области ландшафтной экологии.

В настоящее время методика гидрологических расчетов и прогнозов достигла высокого уровня преимущественно в области прогнозирования количества воды. Неизмеримо хуже разработаны вопросы, связанные с прогнозом качественных показателей. Относительные успехи в этой области достигнуты только в расчетах солевого состава новых водоемов (Бочков, 1959; Кривенцов, 1966).

До настоящего времени еще не разработана методика прогноза таких компонентов качества воды, как состав растворенного в воде органического вещества, прозрачность, мутность, запах и вкус. Между тем, при оценке качества питьевой воды эти свойства играют очень важную роль.

В методике прогнозирования качества воды существуют два основных пути: математическое моделирование проектируемых водоемов с последующей обработкой исходной информации за долгие периоды на электронных вычислительных машинах и применение метода аналогии, основанное на разработке типологии водоемов. Оба эти метода не исключают, а должны взаимно дополнять друг друга.

Второй путь, который тесно связан с этим разделом лимнологии, следует называть ландшафтной экологией. С позиций этой дисциплины постараться сформулировать и перечислить несколько вопросов, изучение которых наиболее актуально в различных частях Волжского бассейна.

При изучении как отдельных водохранилищ, так и целых каскадов необходимо учитывать взаимодействие и взаимосвязь факторов и процессов зональных, аazonальных и интерональных. Само по себе водохранилище — явление аazonальное. Водохранилище можно создать в любой географической зоне в зависимости от потребности в создании запаса аккумулированной воды. В то же время на формирование облика созданного водоема влияют все три интегрирующих фактора, под воздействием которых создаются географические комплексы (Муравьевский, 1948). Из

ных климат — ярко выраженный зональный (или поясной) фактор, рельеф — аazonальный, а сток — смешанный, обладающий как зональными, так и аazonальными чертами.

При изучении каскадов, пересекающих несколько географических зон, в том числе Волжского каскада, особое внимание следует уделять интeрзональным процессам (Фортунатов, 1959). Примером интeрзонального процесса можно считать трансформацию водных масс, сформировавшихся в одной зоне, при их вторжении в пределы смежной зоны.

Так, водные массы интенсивно окрашенной воды, сформировавшиеся в подзоне тайги в верхних ярусах Волжского каскада, внедряются в смежную зону лесостепи, а далее — в степную. По пути воды видоизменяются и постепенно обесцвечиваются под воздействием новых условий.

Понимание специфики интeрзональных процессов становится особенно актуальной задачей при прогнозировании изменений, которые произойдут с водой, перебрасываемой из рек и озер северной части Русской равнины в центральные области по системе каналов и искусственных водоемов через Верхнее Поволжье и Подмоскowie.

Пристального внимания заслуживает изучение противоречий, которые возникают между централизованным водоснабжением и интенсивными формами рыбного хозяйства в водоемах. Речь идет о хозяйствах, которые применяют удобрение водоемов и подкармливают рыбу в прудах и садах. Эвтрофикация таких водоемов значительно повышает их оценку как источников коммунального водоснабжения.

Исключительно большое и теоретическое, и практическое народнохозяйственное значение имеет изучение круговорота веществ, процессов продуцирования и деструкции органического вещества в тех водоемах, в которые сбрасываются сильно подогретые воды. Эти вопросы должны внимательно изучаться в водохранилищах Волжского каскада и в водоемах-охладителях, расположенных в различных географических зонах Волжского бассейна. Большие работы по этому вопросу развернуты в Ивановском водохранилище в районе Коонаковской ТЭС (Буторин, Курдяпа, 1968).

• • •

Ландшафтно-экологический подход к изучению водохранилищ Волжского каскада и других водоемов бассейна Волги чрезвычайно важен для решения таких вопросов, как биопитровка, таксация и мелпорация водоемов.

Биопитровка водоема может производиться в интересах различных отраслей народного хозяйства и культурно-бытового использования. Приведем несколько примеров специфических требований к качеству воды, которые предъявляются различными отраслями народного хозяйства.

Массовое развитие синезеленых водорослей, называемое «цветением» воды, является крупным недостатком при оценке водоема как источника централизованного водоснабжения и как рекреационного уголка для культурно-бытового использования.

И наоборот, в водоемах, вода которых используется для орошения, аккумуляция азота некоторыми видами синезеленых водорослей является положительным фактором (Штапа, 1965). Обилие водорослей в поливной воде способствует повышению урожаев поливных культур.

С точки зрения рыбохозяйственных организаций главным достоинством водоема определяется возможность получать с каждого гектара подного зеркала по возможности больше и устойчивые уловы наиболее ценных промысловых рыб. Обилие окуня в водоеме при рыбохозяйственной биопитровке является безразличным или даже отрицательным показателем.

Совершенно новую оценку получит тот же водоем при его использовании как рекреационного угодья для спортивного лова. В данном случае обилие окуня будет оцениваться выше, чем многих других видов промысловых рыб, хуже ловящихся на удочку.

Необходимо отметить, что до настоящего времени очень плохо разработаны вопросы бонитировки, таксации и мелiorации водохранилищ и других внутренних водоемов и водотоков в интересах различных отраслей народного хозяйства.

Довольно многочисленные работы опубликованы только по вопросам рыбохозяйственной бонитировки, таксации и мелiorации небольших озер (Сомов, 1920; Черкас, 1950), а также дельтовых водоемов. Имеются работы, посвященные мелiorации рыбохозяйственных угодий в дельте Волги (Скориков, 1915; Березовский, 1935) и в дельтах рек других бассейнов (Троицкий, 1930; Фортунатов и Эдлингер, 1949).

Работы, посвященные комплексной многоотраслевой бонитировке и мелiorации, совсем не появлялись ни в отечественной, ни в зарубежной литературе. Чрезвычайно важно в ближайшее время направить внимание исследователей на освещение вопроса о мероприятиях по преодолению противоречий отдельных ведомств при эксплуатации водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бензинг А. Л., 1924 К изучению придонной жизни Волги. Саратов.
- Бочков Н. М., 1959. Основные положения методики прогнозов качества воды в водохранилищах. Тр. III Всесоюз. гидрог. съезда, т. X, Л.
- Буторин Н. В., Курдяна Т. Н., 1968. Исследование температурных условий Иваньковского водохранилища в зоне влияния подогретых вод Конаковской ТЭС. 1-я конф. по изуч. водосм. бас. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Вендров С. Л., Гангардт Г. Г., Гейлер С. Ю., Коренистов Л. В., Саруханов Г. Л., 1964. Проблема преобразования и использования водных ресурсов Волги и Каспия. Современные проблемы физической географии. Матер. к IV съезду Географ. общ. СССР. Симпозиум «А», изд. Географ. общ. СССР, Л.
- Елохин Е. А., Горюлева Л. Г., 1968. Народнохозяйственное значение водохозяйственного строительства в Волжско-Каспийском бассейне. Бюлл. по вод. хоз., № 3. Совет экономической взаимопомощи. М.
- Кравченко М. И., 1966. К вопросу о прогнозировании минерализации и химического состава воды водохранилищ. Гидрохим. матер., т. XIII, Л.
- Михайлов А. В., 1968. Волжский бассейн и использование его водных ресурсов. Бюлл. по вод. хоз., № 3. Совет экономической взаимопомощи. М.
- Муравейский С. Д., 1948. Роль географических факторов в формировании географических комплексов. Вопр. географ., сб. 9.
- Расселимо Л. Л., 1952. Очерки по географии внутренних вод СССР. М.
- Скориков А. В., 1915. Ильяма и мелiorация в дельте р. Волги. Матер. к позн. русск. рыболов., т. IV, вып. 4.
- Соболев А. А., 1964. Гидрография СССР. Гидрометеопатд. Л.
- Сомов М. П., 1920. Основы рыболовной таксации озерных угодий. Изв. отд. рыболов. и научн. промысл. послед., т. 1, вып. 2. Петроград.
- Троицкий С. К., 1930. Рыбохозяйственная мелiorация кубанских лиманов Азовского бассейна. Тр. Азово-Черномор. научн. рыболов. ст., в. 6.
- Физико-географическое районирование СССР, 1967. Карта под редакцией Н. А. Гвоздецкого. Изд. ГУГК, М.
- Фортунатов А. М., Эдлингер Ю. В., 1949. Рыбохозяйственная мелiorация и мелиорация дельты Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи. Рыбн. хоз., № 8.
- Фортунатов А. М., 1959. Принципы зональности в типологии и значении чистоты и прозрачности воды при классификации водоемов и прогнозирования их режима XIII Всесоюз. гидрохим. совещ. (тез. докл.). Новочеркасск.
- Черкас Б. И., 1950. Рыболовство в естественных водоемах. Пищевиниздат, М.
- Штипа Л. А., 1965. Адаптация и развитие улитки в естественных водоемах. (Сб. Зоология и физиология сине-зеленых водорослей. Изд. «Наука», М. Л.).

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВОЛЖСКОГО КАСКАДА

И. В. Буторни

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

В период бурного развития человеческого общества быстро увеличивается влияние антропогенных факторов на развитие естественных природных процессов. Область вмешательства человека в естественный ход их непрерывно расширяется.

Наиболее заметные изменения географической среды происходят под влиянием различных инженерных сооружений и прежде всего гидроэлектростанций. В результате гидротехнического строительства образуются водохранилища, основное назначение которых — регулирование стока. При решении этой задачи водохранилища меняют режим не только отдельных рек, но целых речных систем и оказывают существенное влияние на ход природных процессов окружающей территории.

Искусственные водоемы существенно отличаются не только от рек, но и от озер с их устойчивым расчленением водной толщи и закономерно меняющейся циркуляцией. Возможность регулирования интенсивности водообмена обуславливает целый ряд своеобразных черт, присущих водохранилищам. Это прежде всего своеобразие водного баланса этих водоемов и гетерогенность водных масс. Исследованию особенностей гидрологических процессов в водохранилищах речного и озерного типа на примере Волжского каскада и посвящена данная работа.

Волга является классическим примером регулирования стока большой равнинной реки каскадом водохранилищ. Первое из них — Верхневолжский бейшлот — существует уже более 100 лет. В настоящее время Волжский каскад, помимо бейшлота, состоит из 7 водохранилищ: Ивановского, Угличского, Рыбинского, Горьковского, Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского.

Создание водохранилищ привело к тому, что на участках и юпе расчленения подпора и в нижних бьефах гидросооружений новыми стали условия прохождения наводков, скорости течения, уровенный, волновой, температурный и ледовый режимы.

В результате затопления русловых и пойменных участков реки, а в отдельных случаях и частично коренных склонов долины образовались водоемы необычной конфигурации с очень сложным рельефом дна (рис. 1). Морфометрические особенности отдельных водохранилищ оказывают существенное влияние на все элементы гидрологического режима.

Весьма смутную картину представляет собой грунтово-комплекс водохранилищ, который определяется прежде всего почвенным покровом затопленной территории. Основным фактором образования грунтов в этих водоемах является гидродинамическая активность, определяемая морфометрией водоема, гидрометеорологическим режимом и характером регулирования стока (Курдин, 1959).

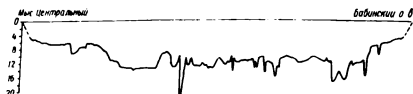


Рис. 1. Профиль для Рыбинского водохранилища на разрезе Центральные мыс - Бабинский остров

Одним из основных факторов, обуславливающих особенности гидрологического режима водохранилищ и их трофику, является водный баланс. Наполнение и питание волжских водохранилищ происходит за счет стока Волги и ее боковых притоков. В расходной части водного баланса преобладает суммарный сброс через сооружения гидроузлов.

Общее представление о динамике основных элементов водного баланса по сезонам года без учета образования и таяния льда на примере Рыбинского водохранилища дает рис. 2. Как видно на рис. 2, увеличение объема водной массы в водохранилище весной происходит в основном за

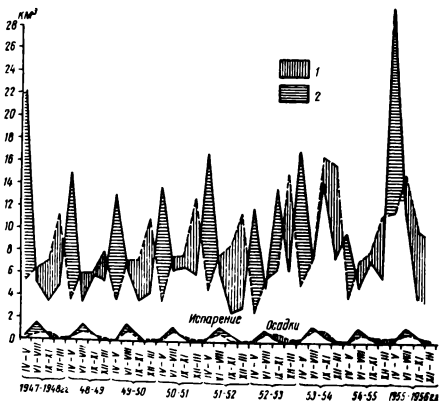


Рис. 2. Динамика основных элементов водного баланса Рыбинского водохранилища за 1947-1956 годы (по В. И. Ручковскому и Т. И. Курдиной):
1 - расход воды, 2 - приток воды

счет притока. Однако максимальный запас воды в водохранилищах часто определяется не только объемом притока, но и запасом ее в водоеме в предвесенний период. Если весной приходная составляющая водного баланса всегда преобладает над расходной, то летом, осенью и зимой часто ведущим фактором баланса оказывается расходная составляющая.

Специфичность водного баланса водохранилищ особенно ярко проявляется в уловном режиме. У всех водохранилищ Волжского каскада режим уровней характеризуется следующими чертами. В начале половодья наблюдается быстрый подъем уровня. Наиболее высокого положения уровень достигает в конце половодья, а затем после некоторого времени, не одинакового у отдельных водохранилищ, ход его характеризуется относительно равномерной и сравнительно медленной сработкой. В некоторых водохранилищах она начинается уже со второй половины лета. Минимальный уровень в водохранилищах наблюдается в предполоводный период. В зависимости от особенностей года и хозяйственного использования водных ресурсов характер сезонного изменения уровня, как и амплитуда его колебания, в отдельных водохранилищах могут быть различными.

Такой режим уровня сопровождается существенными изменениями площадей зеркала водохранилищ от сезона к сезону и от года к году. Так, в 1956 году площадь Горьковского водохранилища с 12 мая по 27 июня уменьшилась на 330 км². Особенно велики изменения площади при сработке уровня в таких водохранилищах, как Рыбинское. Значительные изменения площадей водохранилищ оказывают большое влияние на ход биологических процессов, так как затопление и осушка прибрежных площадей суши и колебания глубин изменяют условия обитания водных животных и растений.

Специфические особенности водохранилищ как водоемов с искусственным регулированием объема водной массы, форма и морфометрия их обуславливают сложную систему течений. Для режима скоростей в условиях подпора характерно возрастание их по длине водохранилища к зоне выклинивания подпора (рис. 3). Четко наблюдается увеличение скорости течений во время весеннего наполнения водохранилищ и уменьшение их во время летне-осенней межени.

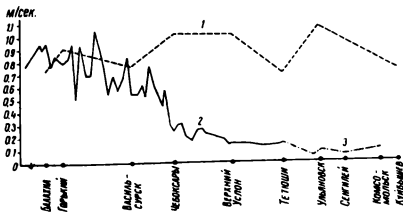


Рис. 3 Изменение скоростей течения по длине Кузбывшевского водохранилища
1 — средняя русловая скорость течения в летнюю межень (январь 1947 года); 2 — средняя русловая скорость течения в январе 1947 года; 3 — средняя русловая скорость течения в зимнюю приливную

Особенно сложный характер скоростной режим водохранилищ имеет вблизи ГЭС. В этих районах он в основном определяется режимом работы гидроэлектростанции. Так, с началом работы Углической ГЭС в волжском участке Рыбинского водохранилища возникает стоковое течение, скорость которого иногда весьма значительна. С прекращением ее работы уровень воды в нижнем бьефе понижается, образуются отрицательные уклоны донной поверхности, и вода из центральной части водоема поступает в сторону Углической ГЭС, создавая обратные течения. Аналогичная картина наблюдается и в верхних бьефах ГЭС.

Резко меняется и величина скорости течения в зависимости от режима работы ГЭС. Так, во время суточной стапии в нижнем бьефе Рыбинской гидроэлектростанции 29—30 июля 1957 года скорость течения на поверхности изменялась от 0,17 до 1,37 м/сек. Даже в придонном горизонте суточная амплитуда ее равнялась 0,56 м/сек.

Продолжительные и сильные ветры вызывают в водохранилищах ветровые течения. Даже при слабых неустойчивых ветрах в них отмечается большая подвижность поверхностных вод. Ветровые течения в летне-осенний период преобладают на всей озерной части акватории водохранилищ. Скорость и направление ветрового перемещения водных масс зависят от направления ветра и являются весьма изменчивыми характеристиками (табл. 1).

Таблица 1

Скорость и направление ветра и течения в главном плесе Рыбинского водохранилища
(по А. С. Литвинову)

Время (час, мин)	Горизонты (м)	Ветер		Течение	
		Скорость (м/сек)	Направление (градусов)	Скорость (см/сек)	Направл. (градусов)
11—10	0—0,8			4,6	150
11—50	2,0—2,8	4,0	330	1,7	300
11—50	6,0—6,8			2,0	350
11—50	0—0,8			5,0	175
12—30	2,0—2,8	5,0	360	3,8	310
12—30	6,0—6,8			4,6	350
12—30	0—0,8			12,0	245
13—15	2,0—2,8	7,0	130	8,1	315
13—15	6,0—6,8			10,4	357
14—30	0—0,8			12,1	318
15—30	2,0—2,8	7,8	120	7,3	310
15—30	6,0—6,8			1,0	290

С изменением режима течений Волги на участках водохранилищ значительно изменилась прозрачность воды и ее мутность. В условиях замедленного течения, а иногда и полного отсутствия его, взвешенные вещества оседают и отлагаются на дне водоема. Вследствие этого мутность воды резко уменьшается. Так, если средняя мутность воды на русловой веригалии у Кинешмы 27 июля 1954 года была 21,4 г/м³, а 23 июля 26,4 г/м³, то уже в первый год заполнения Горьковского водохранилища в этом же районе 30 июля она составляла 5,4 г/м³, а 14 июля 3,0 г/м³. Уже в годы их наполнения, несмотря на затопление обширных пойменных участков с болотами и заросшими оврагами, отдающими в воды водохранилища большое количество органического вещества, которое снижает прозрачность воды, последняя в зонах подпора резко увеличивается по сравнению с прозрачностью реки. Как правило, наибольшая прозрачность отмечается в открытых частях водохранилищ, а по мере приближения к берегам, мелководьям, устьям рек и ручьев она падает.

Ветровое воздействие на воды водохранилищ вызывает pitching-ное волнение. Например, максимальная высота волн на Рыбинском водохранилище при сильных штормовых ветрах превышает 2,5 м. На открытых глубоководных акваториях затопленных долин Шенсны и Мологи значительное волнение с максимальной высотой волн 0,5—0,6 м развивается обычно уже при ветре 6—7 м/сек, а при увеличении скорости ветра до 16—18 м/сек максимальная высота волн достигает 2 м.

При определенных направлениях и скоростях ветра сильное волнение наблюдается в озерной части Горьковского водохранилища, где в районе Сокольского и Чкаловска зарегистрированы волны высотой 1,8—2,2 м. В районе Городища на Куйбышевском водохранилище отмечена высота волн в 3,2 м. Сложность волнового режима водохранилищ заключается в том, что для каждого из них в зависимости от площади, глубины и конфигурации берегов могут быть свои пределы усиления волнения и образования максимальных волн. Кроме того, в связи с неоднородностью ветровых процессов в течение навигационного периода значительно меняется и волновая характеристика водоемов.

Весьма своеобразен температурный режим водохранилищ. Прогрев водной толщи при замедленном водообмене между слоями воды и отдельными участками водохранилищ проходит неравномерно (рис. 4). В водохранилищах прослеживается вертикальная стратификация водной толщи по температуре. Так, в Рыбинском водохранилище в отдельных случаях разность между температурой воды на поверхности и у дна достигает 10° и более (Буторин, 1962).

Охлаждаются водохранилища, как и нагреваются, неравномерно: быстрее на речных участках и в зоне выклинивания подпора и медленнее в глубоководных частях. В районах распространения подпора ледостан наступает раньше, чем в реке.

В безледный период температура воды в водохранилищах имеет суточный ход. Так, в Горьковском водохранилище в ясные штилевые дни июня — июля суточная амплитуда температуры поверхностных слоев воды достигает 6° (Зедельштейн, 1969).

Своеобразно распределение температуры в донных отложениях водохранилищ. Если на большей части дна в водохранилищах озерного типа температура грунта, а следовательно, и придонных слоев воды зимой систематически повышается и общий теплозапас к концу зимы несколько увеличивается, то в водохранилищах речного типа наблюдается обратная картина.

В отличие от естественных водоемов, на сезонную изменчивость гидрологических процессов в водохранилищах существенное влияние оказывают антропогенные факторы: искусственное регулирование объема забора воды для технического и питьевого водоснабжения и на орошение.

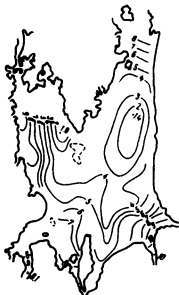


Рис. 4 Распределение температуры в поверхностном слое Рыбинского водохранилища 8 июля 1961 года

использование водохранилищ как водоемов-охладителей и др. Эти обстоятельства обуславливают особый, присущий только водохранилищам гидрологический и гидрохимический режим, который формируется при аккумуляции речных вод и их использовании.

Аккумуляция речных вод в водохранилищах представляет собой сложный физико-химический процесс взаимодействия их с водами водохранилища, заметно различающимися по своим свойствам. Неоднородность вод, наполняющих водохранилища, дает возможность использовать при исследовании гидрологических процессов этих водоемов понятие «водной массы», широко применяемое в океанологии (Буторин, 1965а).

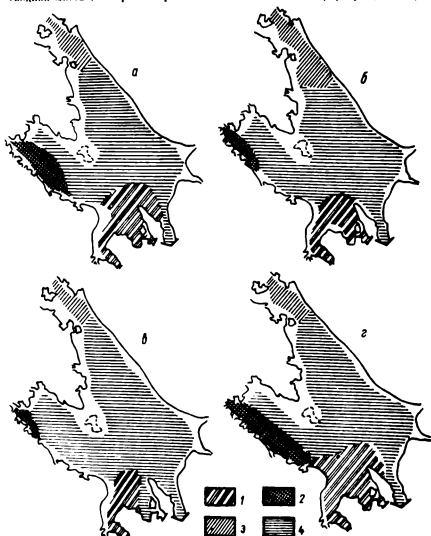


Рис. 5. Распределение водных масс в Рыбинском водохранилище весной (а), летом (б), осенью (в) и зимой (г).
водная водная масса, 2 - холодная водная масса, 3 - шекснинская водная масса, 4 - водная масса водохранилища

С помощью соответствующих методов и приемов (Буторин, 1965, 6, Буторин и Смирнов, 1969; Эдельштейн, 1969) удалось показать распределение водных масс в водохранилищах озерного и речного типа (рис. 5 и 6). Основные закономерности сезонного распределения их в водохранилищах сводятся к следующему. Весной значительные акватории водохранилищ, прилегающих к речным участкам, заполнены водными массами соответствующих рек. В летне-осенний период районы, занимаемые речными во-

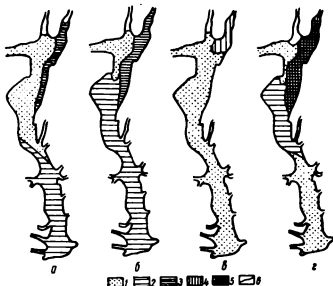


Рис. 6. Распределение водных масс в озерной части Горьковского водохранилища (по К. К. Эдельштейну):

а — 18—23 июня 1962 года; б — 29 июня — 5 июля 1961 года; в — 19—26 июля 1962 года; г — 1—7 сентября 1962 года. 1 — волжская водная масса, 2 — водная масса водохранилища, 3 — воды половодья Умги, 4 — воды межени Умги, 5 — воды паводка Умги, 6 — граница водных масс

дами, постепенно уменьшаются, в осеню эти воды проследиваются лишь в местах выхода речных потоков в озерную часть водохранилища или в прпущевых заливах. Зимой, во время интенсивной сработки водохранилища, речные водные массы постепенно вытесняют водную массу водохранилища и к концу зимы снова занимают по затопленным долинам соответствующих рек обширные площади водоема. Для Рыбинского водохранилища это хорошо отражается данными табл. 2.

Исследование структуры водных масс водохранилищ показало, что даже в таком мелководном водохранилище, как Рыбинское, в отдельные сезоны отчетливо проследивается неоднородность вод не только по акватории водоема, но и по вертикали. Путем расчета процентного содержания водных масс по номограммам гидрологических характеристик удалось выявить некоторые особенности вертикальной структуры вод в этом водоеме (Буторин, 1966).

Так, зимой в районе затопленного города Мологи по всей вертикали преобладают волжские воды, содержание их превышает 60%. В отдельные годы процентное содержание волжской воды в этом районе в поверхностном слое превышает 90%. На моложскую воду в воды центральной части обычно приходится около 40%, при этом доля участия их в форми-

Таблица 2

Процентное соотношение объемов водных масс в Рыбинском водохранилище

Дата съемки	Характеристики водохранилища на день съемки			Соотношение водных масс (%)			
	Уровень	Площадь	Объем	Волжская	Молож- ская	Шекснин- ская	Водохра- нищевая
1960 год							
9/V	100,17	3762	18,68	10,3	14,4	11,3	64,0
3/IV	100,50	3910	19,94	11,2	16,6	18,0	54,2
18/VII	99,85	3618	17,45	6,8	2,8	8,6	81,8
4/X	99,65	3528	16,76	4,1	2,9	8,8	84,2
27/X	99,47	3447	16,15	4,2	3,0	11,0	81,8
1961 год							
14-24/II	99,65	3528	16,76	10,0	14,4	8,2	67,4
17-24/III	99,45	3438	16,08	10,2	13,4	11,0	65,4
12/V	101,87	4593	25,71	13,6	11,8	11,4	63,2
8/V	102,11	4715	26,87	18,4	12,7	16,2	52,7
3-VIII	101,80	4545	25,38	3,4	2,6	3,7	90,3
10/X	101,28	4285	23,14	3,5	2,5	7,0	87,0
13-15/XI	100,83	4060	21,21	3,5	3,4	—	—
25-28/XII	100,05	3708	18,22	9,0	3,4	—	—

ровании вод этого района примерно одинакова, хотя в зависимости от особенностей года процентное соотношение их может изменяться.

С выходом волжского потока в открытую часть водохранилища содержание волжской воды быстро уменьшается, и у Наволока оно колеблется от 4% на поверхности до 40% у дна. Здесь преобладает водная масса центральной части водоема.

Сложную картину представляет вертикальное распределение водных масс зимой в районе соприкосновения моложских и волжских вод. Так, у Горькой Соли в поверхностном слое 70% приходится на волжскую воду. Процентное содержание моложской воды несколько выше, чем вод центральной части, но в общем почти одинаково. В придонном слое на обе эти водные массы падает 50% и столько же на волжскую воду.

В процессе анализа водных масс волжских водохранилищ наряду с картиной их распределения в сезонной динамике выявляются некоторые особенности перемещения этих вод. Характер перемещения их в различных водохранилищах и даже на отдельных участках одного и того же водоема по сезонам года сильно меняется. Интенсивность и особенность переноса обуславливаются рядом факторов, но основными из них являются режим течений и характер регулирования стока. В водохранилищах речного типа ведущая роль в перемещении водных масс принадлежит стоковым течениям, тогда как в водоемах озерного типа при отсутствии льда преобладающее значение имеет ветровая циркуляция. Отличительной особенностью перемещения вод в водохранилищах является постепенное затухание скорости стокового течения до минимальных значений в зоне постоянного подпора и увеличение ее с приближением к ГЭС.

При перемещении из одного района водохранилища в другой или из одного водоема в другой, а также с течением времени подная масса изменяет свои первоначальные свойства. Она становится более теплой или холодной, более цветной или менее цветной, более мутной или прозрачной, электропроводность ее также не остается постоянной. Еще менее консервативным является ее газовый состав. Следовательно, в водохранилищах происходит трансформация водных масс (Буторин, 1968). Наиболее интенсивно процесс трансформации водных масс в водохранилищах протекает в зоне соприкосновения различных вод, где он напоминает перемешивание их по фронтальным зонам океана и представляет собой

фронтальную трансформацию водных масс. Эта форма трансформации вод в водохранилищах имеет особо важное значение, так как она ведет к образованию из речных вод водной массы водохранилища.

Поскольку гидрологическим процессам и в частности динамике водных масс принадлежит решающая роль в формировании водного и гидрохимического режимов в водохранилищах, а последние определяют закономерности развития биологических процессов, протекающих в этих водоемах, для более эффективной разносторонней эксплуатации водохранилищ необходимо дальнейшее расширение и углубление гидрологических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Буторин Н. В., 1962. О температурном расслоении водной массы Рыбинского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 12.
- Буторин Н. В., 1965 (а). О водных массах континентальных водоемов. Сб.: Динамика водных масс водохранилищ. Изд. «Наука», М.—Л.
- Буторин Н. В., 1965 (б). К изучению водных масс Рыбинского водохранилища. Сб.: Динамика водных масс водохранилищ. Изд. «Наука», М.—Л.
- Буторин Н. В., 1966. О вертикальной неоднородности водных масс Рыбинского водохранилища. Сб.: Планктон и бентос внутренних водоемов. Изд. «Наука», М.—Л.
- Буторин Н. В., 1968. О механизме трансформации водных масс в водохранилищах. Сб.: Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Изд. «Наука», М.—Л.
- Буторин Н. В., Смирнов Н. П., 1968. Исследования водных масс континентальных водоемов статистическим методом с использованием ЭВМ. Сб.: Химизм внутренних водоемов и факторы их загрязнения и самоочищения. Изд. «Наука», М.—Л.
- Курдин В. П., 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).
- Эдельштейн К. К., 1968. Формирование, перемещение и трансформация водных масс Горьковского водохранилища. Сб.: Химизм внутренних водоемов и факторы их загрязнения и самоочищения. Изд. «Наука», М.—Л.

АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ И РЕЖИМА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

С. М. Драчев, А. А. Былинкина, Л. А. Калинин

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

Иваньковское, Угличское и Рыбинское водохранилища Верхней Волги существуют почти три десятилетия и режим их довольно постоянен. В этих водоемах изучены связанные с зарегулированием стока изменения движения водных масс (Буториян, 1966), формирования солевого состава (Безлер, 1963), биогенных элементов (Воропков, 1953; Трифонова, 1969; Былинкина и Петухова, 1969), в общих чертах описаны изменения качества воды под влиянием загрязнений (Драчев, 1964).

Переменным и все возрастающим фактором воздействия на режим биогенных элементов являются сбросы в водохранилища бытовых и промышленных сточных вод. Наибольшее количество биогенных элементов поступает в Иваньковское водохранилище со сточными водами города Калинин и в Рыбинское — со сточными водами города Череповца. Ниже приведены данные о составе стоков и их влиянии на содержание азота и фосфора в водохранилищах по материалам исследований 1963—1969 годов.

При анализе проб сточных и речных вод определялся общий азот, формы минерального азота, общий и фосфатный фосфор. Определения проводились в натуральной нефилътрированной воде. Общий азот определялся по Кьельдалю. Органический азот рассчитывался по разности между общим и аммонийным. Определение аммонийного азота проводилось с реактивом Несслера. Нитритного азота — по Гриссу, нитратного — с дифениламином. При определении общего фосфора пробы воды подкислялись серной кислотой и для перевода соединений фосфора в фосфаты подвергались автоклавированию в течение 10 часов при давлении 2 атм. Фосфатный фосфор определялся по методу Денниже.

В городе Калинин изучались сточные воды городской канализации и завода искусственного волокна. Объем городских стоков в 1963—1964 годах составлял 100 тыс. м³/сутки, а к 1968 году возрос до 200 тыс. м³/сутки; расход условно чистых промышленных сточных вод составлял 43 тыс. м³/сутки. Отбор сточных вод производился в устье ручья Перемырки, через который городские сточные воды сбрасываются в Волгу практически без очистки.

Данные по содержанию минерального азота и общего фосфора в канализационных водах города Калинин приводятся ниже (табл. 1).

Содержание нитритного азота в сточных водах не превышает 0,1 мг/л. Кроме аммонийного азота городские стоки содержат значительное количество и органического. В августе 1964 года в сточной воде канализации найдено в среднем 53,6 мг/л органического азота. Содержание органического фосфора составляет около 50% от общего.

Сброс аммонийного азота, рассчитанный на основании данных анализа и объема сточных вод, в 1963 году составил в среднем 7,8 т/сутки.

Таблица 1

Содержание азота и фосфора в городских сточных водах города Калинин (мг/л)

Дата взятия проб	Азот аммонийный	Азот нитратный	Фосфор общий	Фосфор интеральный
12/II 1963	60,0			
29/III 1963	90,0			
10/IV 1963	72,0			
23/IX 1963	90,0			
25/VIII 1964	30,5	0,21		
21/V 1968	40,0	0,20	2,63	1,65
21/VII 1968	39,8	0,00	2,42	1,00
1/X 1968	87,0	0,00	2,05	0,97
28/II 1969	71,3	0,00	1,68	1,21

Минимальный сброс аммонийного азота отмечен летом 1964 года — 3,1 т/сутки. Максимальные величины сброса обнаружены осенью 1968 года (17,4 т/сутки) и зимой 1969 года (14,2 т/сутки). Поступление аммонийного азота в канализацию от 1 жителя, как принято считать, составляет 8 г в сутки. При расчете на все население города (около 300 тыс. человек) суммарное суточное поступление должно составить 2,4 т. Эта величина в 3—7 раз ниже фактически обнаруженной в 1963 и в 1968 годах. Перечисленные данные свидетельствуют о значительном поступлении в городскую канализацию аммонийного азота с промышленными стоками. Высокое содержание соединений аммония характерно для сточных вод одного из промышленных предприятий города.

Суммарный сброс общего фосфора с городских сточными водами, рассчитанный аналогичным образом, в мае, июле и октябре 1968 года составил соответственно 0,53, 0,48 и 0,41 т в сутки. Если считать поступление фосфора в канализацию в расчете на одного жителя равным 0,73 г в сутки, то общее поступление за это время должно составить 0,22 т фосфора, то есть почти в два раза менее фактически обнаруженного. Одной из возможных причин высокого содержания фосфора в неочищенных сточных водах города может быть широкое использование в быту новых моющих средств, в состав которых обычно входят соединения фосфора. По данным единичных определений осенью 1968 года, содержание синтетических поверхностно активных веществ в пересчете на алкилбензолсульфат в городских сточных водах составило 2,5 мг/л.

Относительно небольшим источником поступления связанного азота и фосфора служат стоки Калининского завода искусственного волокна. По данным пяти определений в 1968 году содержание аммонийного азота в стоках предприятия колебалось от 0,5 до 5,8 мг/л, нитратного — от 0,00 до 0,24 мг/л. Среднее поступление аммонийного азота со стоками составило 0,077 т/сутки. Среднее содержание общего фосфора равно 0,154 мг/л, что соответствует суточному сбросу 6,6 кг. Таким образом, основная масса связанного азота и соединений фосфора поступает в водохранилище с канализационными водами через ручей Перемерка.

Небольшим дополнительным источником поступления биогенных элементов в Иваньковское водохранилище являются сточные воды города Конакова. По данным анализов 1968—1969 годов содержание аммонийного азота колеблется здесь в пределах 18—26 мг/л, содержание общего фосфора — в пределах 2,10—3,34 мг/л. При расходе сточных вод 5 тыс. м³/сутки сброс аммонийного азота составляет около 100 кг, сброс общего фосфора — около 15 кг/сутки.

Под влиянием сброса сточных вод в водоем Иваньковского водохранилища повышается содержание аммонийного азота и общего фосфора

(табл. 2). Наиболее отчетливо это влияние проявляется осенью и зимой. В этот период в связи со снижением расходов воды в реке уменьшается разбавление сточных вод и повышается интенсивность биохимических процессов.

По данным С. А. Озерова (1927), в 1914—1916 годах содержание аммонийного азота составляло несколько десятых миллиграмма на литр. Современные данные указывают на возрастание содержания азота в 5—10 раз.

Таблица 2

Содержание азота и фосфора в воде Иваньковского водохранилища (мг/л)

Место взятия проб и расстояние от устья ручья Черенков	Дата взятия проб	Азот аммонийный	Азот нитратный	Фосфор общий	Фосфор минеральный
У п. Ангасово, 12 км выше выпуска	2/X 1968 28-II 1969	0,14 0,27	0,00 0,25	0,020 0,014	0,001 0,001
У с. Горюхи, 35 км ниже выпуска	1/X 1968 1/III 1969	1,20 1,43	0,02 0,56	0,068 0,090	0,024 0,040
Верхний бьеф Иваньковского ГЭС, 105 км ниже выпуска	28/X 1968	0,22	0,04	0,055	0,027

В Волжском плесе Рыбинского водохранилища по сравнению с другими плесами обнаружено значительно более высокое содержание соединений азота, что Н. А. Трифонова (1969) объясняет влиянием повышенного содержания связанного азота в Иваньковском водохранилище.

В Рыбинское водохранилище наибольшее количество бытовых и промышленных сточных вод поступает у Череновца. Здесь анализировались сточные воды городской канализации и металлургического завода. Количество городских сточных вод в 1965 году составляло 47 тыс. м³/сутки, а в 1967 — возросло до 55 тыс. м³/сутки. Сточные воды города проходят полную биологическую очистку и через глубинный выпуск сбрасываются в Шекснинский плес Рыбинского водохранилища. Пробы отбирались у места выхода стока из очистных сооружений. Суммарный расход сточных вод металлургического завода, включая воды охлаждения, составлял около 450 тыс. м³/сутки. Сброс сточных вод завода осуществляется в основном через ручей Серовку и реку Копту. Отбор проб производился у места сброса сточных вод в водоемы. В связи с неоднородностью состава стоков отбирались среднесменные пробы.

Результаты анализа сточных вод городского коллектора приведены ниже.

Таблица 3

Содержание азота и фосфора в городских сточных водах города Череновца (мг/л) в 1967 году

Дата взятия проб	Азот аммонийный	Азот нитратный	Фосфор общий	Фосфор минеральный
26—30 V	37,2	1,50	3,30	1,80
13 VII	50,2	0,25	0,89	0,27
1—3 X	25,7	5,77	3,59	1,49

Содержание органического азота в сточных водах городской канализации колебалось в пределах от 21,6 до 34,5 мг/л, в среднем из четырех определений оно составило 28 мг/л.

Исходя из данных по объему городских сточных вод и содержанию в них минерального азота, суточный сброс азота аммонийного и нитратного был определен в мае 1967 года в размере 2,04 и 0,08 т соответственно. Сброс фосфора в этот период равен 0,18 т/сутки, причем 0,10 т из него составлял минеральный фосфор. Если учесть численность населения города (250 тыс. жителей) и среднее поступление азота в канализацию на одного человека, суммарный сброс должен быть равен 2,0 т/сутки. Эта величина совпадает с фактически найденной в мае 1967 года для минеральных форм азота. При поступлении в канализацию 0,73 г фосфора от одного жителя суммарный сброс определен в размере 0,18 т/сутки, что полностью совпадает с практическим сбросом в мае. В июле и октябре фактический сброс несколько отличается от расчетного, но выражается величинами того же порядка.

Сточные воды металлургического завода содержали аммонийный азот в количестве нескольких мг/л, а азот нитратный — от 0,01 до 0,4 мг/л. Концентрация фосфора выражалась величинами порядка десятых мг/л. Несмотря на относительно малое содержание азота и фосфора, суммарный сброс этих элементов с промышленными сточными водами составляет заметные величины. В мае 1967 года при средне-взвешенной для всех стоков завода концентрации аммонийного и нитратного азота 1,57 и 0,11 мг/л суточный сброс составил соответственно 0,75 и 0,05. Средне-взвешенное содержание общего фосфора в сточных водах завода составляет 0,27 мг/л, а суммарный сброс достигает 0,14 т/сутки. Эта величина близка к количеству фосфора, сбрасываемого со сточными водами городской канализации.

Таблица 4

Количество азота и фосфора, поступающее в Рыбинское водохранилище со сточными водами города Череповца и стоком реки Шексны (т/сутки)
Май 1967 года

Сток	Азот аммонийный	Азот нитратный	Фосфор общий	Фосфор минеральный
Городской коллектор	2,04	0,08	0,18	0,10
Металлургический завод	0,75	0,05	0,14	0,10
Шексна выше Череповца	1,91	0,44	0,35	0,16

Средний сток реки Шексны выше Череповца в мае 1967 года составлял 170 м³/сек. В речной воде в это время содержалось 0,13 мг азота аммонийного, 0,03 мг/л азота нитратного, 0,024 мг общего и 0,011 мг/л фосфатного фосфора. Данные по суточному поступлению биогенных элементов с водами реки Шексны приведены в табл. 4. Как видно, суммарное содержание минерального азота и общего фосфора в бытовых и промышленных сточных водах города Череповца почти такое же, как и в водоемке Шексны. Разумеется, указанное соотношение может сильно колебаться по сезонам года.

Наблюдения, проведенные на водоеме, показали, что увеличение содержания минерального азота и фосфора под влиянием сточных вод обнаруживается только в непосредственной близости от глубинного выпуска городской канализации. В сентябре 1967 года содержание общего фосфора у места выпуска составляло 0,321 мг/л, а в 10 м от него — уже 0,090 мг/л. На расстоянии 200 м и 1 км ниже выпуска концентрация минерального азота и общего фосфора была примерно такой же, как и в шекснинской воде выше города Череповца. Наряду с разбавлением снижением содержания аммонийного азота возможно объясняется его быстрой потреблением фитопланктоном, развивающимся в олиготрофных

условиях. Влияние сточных вод на развитие фитопланктона подтверждается результатами исследований Г. В. Кузьмина и А. В. Елизаровой (1967), обнаруживших в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища наибольшую численность и биомассу фитопланктона ниже Череновца.

Соединения фосфора, вносимые промышленными стоками, возможно осаждаются железом, содержащимся в различных формах в стоках за- вода.

По данным С. И. Кузнецова (1967), количество общего азота сбрасываемого в нижний бьеф Рыбинского водохранилища с июля по октябрь 1960 года, колебалось от 37 до 80 т/сутки и составило в среднем 58 т/сутки. Суммарный сброс минерального азота со стоками городов Калинин и Череновца в последние годы составляет более 25% от указанной выше величины сброса общего азота у Рыбинской плотины.

Средний суточный сброс общего фосфора в нижний бьеф Рыбинского водохранилища, рассчитанный по среднему многолетнему расходу воды у Рыбинского гидроузла в мае (1060 м³/сек) и средней концентрации общего фосфора в верхнем бьефе Рыбинской ГЭС в мае 1965 года (0,036 мг/л), равен 3,3 т. Поступление общего фосфора с городскими и промышленными сточными водами города Калинин и города Череновца в мае 1967—1968 годов составило 0,85 т/сутки, или примерно 25% от сброса фосфора у Рыбинской ГЭС.

Приведенные результаты исследований и расчеты показывают, что в данное время бытовые и промышленные стоки являются существенным фактором эвтрофирования водохранилищ Верхней Волги.

ЛИТЕРАТУРА

- Безлер Ф. И., 1963. Сезонные изменения химических свойств воды Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 5 (8).
- Буторин Н. В., 1966. Сезонное изменение характеристики водных масс и распределение их в Рыбинском водохранилище. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 12 (15).
- Выликина А. А., и Петухова Л. А., 1969. Поступление соединений фосфора в Рыбинское водохранилище с местным стоком и сточными водами. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 19 (22).
- Воронков П. П., 1953. Основные черты режима биогенных соединений водохранилищ Волжской системы в связи с их первичной продукцией. Тр. Гидрол. института, в. 37 (91).
- Драчев С. М., 1964. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. Изд. «Наука».
- Кузнецов С. И., 1967. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. Сб. Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Изд. «Наука».
- Кузьмин Г. В. и Елизарова А. В., 1967. Фитопланктон Шекснинского плеса Рыбинского водохранилища в 1963—1965 гг. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 15 (18).
- Озеров С. А., 1927. Волга, Ока и Москва-река как источники водоснабжения г. Москвы. Тр. Комис. по наис. новых источ. водоснабжения г. Москвы, в. 4. Изд. Моск. коммунальн. хоз.
- Трифопова Н. А., 1969. Распределение соединений азота в Рыбинском водохранилище в зимне-весенний период. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 19 (22).

О ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ СТОКА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Н. П. Смирнов

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

После строительства каскада гидроэлектростанций на Волге и образовании ряда водохранилищ со своеобразным гидрологическим режимом исследование водоносности рек волжского бассейна приобретает особую важность, так как при эксплуатации водохранилищ большое значение имеет длительное прогнозирование стока.

Разработка основ рационального использования биологических ресурсов волжских водохранилищ также требует предвидения колебаний водности, поскольку водность в значительной степени определяет изменение экологических факторов: уровня и режим водохранилищ, формирование и трансформацию водных масс, водообмен и изменение ряда физико-химических показателей среды.

Особое внимание при исследовании многолетних колебаний стока рек должно обращаться, как это было подчеркнуто еще в решениях III Всесоюзного гидрологического съезда, на выяснение закономерностей циклических колебаний стока. Именно поэтому, начиная изучение колебаний стока Волги, мы считали необходимым рассмотреть прежде всего циклические вариации ее стока.

Результаты исследований многих авторов указывают на определяющую роль осадков и температурного режима в формировании стока крупных речных бассейнов рек Европейской территории Советского Союза (Давыдов, 1947; Кузнец, 1936; Воскресенский, 1962 и др.).

П. С. Кузнецом было показано, что многоводность и маловодность на Верхней Волге формируются в результате соответствующих метеорологических процессов. Максимумы стока обычно совпадают с максимумами осадков и минимумами температур воздуха того же года. Минимумы стока вызываются минимумами осадков и максимумами температур (большое испарение) предыдущего года.

Поэтому есть все основания считать, что в многолетних колебаниях стока Волги определяющими являются климатические изменения и прежде всего изменения в циркуляции атмосферы.

В настоящее время установлено, что северная и центральная части Европейской территории СССР, а следовательно, и бассейн Верхней Волги, находятся в основном под сильным воздействием циклопической деятельности западного переноса влаги с Атлантического океана. Южные же ее районы, в том числе и южная часть бассейна Волги, получают влагу главным образом от юго-западного переноса со Средиземного моря, который распространяется до $50-55^{\circ}$ с. ш., в меньших порциях — с Атлантики (Афанасьев, 1967). Исследованного формирования стока Верхней и Нижней Волги происходит по-разному. Действительно, характер многолетних колебаний стока в верхнем и нижнем течении Волги имеет

большие различия. Так, если коэффициент корреляции между притоком в Рыбинское водохранилище и стоком у Ярославля составляет, по 70-летним рядам наблюдений, 0,89, то со стоком у Волгограда — всего лишь 0,48. Поэтому на первом этапе исследований нам представлялось необходимым рассмотреть прежде всего колебания стока Верхней Волги, поскольку именно ее бассейн находится под воздействием циклонической деятельности западного переноса влаги с Атлантического океана.

Для анализа многолетних колебаний стока Верхней Волги были выбраны два ряда значений, а именно: приток с 1893 по 1962 год, по данным Р. Ф. Бюрига и Рыбинской ГМО, и сток у Ярославля с 1877 по 1962 год, по данным Гидрометслужбы СССР.

Прежде чем переходить непосредственно к изложению методики и результатов анализа колебаний стока Верхней Волги, необходимо отметить, что в последние годы работами ряда исследователей (Гирс, 1960; Егорова, 1959; Максимов, 1952, 1954; Максимов и Смирнов, 1965) было показано наличие циклических вариаций с периодами около 6—7, 10—11 и 19—20 лет в ходе атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой и в частности в ходе западного переноса на полушарии, с усилением которого связано увеличение притока влаги на северо-западе Европейской территории СССР, а следовательно, и усиление стока рек этого района. Указанные вариации получили физическое обоснование. Так, возникновение 6—7-летней вариации многолетних изменений циркуляции атмосферы было объяснено воздействием на барическое поле Земли в основные центры действия атмосферы деформирующей силы, возникающей вследствие нутационных колебаний полюсов вращения Земли. Возникновение 10—11-летней вариации, по мнению большинства исследователей, связано с многолетними изменениями уровня солнечной активности. И, наконец, 19-летняя вариация есть результат воздействия на подвижные оболочки Земли многолетнего лунного деклинационного прилива.

На основании сказанного можно предположить, что в колебаниях стока Верхней Волги должны наблюдаться те же циклические вариации, что и в ходе повторяемости западной формы циркуляции, а именно: вариации с периодами в 6—7, 10—11 и 19—20 лет.

В настоящее время в практике океанологических и гидрологических исследований для изучения внутренней структуры временных рядов наиболее широко применяется метод спектрального анализа. Сущность метода спектрального анализа (Blackman, Turkey, 1959) заключается в предварительном вычислении корреляционной функции ряда, состоящего из N значений для сдвига от 0 до m единиц времени, при $m < N$ по формуле:

$$r_k(\tau) = \frac{\sum_{t=1}^{N-\tau} (x_t - \bar{x})(x_{t+\tau} - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^N (x_{t+\tau} - \bar{x})^2}}$$

и последующем косинус-преобразовании Фурье вычисленных $m+1$ коэффициентов корреляции с помощью выражения

$$s(f) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} r_k(\tau) \cos m\tau d\tau \approx \frac{2}{\pi} \left[1 + \sum_{m=1}^{m_{\max}} r_k(\tau) \cos m\tau \right]$$

В результате получаем $m+1$ оенок спектральной плотности, которая в физическом смысле представляет мощность процесса, приходящуюся на полосу периодов df , и на этом основании величину $s(f)$ часто называют эмпирическим спектром процесса.

Предварительно исследуемые ряды подвергались фильтрации, поскольку из априорных предположений о вероятном существовании в многолетних изменениях стока циклических вариаций со средними периодами, близкими к 7, 10 и 19 годам, вытекала необходимость рассмотреть спектр

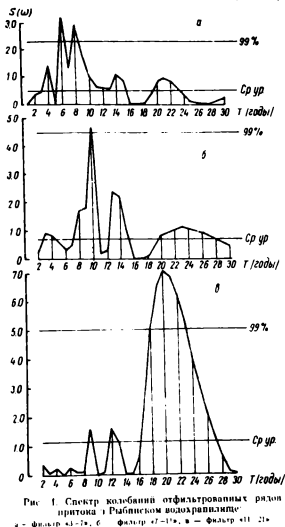


Рис. 1. Спектр колебаний отфильтрованных рядов притока в Рыбинском водохранилище:

а — фильтр «3—7», б — фильтр «7—19», в — фильтр «11—21»

колебаний в интервалах 5—9, 9—15 и 15—25 лет. В качестве фильтра настоящего время широко используется скользящее осреднение (Пастухов 1966; Оути, 1966; Matulas, 1967), выражаемое формулой:

$$X_t = \frac{1}{2k+1} \sum_{i=-k}^{+k} W_i X_{t+i},$$

где $2k+1$ — период осреднения

Если $\sum_{i=-k}^{+k} W_i = 1$ и значения ряда вводятся с одинаковым весом, то

$$X_t = \frac{1}{2k+1} \sum_{i=-k}^{+k} X_{t+i}.$$

В случае, когда выполняется фильтрация как высокочастотных, так и низкочастотных колебаний, выражение для X_t запишется в виде:

$$X_t = \frac{1}{2k_1+1} \sum_{i=-k_1}^{+k_1} \times X_{t+i} - \frac{1}{2k_2+1} \sum_{i=-k_2}^{+k_2} \times X_{t+i}.$$

Для нашего случая нами были применены «полосовые» фильтры 3—7, 7—11 и 11—21, то есть из величин, полученных скользящим усреднением по 3-летиям, вычитались 7-летние скользящие средние и т. д. В итоге фильтрации 2 исходных рядов было получено 6 рядов, которые подвергались спектральному анализу. Все вычисления выполнялись в Институте биологии внутренних вод на ЭВМ «Напри».

Обработка отфильтрованных рядов методом спектрального анализа и оценка результатов с помощью критериев статистической значимости приводит к определенным выводам о многокомпонентном циклическом характере структуры многолетних колебаний стока Верхней Волги. Величины статистически достоверных периодов близки к средним значениям в 6—8, 10 и 20 лет. В качестве примера на рис. 1 приведены спектрограммы отфильтрованных рядов притока в Рыбинское водохранилище.

Как известно, недостатком спектрального анализа является невозможность определения этим методом фаз выделенных колебаний. Поэтому, установив основные периоды циклических колебаний в стоке Волги, мы применили для определения их амплитуд и фаз метод периодограммного анализа Шустера (Shuster, 1898). Поскольку фильтрация ряда записывает амплитуды колебаний внутри основной полосы пропускания, периодограммным анализом обрабатывались натурные ряды без предварительной фильтрации. Амплитуды и фазы на выделенные периоды 6, 10 и 20 лет для притока в Рыбинское водохранилище и стока у Ярославля представлены в табл. 1.

Судя по значениям амплитуд, выраженных в процентах от абсолютной амплитуды ряда, указанные колебания составляют в сумме около 50% общей многолетней изменчивости стока.

Таблица 1

Амплитуды (А) и фазы (φ) циклических колебаний в многолетних изменениях стока Верхней Волги

Станция	Продолжительность ряда	Периоды Т (года)					
		6		10		20	
		А*	φ*	А*	φ*	А*	φ*
Приток в Рыбинское водохранилище	1893—1962	75		82		101	
		13	89	14	16	17	164
		88		93		137	
Ярославль	1877—1962	15	66	15	355	23	133

Таким образом, результаты анализа фильтрованных рядов дают основание полагать, что выделенные колебания действительно имеют место в

* В числителе указывается амплитуда вариации в м³/сек, в знаменателе — величина амплитуды в % от абсолютной амплитуды ряда, вычисляемой по формуле

$$A_{abs} = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{2}$$

многолетних изменений стока Верхней Волги. Однако это не является достаточно точным доказательством, так как при использовании статистических критериев должен учитываться сам факт фильтрации ряда. Но такого рода критерии, к сожалению, пока не разработаны. Поэтому мы применили доказательство другого рода.

По данным табл. 1 было составлено уравнение для расчета суммарного ряда притока в Рыбинское водохранилище с использованием параметров трех выделенных вариаций

$$\begin{aligned}\Delta Q = & 75 \sin\left(\frac{2\pi}{6}t + 89^\circ\right) \\ & + 82 \sin\left(\frac{2\pi}{10}t + 16^\circ\right) \\ & + 101 \sin\left(\frac{2\pi}{20}t + 164^\circ\right),\end{aligned}$$

где $t=0$ для 1893 года.

Вычисленные значения ΔQ сопоставлялись с рядом значений притока в Рыбинское водохранилище после исключения случайных колебаний «покового» тренда (рис. 2). Это сопоставление показало достаточно удовлетворительную связь наблюдаемых и вычисленных значений притока ($r=0,70 \pm 0,05$). Следует признать такую тесноту связи достаточно высокой, если учитывать, что значения ΔQ вычислялись на основе предположения о строгом постоянстве значений периодов, амплитуд и фаз выделенных вариаций, в то время как в природных процессах наблюдаются в основном циклические или квазипериодические колебания. Следовательно, соответствие расчетных и натуральных значений анализируемого ряда свидетельствует о реальности выделенных циклических колебаний в многолетних изменениях стока Верхней Волги. На этом основании можно полагать, что предложенная нами, исходя из динамики крупномасштабных атмосферных процессов, структурная модель многолетней изменчивости стока верна.

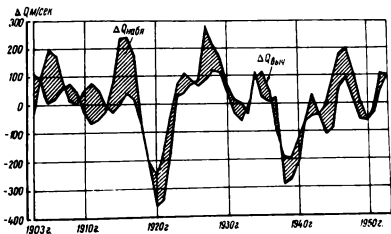


Рис. 2. Сопоставление вычисленных и натуральных значений притока в Рыбинское водохранилище

Однако при таком подходе остается в стороне и обычно не исследуются все же существующие колебания стока, не рассматриваются законо-

мерности изменений этих колебаний в связи с факторами, их обуславливающими. Между тем изучение вопроса о природе циклических колебаний представляется крайне необходимым в общем процессе исследования природных явлений.

Ранее указывалось, что сток Верхней Волги формируется под влиянием климатических факторов, среди которых главное место занимает атмосферная циркуляция и связанное с ней распределение тепла и влаги над Европейской территорией Союза. Вместе с тем отмечалось, что в многолетних изменениях атмосферной циркуляции немаловажную роль играют такие факторы, как солнечная активность, приливообразующие силы и колебания полюсов Земли. Развивая эти представления, мы пришли к предположению о влиянии перечисленных факторов и на процесс многолетних изменений стока рек и, в частности, стока Верхней Волги.

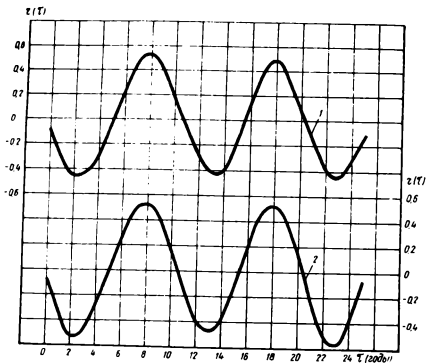


Рис. 3. Взаимокорреляционные функции связи солнечной активности с рядами по стоку (фильтр «7—11»):

1 — сток у Рыбинского водохранилища, 2 — сток у Ярославля

Действительно, изучение многолетних изменений стока Верхней Волги спектральным анализом позволило установить реально существующие циклические вариации в стоке, средние периоды которых близки к периодам изменений указанных факторов планетарного масштаба.

Далее была поставлена задача рассмотреть связь выделенных вариаций в стоке с каждым из указанных факторов. С этой целью были рассчитаны взаимокорреляционные функции рассматриваемых рядов по стоку с индексами солнечной активности, приливообразующей силы и движений полюсов вращения Земли.

Взаимокорреляционные функции связи солнечной активности с много

летними изменениями стока рассчитывались при сопоставлении числа Вольфа с 1900 по 1957 год с величинами расходов после предварительной фильтрации (рис. 3).

Анализ взаимокорреляционных функций приводит к выводу о реальности влияния солнечной активности на процессы изменения стока. Это влияние прежде всего четко проявляется в периодичности хода функций, которая свидетельствует о том, что связь «солнечная активность — колебания стока Верхней Волги», оставаясь постоянной по знаку, достигает наивысшей тесноты один раз в 10 лет. Именно этот период и характерен для циклической деятельности Солнца в рассматриваемый интервал времени. Наступление максимальных многолетних лет наблюдается в стоке Верхней Волги через один-два года после минимума солнечной активности, а минимальный сток — через два-три года после максимума солнечной активности. Такой характер связи вариаций солнечной деятельности с одиннадцатилетними колебаниями стока полностью соответствует закономерностям изменения повторяемости западной формы атмосферной циркуляции в атлантической зоне Северного полушария под влиянием солнечной активности.

На рис. 4 представлены взаимокорреляционные функции при сопоставлении величины потенциала приливообразующей силы Луны с 1900 по 1957

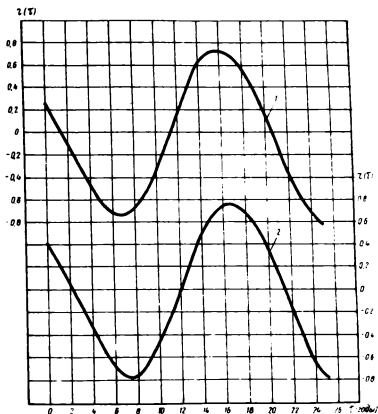


Рис. 3. Взаимокорреляционные функции связи потенциала приливообразующей силы Луны с расходами по стокам (фильтр 11 — 21)

1 — поток в Рыбинское водохранилище; 2 — сток в море Волги

год со значениями по стоку, отфильтрованными с применением фильтра 11—21.

Как показывает ход функций, между изменениями приливообразующей силы и многолетними колебаниями стока Верхней Волги наблюдается отчетливая зависимость. Наибольшая теснота связи характеризуется коэффициентами корреляции 0,70 — 0,80. Причем изменение тесноты связи во времени имеет четкий девятнадцатилетний цикл, соответствующий периодической вариации возмущающей силы. Результаты корреляционного анализа показывают, что временной сдвиг между максимумом приливообразующей силы и уменьшением стока в верхнем течении Волги составляет 6 — 7 лет, что хорошо согласуется с зависимостью хода атмосферных процессов относительно многолетних изменений приливообразующей силы Луны. Необходимо отметить, что ранее в работах А. В. Шинтикова (1957), И. П. Дружинина и др. (1966) уже отмечалось влияние долгопериодного лунного прилива на изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария и колебания стока рек.

Природа семилетней цикличности в колебаниях стока является наименее изученной, хотя на ее существование в стоке рек различных районов СССР указывалось во многих работах (Мусаелин, 1966; Дружинин и др., 1966; Давыдова и Калашин, 1967; Хомерики, 1967; Филопец, 1967). Происхождение данной вариации в изменениях атмосферных процессов связано с влиянием на барическое поле Земли силы деформации, возникающей в результате движения земных полюсов. На этом основании можно предполагать, что возникновение семилетней цикличности в стоке рек также связано с движением полюсов Земли. Однако это вопрос довольно сложный, поскольку речь идет о влиянии на многолетние колебания стока сезонного, по существу, фактора, так как период перемещения максимума силы деформации равен приблизительно 14 месяцам. Это означает, что, проходя через определенные районы земного шара, сила деформации оказывает влияние на формирование сезонных колебаний атмосферных условий в каждом районе в разные месяцы года. Очевидно, и для стока Верхней Волги, поскольку его изменения определяются атмосферными условиями над северной частью Европейской территории Союза, связь с силой деформации будет максимальной в определенный момент года.

Выполненное исследование показало, что теснота связи движений полюса с колебаниями стока действительно меняется с 14-месячным периодом, максимальная теснота связи колебаний стока с положением радиус-вектора полюса вращения Земли наблюдается в моменты, когда сила деформации оказывает наиболее существенное воздействие на климатические процессы в Североатлантической зоне Северного полушария.

Полученный результат согласуется с установленным ранее положением о том, что сток речных рек Европейской территории Союза в значительной мере определяется атмосферными процессами в зимний период (Афанасьев, 1967).

Именно это обстоятельство и является причиной того, что влияние силы деформации на процессы стока проявляется в возникновении шестисемилетнего цикла его изменчивости. Сила деформации, рассматриваемая в определенном районе земного шара для фиксированного момента года, обнаруживает семилетний период изменения вследствие несовпадения четырнадцатимесячного периода с годовым интервалом.

В итоге мы приходим к заключению о многокомпонентной циклической структуре многолетней изменчивости стока Верхней Волги, которая формируется под воздействием атмосферных процессов и, следовательно, отражает все нарушения общности атмосферной циркуляции, возникающие под влиянием солнечной активности, приливных сил и силы деформации, создаваемой движениями полюса Земли.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев А. Н., 1967. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. Изд. «Наука», М.
- Воскресенский К. П., 1962. Нормы и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Гидрометеоиздат, Л.
- Гире А. А., 1960. Основы долгосрочных прогнозов погоды. Гидрометеоиздат, Л.
- Давыдов А. В., 1947. Водность рек СССР, ее колебания и влияние на нее физико-географических факторов. Гидрометеоиздат, Л.
- Давыдова А. И., Калинин Г. П., 1967. Пространственно-временной анализ цикличности стока рек. Вестник МГУ, Географ., № 4.
- Дружинин И. П. и др., 1966. Речной сток и геофизические процессы. Изд. «Наука», М.
- Егорова В. И., 1959. К вопросу о цикличности основных форм атмосферной циркуляции. Тр. Главн. геофиз. обсерват., в. 27.
- Кузнец П. С., 1959. Зависимость годового стока Волги у Ярославля от метеорологических факторов. Сб.: Исследование рек СССР. М.
- Максимов И. В., 1952. О «полнолунном» приливе в море и атмосфере Земли. Докл. АН СССР, т. 86, № 4.
- Максимов И. В., 1954. О многолетних приливных явлениях в море и атмосфере Земли. Тр. Инст. океанол., т. 8.
- Максимов И. В., Смирнов Н. П., 1965. Опыт построения долгосрочного прогноза основных форм атмосферной циркуляции в Северном полушарии комбинентно-гармоническим методом. Тр. Аркт. и Антаркт. научно-иссл. ин-та, т. 262.
- Мусаели С. М., 1966. Цикличность стока снегового половодья рек Армянской ССР. Тр. Закавказ. гидромет. ин-та, в. 20.
- Пастухов А. Ф., 1966. Об использовании наблюдений над течениями для изучения приливных течений открытого океана. Сб.: Проблемы получения и обработки информации о физическом состоянии океана и атмосферы над ним. «Наукова думка», Киев.
- Филонов П. П., 1967. О цикличности стока рек Балхаш-Алакольской впадины. Сб.: Проблемы физико-экономической и медицинской географии Казахстана. Алма-Ата.
- Хомерики И. Б., 1967. К вопросу исследования циклических вариаций речного стока. Сб.: Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета. Изд. МГУ, М.
- Шипилин А. В., 1957. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. Зап. Весеню, геогр. обзор СССР, т. 16, Нов. сер.
- Blackman R. B., Turkey J. W., 1959. The measurement of power spectra. N.-Y.
- Matalas N. C. 1967. Time series analysis. Water resources Res., 3., N 3.
- Outi M., 1966. Houd-term variations of the atmospheric and oceanic conditions Spec. Contribs. Geophys. Inst. Kyoto Univ., N 6.

ЗИМНИЙ КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ В СВЯЗИ С ГОДОВЫМИ РАЗЛИЧИЯМИ В ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Е. В. Мейснер

(Всесоюзный научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства)

Характерной особенностью Иваньковского водохранилища является наличие на его дне значительного количества болот. Наиболее крупные болотные массивы располагаются в верхнем плесе водохранилища по реке Шосе и ее притоку Ниюхе. Есть болота и по заливам в нижнем плесе водохранилища (рис.1).

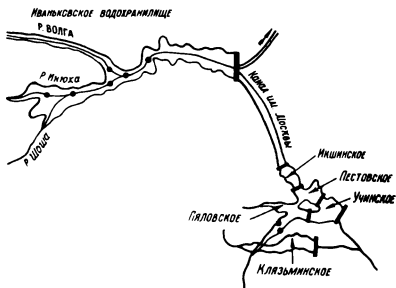


Рис. 1. Схематическая карта Иваньковского водохранилища и канала имени Москвы
 ● болотные массивы

С окончанием навигации после ледостава и до весеннего паводка на Иваньковском водохранилище производится сработка урона, обычно в пределах шести метров. При этом вода с мелководных пойменных участков, а том числе и с болотных площадей, скатывается в глубокую русловую часть водохранилища.

Работами ВНИИПРХ в 1937-1941 и 1947-1952 годах (под руководством проф. Б. М. Себенцова) выяснено, что зимний кислородный режим

центральной волжской ветви Иваньковского водохранилища формирует ся в результате взаимодействия сливающихся при сработке уровня вод ных масс Волжской и Шосинской ветвей водохранилища, интенсивности сработки уровня и гидрометеорологических условий года.

Так, в многоводные го ды высокий уровень воды (124,0 м) поддерживает ся в водохранилище до ле- достава. При значитель- ном естественном притоке в такие годы запасы воды позволяют проводить ин- тенсивную сработку уров- ня до начала весеннего паводка.

При сработке уровня наблюдается ухудшение кислородного режима водо- хранилища, особенно в фе- врале—марте при отмет- ках горизонта 121,0—119,0 м. В это время содер- жание кислорода в цен- тральной Волжской ветви водохранилища колеблется от 3,7—3,8 до 2,2 мл/л (рис. 2).

В Шосинской ветви водохранилища, на Инюхе, с начала февраля при от- метке горизонта 122,5 м наблюдается резкий дефи- цит кислорода — в среднем 1,2 мл/л, позднее он доходит до 0,2 мл/л и продолжается до весеннего паводка. В Шоше ниже Инюхи также отмеча- ется низкое содержание кислорода — 1,6—1,2 мл/л. При спадеши Шоши в Волгу положение изменяется. Здесь в феврале—марте низкое содержа- ние кислорода — 1,6—0,8 мл/л наблюдается в нижних слоях воды. В верх- них слоях количество кислорода снижается только до 2,7 мл/л. Наиболее низкое содержание кислорода отмечается при отметках горизонта 121,0—119,0 м.

Иначе обстоит дело в Волжской ветви водохранилища. В Волге выше впадения Шоши в течение февраля—марта при любых отметках содержа- ние кислорода не падает ниже 2,8 мл/л. При этом в верхних, и в ниж- них слоях воды благодаря интенсивному водообмену сохраняется близ- кое содержание кислорода. При увеличении естественного притока Вол- ги (обычно в марте) содержание кислорода увеличивается во всей толще воды. В Волге, ниже впадения Шоши, так же как и в устье Шоши, начиная с февраля и до паводка, отмечается дефицит кислорода в ниж- них слоях воды, но не столь резкий, как в Шоше, — от 2,1 до 2,9 мл/л. Лучше обстоит дело на среднем плесе Волжской ветви водохранилища, ку- да вода с пониженным содержанием кислорода в нижних слоях (2,0 мл/л) доходит только к началу марта при отметке горизонта 120,0 м. В много- водные и средние по водности годы в это время обычно усиливается есте- ственный приток, начинается весенняя подоводка воды и содержание кис- лорода повышается. Поэтому в многоводные годы в Волжской ветви

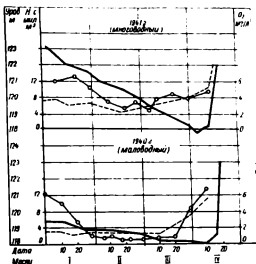


Рис. 2. Содержание O_2 мг/л в среднем столбе воды в Иваньковском водохранилище (Средний плес).

— уровень воды, --- содержание кислорода

Иваньковского водохранилища в феврале — марте сохраняется достаточное количество кислорода, не вызывающее гибели рыб.

В маловодные годы из-за слабого естественного притока сработка уровня начинается до ледостава и производится медленней. К февралю отметка горизонта достигает 119—120 м вместо 122—121 м. В многоводные годы водообмен замедляется.

В Шошинской ветви, в Икюхе содержание кислорода падает до нуля. Даже в устье Шоши в середине марта очень низкое содержание кислорода — 0,3—0,1 мл/л — наблюдается во всей толще воды и лишь на глубине 1 м временами повышается до 1,5 мл/л. В Волге, выше Шоши, в результате слабого естественного притока и штатания ее глубокими грунтовыми водами также отмечается низкое содержание кислорода: в середине марта — 1,3—1,4 мл/л, в конце марта с увеличением естественного притока — 2,1—2,3 мл/л.

В результате поступления в Волжскую ветвь водохранилища обескислороженной воды Шошинской ветви и низкого содержания кислорода в Волге выше Шоши вся Волжская ветвь водохранилища иногда испытывает резкий дефицит кислорода. Например, в 1940 году в течение февраля — марта на среднем плесе Волжской ветви содержание кислорода колебалось в среднем от 1,5 до 0,3 мл/л (рис.2), а в нижних слоях воды — от 0,9 мл/л до нуля, лишь в верхнем метровом слое временами содержание кислорода повышалось до 2,8 мл/л.

Столь сильный и длительный дефицит кислорода вызывает массовое передыхание рыб из водохранилища в канал им. Москвы и нижний бьеф и даже их гибель.

Таким образом, в многоводные годы при большом объеме уходящей под лед воды, значительном естественном притоке и повышенном содержании кислорода в Волге даже при интенсивной сработке уровня поступление обескислороженной воды из заболоченной Шошинской ветви не вызывает резкого ухудшения кислородного режима и замора рыб в центральной Волжской ветви Иваньковского водохранилища.

В маловодные годы, при сокращенном объеме уходящей под лед воды, незначительном естественном притоке и пониженном содержании кислорода в Волге даже замедленная сработка уровня в феврале — марте приводит к резкому дефициту кислорода в центральной Волжской ветви и ламору рыб в водохранилище.

Основным источником питания водохранилищ канала им. Москвы и самого канала является Иваньковское водохранилище. Естественный приток малых рек, на которых построены водохранилища, в их водном балансе имеет небольшое значение, всего лишь 5—10%. Вода Иваньковского водохранилища подается в водохранилища и канал им. Москвы насосными станциями. Количество перекачиваемой воды по годам колеблется. До 1963 года насосные станции в марте прекращали накачку волжской воды, расход воды в это время осуществлялся за счет сработки уровня водохранилищ. С 1963 года насосные станции работают непрерывно, а объем перекачиваемой волжской воды увеличился более чем вдвое. Значительно изменилась по годам и расходная часть водных балансов водохранилищ. До 1965 года основная масса волжской воды пропусклась через Пестовское водохранилище в Учиское. С 1965 года стало больше пропускаться воды по каналу в Клязьминское водохранилище. Изменялась по годам и сработка уровня водохранилищ. До 1962 года водохранилища уходили под лед обычно при высоких отметках горизонта — 162,0—161,9 м и постепенно к весеннему паводку сбрасывали свой объем до отметки 160,0 м. С 1962 года сработка уровня до отметки 160,5 м стала проводиться в ноябре — декабре, после чего остающийся объем воды поддерживался до паводка.

Наблюдения за зимним кислородным режимом водохранилищ канала им. Москвы и самого канала в 1938 году показали, что волжская вода, перекачиваемая насосными станциями, постепенно продвигается по Икшинскому, Пестовскому водохранилищам и каналу до Клязьминского водохранилища. При этом волжская вода со среднего плеса Иваньковского водохранилища попадает в Икшинское, Пестовское водохранилища и канал в районе водохранилищ только через месяц. Слабо захватываются водой Пяловское и Клязьминское водохранилища.

В дальнейшем, с 1958 по 1968 год, проводились систематические наблюдения за зимним кислородным режимом в канале между Пяловским и Клязьминским водохранилищами и в обширном Никульском заливе Пяловского водохранилища.

До 1963 года при небольшом объеме перекачиваемой в январе — феврале воды и преимущественной подаче ее в Учинское водохранилище к началу марта содержание кислорода в канале не падало ниже 3,5 мл/л, если кислородный режим в Иваньковском водохранилище был хорошим. При плохом кислородном режиме в Иваньковском водохранилище содержание кислорода в канале в начале марта доходило до 2,0 мл/л. В марте, после прекращения работы насосных станций, содержание кислорода в канале повышалось и доходило до 5,2 — 6,4 мл/л. Такое улучшение кислородного режима происходило в результате поступления в канал при сработке уровня водохранилищ богатой кислородом воды Клязьминского водохранилища. Это хорошо было видно по изменению направления течения в канале —

из Клязьминского водохранилища в Пяловское. При задержке весеннего паводка, в случае возобновления работы насосных станций, содержание кислорода в канале изменялось в зависимости от содержания его в волжской воде (рис. 3, 1958). Так, в 1960 году при заморе на Иваньковском водохранилище содержание кислорода в канале при работе насосных станций в конце марта — начале апреля доходило до 1,6 мл/л (рис. 3).

После 1963 года в условиях непрерывной работы насосных станций увеличения подачи волжской воды в Клязьминское водохранилище и при хорошем кислородном режиме в Иваньковском водохранилище содержание кислорода в канале в марте доходило до 2,8, а при плохом — до 1,5 мл/л. Поэтому в канале в это время наблюдалось течение из Пяловского водохранилища в Клязьминское (рис. 3, 1966).

Таким образом, зимний кислородный режим канала между Пялов-

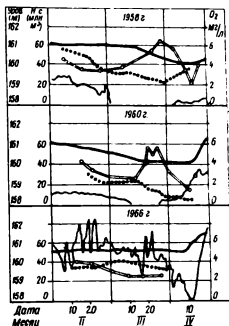


Рис. 3. Содержание O_2 , мг/л в среднем столбе воды в канале им. Москвы и Никульском заливе Пяловского водохранилища.

..... уровень воды, — работа насосных станций, — — — — — O_2 , мг/л в канале; O_2 , мг/л в заливе

ским и Клязьминским водохранилищами определяется количеством и качеством перекачиваемой волжской воды из Иваньковского водохранилища.

Зимний кислородный режим Никульского залива Пяловского водохранилища значительно отличается от кислородного режима канала. Никульский залив почти не захватывается потоком волжской воды, в нем раньше, чем в канале, благодаря притоку талой воды из выпадающих в залив ручьев начинается улучшение кислородного режима весной.

В многоводные годы (до 1962), когда замерзание залива происходило при высоком уровне — 162,0—161,9 м, при постепенной сработке уровня в течение всей зимы запасов кислорода хватало до паводка. Содержание кислорода снижалось у дна в среднем до 2,5 мл/л, в поверхностных слоях — до 3,9 мл/л (рис. 2, 1958). При этом чем больше срабатывался уровень и уменьшался объем, тем хуже становился кислородный режим. В маловодные годы, когда водохранилища уходят под лед при пониженном горизонте 161,5 м, уже в феврале отмечается более низкое содержание кислорода — в среднем 3,9 мл/л. При сработке в марте до отметки 160 м оно снижается в среднем до 0,7, а в начале апреля — до 0,4 мл/л (рис. 2, 1960).

Отсюда следует, что кислородный режим Никульского залива изменялся по годам в зависимости от сработки уровня и гидрометеорологических условий года.

После 1962 года, когда в водохранилищах стала проводиться сработка уровня в ноябре — декабре не на два, а на полтора метра, содержание кислорода в Никульском заливе в феврале — марте не испытывало резких колебаний, но стало несколько ниже, чем до 1962 года (рис. 2, 1966).

Из приведенных данных видно, что как в Иваньковском, так и в водохранилищах канала им. Москвы сработка уровня и сокращение объема воды в зимний период, особенно в маловодные годы, вызывает ухудшение кислородного режима.

Зная, при каких отметках горизонта Иваньковское водохранилище уходит под лед, а также предполагаемую сработку уровня, водность года и размеры естественного притока Волги, можно прогнозировать зимний кислородный режим Иваньковского водохранилища. Учитывая это, а также количество и сроки перекачки в канал им. Москвы волжской воды, можно прогнозировать и кислородный режим канала.

Возникновение на Иваньковском водохранилище в зимний период постоянной обширной полыньи после постройки Коныковской ГРЭС может заметно сказаться на кислородном режиме водохранилища. Поэтому после ввода на полную мощность Коныковской ГРЭС следует детально изучать ее воздействие на зимний кислородный режим Иваньковского водохранилища.

ВОДНЫЕ МАССЫ В ВОЛГО-КАМСКОМ И ТЕТЮШКОМ ПЛЕСАХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю. И. Горин

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

Комплексное изучение Куйбышевского водохранилища ведется с момента его образования. Анализ полученных материалов указывает на значительную роль водообмена и проточности в становлении среды обитания водных организмов в водохранилище. Проточность водохранилища является одной из важнейших характеристик его гидрологического режима. Она дает представление о степени обновления водной массы за конкретный промежуток времени, обуславливает постоянные течения, интенсивность турбулентного перемешивания, формирование термического режима, минерализацию и аэрацию вод и гидробиологические особенности водоема. В частности, исследование процессов формирования донной фауны указывает на тесную связь проточности с интенсивностью водообмена на отдельных участках водохранилища (Мордухай-Болтовской, 1961).

В настоящей работе рассматриваются материалы по динамике водных масс Волго-Камского и Тетюшского плесов Куйбышевского водохранилища, собранных в 1965—1968 годах. Нами использована схема районирования, предложенная Н. А. Дзюбаном (1960). Морфометрические характеристики плесов приводятся в табл. 1. Наблюдения проводились по методике, разработанной в Институте биологии внутренних вод АН СССР. В качестве основных индикаторов водных масс используются электропроводность воды как наиболее консервативный и репрезентативный показатель, а также концентрации ионов хлора. Для уточнения районов распространения водных масс использовались и другие физико-химические характеристики. Границы между ними, или гидрологические фронты, проводились по точкам максимальных градиентов электропроводности воды и по ряду других показателей.

Таблица 1

Морфометрические характеристики плесов Куйбышевского водохранилища

Наименование плеса	Объем (км ³)	Площадь (км ²)	Глубина (м)		Ширина (км)		Уклон (‰)
			Средн.	Макс.	Средн.	Макс.	
Волго-Камский	6130	1023	5,6	23,0	18	40	65
Тетюшский	8081	914	8,8	33,0	11	14	100
Узинский	7270	646	11,3	25,0	14	27	70

Водные массы Волго-Камского плеса слагаются из вод, поступающих по Волге и Каме, а также за счет боковой приточности. Роль последних незначительна. Для определения показателей исходных водных масс выполнялись специальные реперные разрезы, расположенные на значительном удалении от района их смешения. Существенное различие физических и химических свойств волжских и камских вод дает возможность проследить их продвижение в водоооме и наблюдать процессы их смешения и трансформации.

Таблица 2

Некоторые характеристики (осредненные) водных масс Куйбышевского водохранилища

Сезон	Водная масса	Температура	Прозрачность (см)	Электропроводность, $10^{-6} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$	pH	Жесткость (градусы)	Жесткость Mg-Экв	Кислород ($\text{мг O}_2/\text{л}$)	CO_2 ($\text{мг CO}_2/\text{л}$)	Концентрация ионов хлора ($\text{мг Cl}/\text{л}$)
Весна	Волжская	9,0	50	352	7,2	44	2,81	8,91	12,26	11,5
	Камская	7,6	40	342	7,4	52	3,12	8,83	14,31	32,0
	Водохранилищная	9,4	50	317	7,2	48	2,26	10,43	10,32	21,3
Лето	Волжская	20,3	110	312	7,6	30	2,91	8,68	6,33	12,7
	Камская	19,7	90	425	7,6	44	3,52	7,86	9,85	38,2
	Водохранилищная	23,0	120	366	7,8	40	2,94	10,62	12,19	23,0
Осень	Волжская	9,2	120	321	7,4	40	3,30	9,56	11,13	14,5
	Камская	7,8	100	437	7,6	56	3,45	10,06	13,67	42,7
	Водохранилищная	12,2	150	384	7,9	46	3,47	9,61	10,37	28,3
Зима	Волжская	0,1	100	345	7,2	50	3,38	8,45	12,31	16,2
	Камская	0,1	80	460	7,6	60	3,70	7,81	16,47	43,4
	Водохранилищная	0,1	120	404	7,5	46	3,45	9,35	17,52	29,8

Более ранние сроки вскрытия Волги позволяют волжским водам в весеннее время заполнить нижнюю часть Волго-Камского и почти весь Тетюшский плес до района деревни Долиновки. С началом паводка на Каме камские воды, распространяясь по бывшему руслу Камы, вклиниваются в волжскую водную массу и, несколько вытесняя ее и зимние камские, распространяются вдоль левого берега плеса, занимая при этом более мелководную его часть. Зона контакта этих масс в это время четко прослеживается, даже визуальнo, от убежища Атабаево до Долгой Поляны. Их различный генезис хорошо подчеркивает разную окрасшенность, мутность и прозрачность. Камские воды более мутны и менее прозрачны. Ветровое перемешивание размывает зону их контакта до глубин 2—4 м, но в придонных слоях границы контакта более четкие. В результате смешения волжских и камских вод образуется новая водная масса, которую мы называем водохранилищной. В силу морфометрических особенностей Волго-Камского плеса и своеобразия скоростного режима в распределении струй течения в районе деревень Ташкертень и Щербеть образуются стационарные зоны, в пределах которых весенние камские воды сохраняют свои показатели (электропроводность, жесткость, концентрация хлоридных ионов) до августа, так как острова и мелководья сдерживают процессы смешения их с поступающими летними камскими водами. Под действием

свежих ветров южных румбов застойная зона в районе деревни Ташкерманы может разрушаться даже в июле. Напротив, граница застойной зоны в районе деревни Щербеть отличается своей стабильностью. Таким образом, основную роль в трансформации вод застойных зон играет ветровое воздействие, что является примером метеогенного типа формирования водных масс (рис. 1). Волжская водная масса с электропроводностью $220-250 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ и концентрацией ионов хлора $9,7-11,5 \text{ мг/л}$ располагается вдоль правого берега водохранилища; камские воды с электропроводностью $310-340 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ и концентрацией ионов хлора $27,3-$

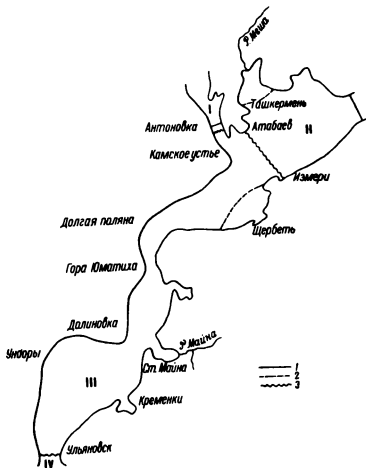


Рис. 1. Схема Волго-Камского, Тетюшского и Ундорского плесов Куйбышевского водохранилища:

1 — реперные разрезы, 2 — застойная зона, 3 — границы зон

$35,7 \text{ мг/л}$ — вдоль левого (рис. 2). В районе Тетюшского сужения водохранилища (рынок горы Юматиха) в результате заметного увеличения скоростей течения происходит интенсивное перемешивание волжских и

камских вод, но тем не менее они отдельными, достаточно развешенными потоками вливаются в нижнюю часть Тетюшского плеса. После этого сужения в результате перемешивания поверхностные слои воды почти выравнивают свои характеристики, но придонные сохраняют различие.

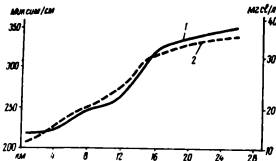


Рис. 2. Распределение электропроводности и концентрации хлоридных ионов по разрезе Камское Устье—Памри:

1 — электропроводность воды (мкм/см), 2 — концентрация хлоридных ионов (мг/л)

В нижней части Тетюшского плеса, особенно в штилевую погоду, ярко выражена вертикальная неоднородность водных масс, которая целиком определяется особенностями формирования поступающих в него вод, то есть связана с их происхождением (рис. 3).

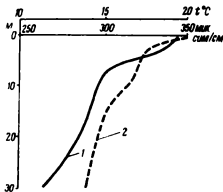


Рис. 3. Вертикальное распределение электропроводности и температуры воды в Тетюшском плесе

1 — электропроводность (мкм/см), 2 — температура (°C)

После сужения водохранилища в районе Долиновка — Старая Манна волжские и камские воды почти полностью перемешиваются, хотя на разрезе Ундора временно наблюдается некоторое увеличение электропроводности от правого берега к левому, а в главном русле Волги иногда обнаруживается и волжская водная масса (рис. 4).

В зависимости от водности года объем и площадь, занимаемые различными водными массами, колеблются в широких пределах. В летне-осенний период, когда приточность по рекам Волге и Каме резко падает, районы проникновения их вод значительно сокращаются, а площадь, занимаемая водохранилищной водой, несколько увеличивается. В это время волжские воды достигают района Тетюш, камские — деревни Полянки.

На границе Тетюшского и Ундорожского плесов находится залив-убежище Старая Майна, образовавшийся в долине реки Майны, воды которой имеют более высокие электропроводность и цветность, чем в при-

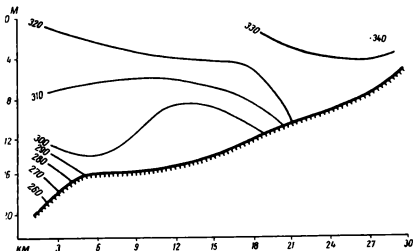


Рис. 4. Распределение электропроводности воды (мксм/см) на разрезе Ундоры.

легающей части водохранилища. Верховье залива заполнено специфической водной массой с определенными физико-химическими показателями. Остальную часть залива в весенний период занимают несколько трансформированные камские воды, которые по мере падения уровня воды в водохранилище вытесняются с одной стороны водами реки Майны, а с другой поглощаются водохранилищной водной массой, которая в июле — августе распространяется до верховья залива. В отдельные годы, например, в июле 1968 года, в заливе располагались три водные массы. Верховье занимала водная масса реки Майны, среднюю и частично нижнюю часть — трансформированные камские воды, а в устье залива располагалась летняя водохранилищная водная масса.

Можно полагать, что формирование водохранилищной водной массы начинается в Волго-Камском плесе, продолжается в Тетюшском и полностью заканчивается в Ундорожском, то есть на протяжении 160 км — от места слияния волжских и камских вод. Основные показатели водохранилищной водной массы зависят от соотношения приточности рек Волги и Камы, ее изменения во времени, а также от биологических процессов протекающих в толще воды. Определенное значение в этом вопросе имеет и режим эксплуатации водохранилища гидроэнергетиками. Главную роль в ее формировании играют гидрогенный и метеогенный типы трансформации водной массы (Быторми, 1968).

На основе изложенного мы выделяем в Куйбышевском водохранилище, помимо заливов, четыре зоны: 1 — зона волжских вод, от выклинивания подпора воды до деревни Антоновки (250 км); 2 — зона камских вод, от выклинивания подпора до убежища Атабаево (210 км); 3 — зона формирования водохранилищных вод, от нижних границ предыдущих зон до Ульяновска (160 км); 4 — зона водохранилищных вод, от Ульяновска до плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина (140 км).

ЛИТЕРАТУРА

- Буторин Н. В., 1968. О двух типах трансформации водных масс в водохранилищах Бисл. внутр. водоемов. Информ. бюлл., № 2.
- Дзюба Н. А., 1960. О районировании Куйбышевского водохранилища. Гюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 8-9.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1961. Процесс формирования допкой фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР вып. 4 (7).

МЕЛКОВОДЬЯ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Г. Н. Петров

(Казанский отдел Северного научно-исследовательского института
гидротехники и мелиорации)

До последнего времени при сооружении крупных гидроэлектростанций не уделялось должного внимания вопросу сокращения площадей затопляемых земель. Выбор нормального подпорного горизонта (НПГ) водохранилища определялся чисто энергетическими соображениями, обеспечивающими максимум выработки электроэнергии. Часто только геологические условия, общая стоимость сооружения и объем вышерейсовых работ по защите городов несколько ограничивали отметку горизонта воды. Затопляемые земли, как правило, представленные высокоплодородными луговыми черноземами или окультуренными землями надпойменных террас, обладают большой потенциальной ценностью в сельскохозяйственном отношении. При надлежащей эксплуатации эти земли могут давать высокие урожаи, например, сена 40—60, а местами 80—100 ц/га. Однако при определении ущерба от затопления принималась очень низкая фактическая урожайность затопляемых земель 3—8 ц/га, которая объективно складывалась вследствие ряда условий их ненормальной эксплуатации. Низкая доходность этих земель использовалась в качестве одного из доводов для обоснования целесообразности их затопления. Вместе с тем с целью компенсации ущерба проектировалось орошение земель, доходность которых принималась весьма высокой. Расчеты фитологов также поддерживали идею затопления, так как вместо фактического улова на старой Волге в 20—25 кг/га водного зерна русла проектировался вылов рыбы в 40 кг/га, а с учетом увеличившейся площади водоема общий прирост расчетной рыбной продукции возрастал в 8 раз.

Опыт эксплуатации Куйбышевского водохранилища показал, что орошение не проводилось, поэтому ущерб от снижения сельскохозяйственной продукции не компенсировался, а рыбопродуктивность водоема остановилась на 6—8 кг/га акватории.

Морально-правовая основа затопления земель, ценных и незаменимых для производства продуктов питания, требует специального рассмотрения. Использование таких земель не по прямому назначению должно быть сильно ограничено, если не полностью прекращено, тем более, что наша страна в изобилии имеет другие источники энергии: ветер, солнечный свет, морские приливы, уголь, нефть, газ, горючие сланцы, атомный распад, биологические процессы. Конечно, нет оснований исключать из источников энергии и воду. Однако строительство гидроэлектростанций надо тщательно обосновывать, а во всех случаях затопления высокопродуктивных плодородных угодий предусматривать их полноценное рыбное и сельскохозяйственное использование. В практике строительства ГЭС часто считалось, что факт затопления этих земель обеспечивает достаточно эффективное их энергетическое использование в связи с учес-

тием аккумулярованной воды в суточном, недельном и даже месячном регулировании стока, то есть в процессах, для которых целесообразно использовать только плодородные, бросовые земли.

В первую очередь возникают вопросы улучшения использования мелководий, то есть земель, затопленных слоем воды менее двух метров.

Рыбоводы рассматривают затопленные земли в качестве мест нереста некоторых пород рыб, что, несомненно, справедливо в том случае, когда уровеньный режим соответствует потребностям рыбного хозяйства, например, по схеме: весеннее наводнение — нормальный подпорожный горизонт (НПГ) — постепенная навигационная сработка уровня с осушением мелководий к концу лета, с целью восстановления аэробных условий почвообразования, которые необходимы для поддержания рыбопродуктивности водоема на высоком уровне.

Фактический режим уровней отличается резкими колебаниями, обусловленными, прежде всего, стремлением наиболее полно удовлетворить нужды энергетики. В половодье производят накопление воды выше НПГ для повышения энергетической эффективности водоема; в это время на мелководьях вода прогревается, что вызывает перест многих видов промысловых рыб. Ко времени его завершения начинается сброс задержанной воды для осушения временно затопленных земель и для обеспечения водой проходных рыб в устье Волги. Дело усугубляется неравномерными колебаниями уровня воды около НПГ вследствие непостоянной работы гидроэлектростанций. На обширной поверхности водохранилищ при устойчивых ветрах развиваются стоно-нагонные явления, создающие длительные перекосы уровней. В этом случае, по наблюдениям П. И. Никулина (1961), горизонт воды на одном побережье может повыситься на 50—70 см, а на другом почти соответственно понизиться. Все эти явления приводят к гибели обсохшей на траве икры и малька, оставшегося в многочисленных заиленных рельефах и временных лужах.

Вследствие резких колебаний улова рыбы, особенно в годы ранней сработки, уже к началу лета мелководья водохранилищ с их плодородными почвами совершенно недостаточно используются как места нагула рыб.

Сильное штормовое волнение, нередко возникающее в различных районах Куйбышевского водохранилища, сопровождается обрушиванием берегов и, вследствие передвижения наносов вдоль берега, заносом мелководий (Широков, 1964). По расчетам Р. С. Петровой (1964), этому процессу способствуют наносы, поступающие из 80 малых рек и многочисленных оврагов, впадающих в водохранилище. Поэтому богатые гумусом плодородные земли оказываются погребенными. Штормы разрушают дно мелководья, перемещивают черную с подстилающими его песками и глинами*. Таким образом, постепенно сокращается площадь ценных затопленных земель, и рыбопродуктивность неизбежно должна снижаться. По-видимому, комплексом всех этих явлений следует объяснить снижение улова рыбы на Куйбышевском водохранилище.

Возлагались большие надежды на повышение рыбопродуктивности водоема путем искусственного рыбозаведения. Однако перестояно-выростные хозяйства в Черемшанском заливе и на Акте в Ничкассах продолжают строиться с 1957 года.

* Автор совместно с сотрудником Комсомольской ГМО Т. И. Боровиковой в 1967 году обследовал в районе устья реки Утка к западу от Магдальевки обширный участок мелководья, на котором полностью уничтожены заросли тростника и плавающих растений, сильно разросшиеся к 1966 году. Почвенный покров и сорняковые растения были полностью выщелены, и обнажились подстилающие их глина и суглинок, а на южном побережье, вследствие бушевавшего здесь шторма, образовался уступ границы водохранилища.

Предприимчивые Главырбводом ограничениялова с целью повышения воспроизводства запасов промысловых рыб за счет естественного размножения далеко не всегда эффективны, так как целый ряд факторов оказывает отрицательное влияние на рост численности рыб. Например, в зимние месяцы ГЭС, как правило, работает при сильно пониженных уровнях водохранилища. В связи с этим на значительном протяжении Волга протекает в старом русле, где вследствие неравномерной работы ГЭС и недостаточной регулирующей емкости наблюдаются резко выраженные внутрисуточные колебания. Это приводит к образованию мощного ледяного покрова, разрывам русла, занесению рыбных зимовальных ям, изменением их скоростного, а местами и температурного режима в неблагоприятную для стада сторону. Большая масса часто недостаточно очищенных стоков поступает из ряда промышленных узлов и районов (например, Горьковского-Дзержинского, Чебоксарского, Волжско-Зеленодольского, Казанского, Ульяновского, Нижнекамского-Менделеевского, Ижевского) и вливается по малым рекам из некоторых рыбодобывающих районов. При зимнем сокращении речного стока, особенно в маловодные годы, происходит недостаточное разбавление сильно загрязненных сточных вод, что приводит к значительному дефициту кислорода и как следствие — к заморам рыб.

В создавшихся условиях низкой продуктивности мелководий отделение этих ценных земель является наиболее правильной и в современных условиях единственно возможной мерой для интенсификации рыбохозяйственного и сельскохозяйственного использования. Оба эти вида использования земель существенно различаются по способу технического осуществления. Первый предусматривает сохранение мелководий, отделение которых от водохранилищ необходимо для создания водного режима, оптимального по условиям рыбоводства. Второй предусматривает осушение мелководий, когда отделившиеся дамбы играют роль подпорных сооружений и требуется создание осушительно-обводнительной сети, сложной по техническому осуществлению.

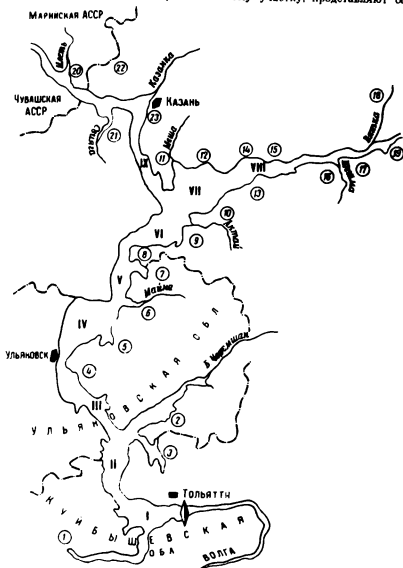
По предложению Куйбышевской станции Института биологии внутренних вод АН СССР и по проекту Е. С. Аронина, П. В. Михеева и Е. В. Мейснера (1963) в Сусальском заливе водохранилища успешно создается крупное полносистемное рыболовное хозяйство: разработана схема использования Агайбашского массива мелководий в Мещинском заливе по идее А. В. Лукина (Татарское отделение ГосНИОРХа) в опытно-производственном масштабе осуществлено отделение залива у села Каргиниха по схеме В. И. Беляева (Татарский рыбопромышленный трест).

Возможны три схемы решений по использованию мелководий. В Сусальском заливе для пополнения прудов и компенсации расходов на фильтрацию и испарение предусмотрено использование вод водохранилища и местного стока с водосборного бассейна реки Сусала. Для пропуска высоких расходов половодья сооружается водоспуск. Аналогичные решения могут быть на Калинюрском, Майнском и Утинском заливах. Недостатком их являются большие капиталовложения, поэтому практически можно использовать только отдельные объекты, особо благоприятные по своим природным условиям, в случае их достаточной экономической эффективности.

Объект у Агайбаша представляет участок, примыкающий к набережной, и для его отделения требуется сооружение длинной дамбы по сохранившимся островам. Наполнение отделившегося участка предусматривается из водохранилища в период половодья через специальные шлюзы, которые могут использоваться для спуска воды в осенне-зимний период при отлове рыбы. Для пополнения потерь воды на испарение и транспи-

рацию, а также с целью осушения в осенний период при высоких горизонтах водохранилища сооружается насосная станция. Большинство таких участков предназначено для луга рыбы, но в некоторых из них возможно создать выростные и зимовальные пруды.

Объекты, подобные Карташхинскому участку, представляют собой



Местоположение Куйбышевского водохранилища:

цифры в кружках означают районы, указанные по нумерации в табл. 1, римские цифры — гидрологические районы (по В. М. Широкову, 1962). I — Приволжский район, II — Новодевичинский островный плес, III — Нижне-Ульяновский островный плес, IV — Верхне-Ульяновский островный плес, V — Нижне-Тетюшский островный плес, VI — Верхне-Тетюшский островный плес, VII — Волжско-Камский островный плес, VIII — Тетюшский район, IX — Козьмодемьянский район.

Характеристика мелководий Куйбышевского водохранилища

Рядом	Номер и название массива	Название участка	Площадь (га)	Глубина (м)		Грунт	Процент долины, покрытой	
				прибрежная	мелководья		обна	вод. раст.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1. Усинский	Усинский	130	1,5	5	Галл.	Нет	10
II	2. Черемшанский	Мелекесский	8500	2	10	Песч.	80	50
		Приморский	900	1,5	5	Песч.	60	30
		Рязанский и Александровский	2600*	1,5	5	Сугл.	—	25
III	3. Сусанский	Сусанский	8750*	Сооружается		рыбхоз	—	—
IV	4. Калмаюрский	Велюрбинский	200*	2	4	Песч.	5	10
V	5. Уреньский	Ивановский	140	3	5	Песч.	50	30
	6. Майнский	Ст.-Майнский	70*	2	3	Сугл.	—	10
		Красноармейский	120*	1,5	6	Песч.	25	10
VI	7. Уткинский	Березовский	1000*	2	8	Супесч.	—	—
		Тайковский	200*	2	4	Супесч.	—	—
		Железский	370*	1,5	4	Сугл.	—	30
VII	8. Болгарский	Ржавский	400	2	3	Торф.	20	10
		Болгарский	300	2	6	Супесч.	10	1
	9. Кураловский	Кураловский	2000*	1	2	Сугл.	1	1
		Шербетский	1000*	1	2	Сугл.-торф.	1	50
		Вознесенский	2000*	2	6	Сугл.	2	10
VIII	10. Лебединовский	Балахиновский	2100	2	3	Песч.-торф.	20	2
		Лебединовский	150	1,5	3	Супесч.	80	1
		Березово-Гринск.	200	2,0	3	—	80	10
	11. Мещинский	Нармонский	400	2	3	Песч.	—	30
		Агайбаши	3000*	Разрабатывается проект использования				использова-
		Куюковский	400	1,5	4	Торф.	Нет	70
	12. Ланшевский	Полянский	50	2	5	Сугл.	Нет	Нет
		Имельковский	(100)	2	5	Сугл.	»	»
		Ланшевский	(100)	2	5	Сугл.	»	»
IX	13. Алексеевский	Саконский	1300	2	3	Песч.	Нет	Нет
		Мокро-Курналинский	1500*	2	3	Сугл.	Нет	10
	14. Рыбно-слободский	Полянский	150	2	5	—	Нет	—
		Р. Ошняковский	(300)	2	4	—	Нет	5
		Масловский	200	1	3	—	Нет	5
	15. Урохтинский	Красноярский	150	1	—	Сугл.	15	90
		Урохтинский	4000	2	5	Сугл.	30	20
		Гривячинский	500	1	5	Сугл.	30	30
	16. Шешминский	Белячинский	1100	2	5	Сугл.	10	15
		Шешминский и Сарсазский	1500*	Возможно использование в сельском х-ве, совместно с прилегающ. подгот. землями				—
		Четырчинский	1500	2	3	Сугл.	5	10
		Будырский	2000	2	4	Сугл.	5	5
		Омарский	(200)	Картографические данные недостаточные				—
		Покровский	(500)	»	»	Сугл.	»	»
	17. Смысловско-Рагозинский	Смысловский	200	1	5	Сугл.	5	15
		Рагозинский	800	1	6	Сугл.	5	5
18.	Мамадышский	Мамадышский	100	2	4	Супесч.	10	10
		Омарский	150	1,5	3	Супесч.	10	10
19.	Глабузский	Танайский	(200)	Картографический материал недостаточен				—
		Соболевский	90*	2	4	Сугл.	30	10
		Котловский	90*	2	4	Сугл.	15	30
		Соколовский	100*	2	4	Супесч.	10	80

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	20. Верхний		(500)	Картографический материал не- статочно				
X	21. Свияжский	Старичный Британско- Канский Исаковский Приустевой	150 1300 (500) (1000)	1,5 1,5 —	3 3 —	Супесч. Сугл. —	5 10 —	80 60 —
	22. Зеленодоль- ский	Зеленодольский Обсерваторский Ютинский	500 300* 80	2 1,5 2	5 3 4	Песч. Песч. —	30 80 —	50 30 —
	23. Казанский	Огарский Кордонский Каргазинский	300 100 500*	— 2 —	— 4 —	— Сугл. Используется частично	— 60 —	3 — —

* Участки, признанные полностью или частично пригодными для рыбохозяйственного использования по имеющимся материалам; все прочие участки общей площадью 22,0 тыс. га непригодны для использования или требуют дополнительных обследований.

ушки и длинные (1,5—4,0 км) залпы с незначительной водосборной площадью. Их заполнение происходит за счет паводковых вод — переливом через глухую плотину или через водоспуск. Осушение в осенний период может проводиться передвижными рыбопосадочными, обслуживающими группу нагульных прудов-заливов, или через водоспуск при обычном осеннем понижении уровня в водохранилище. Подобные участки обычно находятся в районах, близких к месту выклинивания подпора, где паводковый горизонт всегда выше подпорного.

Указанные участки представляют незначительную часть мелководий, так как обследование всего водохранилища с целью выяснения возможностей более широкого использования их в рыбохозяйственном отношении не проводилось. Площадь мелководий не уточнена. По одним данным (Ботатырск, 1958) она составляет 800 км², а по другим (Лукпп, 1958) — 940 км².

Средне-Волжское управление рыбной промышленности поручило Казанскому отделу СелНИИГиМ выявить состоящие мелководий Куйбышевского водохранилища и возможности их рыбохозяйственного использования. В процессе работы собраны и просмотрены прошлые и современные почвенные, топографические, лесные, навигационные, картографические и литературные материалы. Проведены также некоторые рекогносцировочные обследования. На основе этих материалов под руководством автора при участии агронома Н. Г. Котовой, геоботаника А. М. Ватрушкина, инженера-гидротехника Л. П. Скобликовой, экономгеографа Л. А. Верещагиной составлена предварительная схема использования мелководий. По естественным гидролого-географическим районам водохранилища участки мелководий распределяются весьма неравномерно (табл. 1, рис. 1).

Из рассмотренных почти 70 тыс. га мелководий заслуживают внимания и пригодны к освоению в ближайшее время 26,9 тыс. га. По способу использования и размеру затрат на отделение можно выделить две группы. К первой относятся мелководья в количестве семи водоемов, отделение которых возможно по третьему, простейшему типу. Это: 1) южная часть Бельского затока Шешминского массива площадью 85 га; 2) старица Сокольского участка Елабужского массива — 20 га; 3) старица острова Котловского Елабужского массива — 40 га; 4) озера Соболевского участка Елабужского массива — 45 га; 5) мелководья у села Буззена Свияжского

массива — 30 га; 6) мелководья у села Утякова Свияжского массива — 50 га; 7) Октябрьско-Васильевский залив Зеленодольского массива — 80 га. Более детальное обследование позволит выявить большее количество объектов, технически просто осваиваемых.

Ко второй группе относятся мелководья, отчленение которых требует капитальных затрат на сооружение больших дамб и оборудование их насосными станциями. В числе таких объектов можно указать следующие: Рязановский участок Черемшанского массива площадью 700 га, Белорыбинский участок Калинюрского массива — 200 га, Уткинский массив — 1500 га, Кураловский массив — 2000 га, Агайбашский участок Мешинского массива — 300 га, Мокро-Куриалинский участок Алексеевского массива — 200 га, Урохтинский участок Урохтинского массива — 2000 га, Четырчинский — 1400 га и Буддырский участок Шепинского массива — 2000 га, Смышловско-Рагозинский массив — 450 га, Бритвинско-Кавинский участок Свияжского массива — 250 га.

Некоторые мелководья целесообразно осваивать комплексно — для рыбохозяйственного и сельскохозяйственного использования. Например, из 5 тыс. га Кураловского массива можно для рыбоводства использовать 2 тыс. га Кураловского участка и 1 тыс. га Щербетского и для сельского хозяйства на Бездвинском участке использовать почти 3 тыс. га. На Урачинском участке Рыбноободского массива (напротив города Чистополя) дамбой в 7,5 км длиной можно отделить площадь около 3 тыс. га для использования в сельскохозяйственном производстве и частично для разбразведения. По предварительным подсчетам, стоимость оборудования при использовании незатопленных «грив» составит менее 400 руб. на 1 га. Мелководный участок площадью 1400 га может быть отчленен дамбой в 4 км у села Мокрое Куриалы Алексеевского района. Особенно перспективным для комплексного, преимущественно сельскохозяйственного использования является Буддыро-Русско-Сарсазский массив затопленных земель с мелководьями Шепинского массива. Общая площадь, возвращенная и производство, составит 10 тыс. га.

При проектировании новых гидроэлектростанций следует высказывать все пути для сокращения непроизводительных затоплений ценных плодородных земель.

Необходимо обследовать мелководья всех водохранилищ для разработки схем их рационального использования в рыбохозяйственном и сельскохозяйственном отношении.

ЛИТЕРАТУРА

- Аропин Е. С., Михеев П. В., 1963. Новое направление рыбохозяйственного освоения мелководий крупных водохранилищ. Матер. I научно-техн. совещ. по изуч. Куйбышевск. водохранилища, в. 3, гидробиол., иктвол., гидрохим. Куйбышев. Богатырев В. В., 1958. Инженерная защита в зоне водохранилищ крупных электростанций. Госэнергоиздат.
- Лукин А. В., 1958. Первые годы существования Куйбышевского водохранилища и условия формирования в нем стада промысловых рыб. Тр. Татарск. отд. ИНИОРХ, в. 8.
- Нижухин П. И., 1961. Особенности режима уровней и сточно-нагонных явлений акваторий, заливов и устьев рек Куйбышевского водохранилища. Изв. Казанск. фил. АН СССР, сер. энерг. и водн. хоз., в. 3.
- Петрова Р. С., 1964. Характеристика водосборного бассейна Куйбышевского водохранилища в отношении твердого стока и задачи его изучения. Сб. раб. Комсом. гидрометеосерв., в. 3.
- Широков В. М., 1964. Условия формирования подводного рельефа Куйбышевского водохранилища. Сб. раб. Комсом. гидрометеосерв., в. 3.

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н. Н. Гусева, М. П. Максимова

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

Систематическое изучение органического вещества донных отложений Куйбышевского водохранилища проводилось в начальный период его формирования (1958—1960 и 1963 годы). Образцы донных отложений отбирались из верхнего слоя (0—5 см) дночерпательных проб, взятых на разных участках водохранилища. Химическому анализу подвергалась часть взятой пробы грунта в виде воздушно-сухой навески в количестве 0,1—0,5 г в зависимости от характера грунта. Всего в разные периоды года (май, июль, октябрь) было отобрано и проанализировано около 200 проб с определением содержания общего органического вещества, азота и фосфора. Содержание органического вещества в пробах определялось путем мокрого сжигания в хромате калия (Николаева, 1953), азота (органического и аммиачного) по методу И. В. Тюрина (Арилушкина, 1952) и фосфора (органического и минерального) путем сжигания навески с серной кислотой (Алексн, 1954).

В первые годы формирования водохранилища содержание органического вещества зависело в большой степени от интенсивности вымывания его с затопленных сельскохозяйственных угодий и разложения наземной растительности. Увеличение органического вещества за счет затопленных угодий отмечалось до 1960 года. Значение фитопланктона как источника детрита вследствие его быстрой минерализации невелико. Органическое вещество, образующееся при отмирании макрофитов, существенного значения не имеет (Попов, Голубева, 1963).

Основным источником формирования донных отложений Куйбышевского водохранилища, расположенного в зоне с достаточно высокой эрозией, являются продукты размыва берегов и ложа, а также аллювиальные наносы, поступающие с водами притоков. В. М. Широков (1963, 1964)* считает, что в первое десятилетие существования Куйбышевского водохранилища продукты обрушения берегов являются основной составной частью балласта наносов и составляют 68%. Несколько меньше (32%) приходится со стоком рек. Из общего количества наносов 90% их остается в водохранилище.

Формирование донных отложений в водохранилище началось с первого года его затопления. И. В. Баранов (1958) отмечает, что уже летом 1957 года залитые грунты вблизи берегов у размываемых грив оказались покрытыми глинистым наилом, местами до 6—8 см, с низким содержанием органического вещества. В пойменных участках его толщина не

* Распределение затопленных грунтов и формирующихся донных отложений в первые годы затопления водохранилища подробно приводится в названных работах В. М. Широкова

превышала нескольких миллиметров. В основном интенсивное заиление шло в глубоких пойменных озерах, рукавах, затоках и старицах. В заливах и отрицательных формах рельефа заиление достигает иногда одного метра. На ровных участках дна мелководной зоны заиление шло слабо. Большое влияние на неравномерность в распределении донных отложений оказывает скорость течения и ветровое перемешивание.

Таблица 1

Гранулометрический анализ проб донных отложений Куйбышевского водохранилища (июль 1963 года)

Название и номер станции	Типы отложений	Диаметр частиц (мм) и их содержание (%)									Наибольший диаметр (мм)
		10—5	5—2	2—1	1—0,5	0,5—0,2	0,2—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	0,01—0,001	
Тетюши 20	Крупный песок	—	1,3	4,3	54,5	38,0	—	0,6	1,3	—	10×6×4
Васильево 9	Заиленный песок	—	—	—	—	0,7	10,1	32,5	42,8	13,9	0,8
Ланцево 45	Ил	—	—	—	—	7,2	6,9	10,0	28,6	47,3	0,9
Ундоры 21	Ил с примесью песка	—	—	—	—	4,8	4,1	10,8	37,9	42,4	1,2
Шлювка 56	Ил	—	—	—	—	0,4	1,6	9,8	45,7	42,5	1,4
Подвалье 65	Ил	—	—	—	0,3	1,7	0,6	6,9	51,6	38,9	0,6
Березовка 34	Ил (с удлиненным спектром)	—	—	—	—	11,5	10,8	12,1	28,4	37,2	0,6
Березовка 39	Ил (с удлиненным спектром)	—	—	—	—	12,9	9,8	11,8	29,2	36,3	0,9

Механический состав донных отложений Куйбышевского водохранилища характеризуется почти полным отсутствием частиц больше 5 мм (табл. 1). Частицы с большим диаметром встречались на суженных участках с большой проточностью, где они в основном представлены фракциями 0,5—1,0 мм. На участках с заиленными песками диаметр частиц снижался до 0,01—0,1 мм. Преобладающими фракциями в расширенных части водохранилища являются мелкозернистые частицы при значительной доле пылевых и глинистых частиц с диаметром 0,005—0,01 мм.

Содержание органических веществ в разных типах донных отложений изменялось в пределах 0,1—16,2% от сухого грунта (табл. 2). Наименьшее содержание органического вещества отмечалось в песке — от 0,1 до 0,2%. Оно заметно возрастает в серых илах, в среднем до 3—4%, в коричневых — до 5,2% и темно-бурых — 11,5%.

Различия в содержании органического вещества четко были выражены между илами русловых и пойменных участков (табл. 3). На бывшем русле по всей длине водохранилища донные отложения однообразны и представлены в основном песчанисто-серыми и серыми илами. Однотипность донных отложений подтверждается и близким сходством в содержании органического вещества (в среднем 2—4%). На бывшем поиме в водохранилище и в заливах, в связи с разнообразием донных отложений от темно-серых илов до задерживаемых почв, содержание органического вещества изменялось в более широких пределах (1—16%). Для Куйбышев-

Таблица 2
Содержание органического вещества в донных отложениях Кудышевского водохранилища в 1953 году
(1—в г и г сухого грунта, 2—в % от сухого грунта, 3—в %, от общего содержания органического вещества;
в числителе — пределы колебаний, в знаменателе — средние величины)

Типы донных отложений	Общее органическое вещество		С органический		Остаток азот (N)			C/N		Общая фосфор (P)	
	1	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2
Песок	0,9—2,1 1,5	0,1—0,2 0,15	0,4—1,1 0,7		0,11—0,12 0,11	0,01—0,01 0,01	5,5—12,5 9,0	3,9—9,1 6,5	0,02—0,03 0,02	0,37—0,75 0,56	
Слабо заиленный песок	3,7—11,9 5,8	0,4—1,2 0,6	1,9—6,0 2,9		0,25—0,60 0,4	0,02—0,06 0,04	5,0—11,9 8,6	4,2—9,9 6,4	0,02—0,05 0,04	0,14—1,07 0,69	
Песчанисто-серый ил	23,4—50,9 33,1	2,3—5,1 3,3	11,17—25,1 18,2		1,31—2,65 1,7	0,13—0,26 0,16	4,1—6,0 4,7	8,3—12,1 10,6	0,031—0,19 0,08	0,09—0,38 0,21	
Серый ил	19—56,0 37,5	1,9—5,6 3,7	2,9—28,0 18,7		1,28—2,71 1,8	0,13—0,27 0,18	3,5—7,1 5,5	7,0—10,8 10,2	0,08—0,20 0,13	0,20—0,52 0,38	
Кормящийся из с остатками растительности	36,8—70,6 51,6	3,7—10,0 5,2	18,1—35,3 25,8		1,11—3,44 2,4	0,11—0,34 0,23	3,0—5,2 4,7	9,6—16,5 11,1	0,06—0,16 0,11	0,10—0,32 0,22	
Темно-бурый ил	62,2—160,6 115,2	6,2—16,1 11,5	41,5—81,1 64,7		3,36—7,39 6,0	0,34—0,79 0,60	4,0—4,9 4,5	9,0—12,3 10,8	0,13—0,21 0,17	0,08—0,22 0,14	

Таблица 3
Содержание органического вещества в донных отложениях на различных участках Куйбышевского водохранилища (обозначении граф те же, что в табл. 2)

Рядовые водохранилища	Общее органическое вещество	Углерод органический (C)		Общий азот (N)		C/N	Общий фосфор (P)	
	7	1	2	3			2	3
Веприк	Быстрое русло	$\frac{0,37-2,53}{1,7}$	$\frac{0,43-25,4}{10,8}$	$\frac{0,01-0,25}{0,11}$	$\frac{4,5-12,5}{6,9}$	$\frac{3,9-11,0}{8,1}$	$\frac{0,002-0,020}{0,006}$	$\frac{0,09-1,07}{0,46}$
	Быстрая пойма	$\frac{3,97-4,22}{4,0}$	$\frac{1,1-21,1}{8,1}$	$\frac{0,01-0,15}{0,06}$	$\frac{3,5-8,6}{5,8}$	$\frac{5,7-14,4}{9,7}$	$\frac{0,003-0,012}{0,007}$	$\frac{0,29-0,96}{0,66}$
Средний	Быстрое русло	$\frac{3,7-4,11}{3,8}$	$\frac{15,1-20,9}{17,1}$	$\frac{0,13-0,22}{0,17}$	$\frac{3,8-5,2}{4,4}$	$\frac{9,6-12,1}{11,1}$	$\frac{0,007-0,013}{0,001}$	$\frac{0,10-0,32}{0,22}$
	Быстрая пойма	$\frac{3,68-5,60}{4,6}$	$\frac{18,4-41,1}{42,5}$	$\frac{0,11-0,27}{0,19}$	$\frac{3,0-4,8}{4,1}$	$\frac{12,3-16,5}{14,4}$	$\frac{0,004-0,011}{0,012}$	$\frac{0,20-0,27}{0,23}$
Линков	Быстрое русло	$\frac{2,83-4,30}{3,5}$	$\frac{16,1-21,8}{17,7}$	$\frac{0,14-0,21}{0,16}$	$\frac{4,1-5,2}{4,7}$	$\frac{9,6-12,1}{10,8}$	$\frac{0,004-0,012}{0,009}$	$\frac{0,13-0,29}{0,08}$
	Быстрая пойма	$\frac{7,05-16,22}{11,5}$	$\frac{24,5-79,1}{43,6}$	$\frac{0,21-0,79}{0,45}$	$\frac{3,5-4,9}{4,4}$	$\frac{10,2-14,1}{11,3}$	$\frac{0,012-0,022}{0,019}$	$\frac{0,11-0,38}{0,20}$
Калин	Быстрое русло	$\frac{1,98-5,06}{3,5}$	$\frac{9,9-80,3}{11,1}$	$\frac{0,14-0,26}{0,21}$	$\frac{1,9-7,1}{5,7}$	$\frac{8,3-10,0}{9,1}$	$\frac{0,008-0,008}{0,008}$	$\frac{0,10-0,31}{0,24}$
	Быстрая пойма	$\frac{5,70-16,06}{10,2}$	$\frac{28,7-79,0}{46,0}$	$\frac{0,15-0,31}{0,28}$	$\frac{4,0-4,7}{1,1}$	$\frac{9,8-12,3}{11,9}$	$\frac{0,013-0,021}{0,016}$	$\frac{0,09-0,24}{0,17}$

ского водохранилища, так же как для Дубоссарского (Ярошенко и Бызгу, 1960), Исаховского (Майстренко, 1965) и других, характерно увеличение органического вещества в донных отложениях по продольной оси от вершины до плотины, что обуславливается падением скоростей течения и седиментацией более мелких органических взвесей в нижней части водохранилища. В соответствии с этим наиболее бедны органическим веществом донные отложения верхней части водохранилища (Волжский, Волго-Камский и Тетюшский плесы), где его содержание в среднем по протекло для русловых участков 1,7% и для пойменных — 4,0%. В средней части водохранилища (Ундорский и Ульяновский плесы) содержание органического вещества соответственно увеличивалось до 3,8% и 4,6%. Наиболее богаты органическими веществами донные отложения нижней части водохранилища (Новодевиченский и Приплотинный плесы) и заливы (Черемшанский, Сусканский, Усинский), где средняя величина содержания органического вещества увеличивалась на бывшей пойме до 10,2 — 11,5%.

Таблица 4

Органическое вещество донных отложений Куйбышевского водохранилища в 1958 и 1963 годах (в % от сухого веса грунта)

Районы водохранилища	1958 г.	1963 г.
Верхний (Волго-Камский и Тетюшский плесы)	2,8	2,1
Средний (Ундорский и Ульяновский плесы)	3,3	4,0
Нижний (Новодевиченский и Приплотинный плесы)	4,6	6,6
Черемшанский залив	3,5	5,4
Сусканский залив	—	12,6
Усинский залив	5,6	8,3

К 1963 году (пятый—шестой годы существования водохранилища) содержание органического вещества в донных отложениях возросло (табл. 4). Это увеличение наиболее заметно в нижней части водохранилища и в заливах. В верхней части, в силу значительных скоростей течения и слабого илонакопления, увеличения органического вещества не произошло. Возрастание общего органического вещества в донных отложениях происходило в соответствии с увеличением общей заиленности водохранилища.

Таблица 5

Сезонные изменения отношения C/N и общего азота (в % от общего содержания органического вещества в 1963 году)

Месяцы	C/N	Азот общий (%)
Май	10,6	4,7
Июль	9,6	5,6
Октябрь	9,8	5,8

Важное значение для характеристики биологической продуктивности илов имеет содержание общего азота и фосфора. Абсолютная величина азота в донных отложениях водохранилищ невелика и изменялась в исследуемые годы от 0,11 до 7,89 г на один кг сухого грунта, составляя в большинстве случаев 4—5% от общего содержания органического вещества. Среднее содержание общего фосфора близко к 0,1 г/кг. Наименьшим содержанием фосфора и азота отличались песчаные и слабо заиленные донные отложения, наибольшим — темпоокрашенные серые и бурые илы, а также почвы с растительными остатками. Во всех районах водохранили-

Таблица 6

Содержание органических веществ в донных отложениях
Рыбинского, Иваньковского и Кууйшевского водохранилищ
(в % от сухого грунта)

Типы грунтов	Рыбинское (Кузнец, 1950, 1961)		
	Общее органич. вещество	Общий азот (N)	C/N
Песок	—	—	—
Песок илистый	—	—	—
Песчанистый серый ил	5,9	0,2	18,8
Серый ил	5,9—10,5	0,4	6,0—15,5
Коричневый ил	—	—	—
Темно-бурый ил	65,1	1,1	33,5

Типы грунтов	Иваньковское (Сорокин, 1958)		
	Общее органич. вещество	Общий азот (N)	C/N
Песок	0,3	0,01	24,7
Песок илистый	2,1	0,1	9,5
Песчанистый серый ил	3,1—15,5	0,1—0,7	11,9—18,7
Серый ил	8,2	0,4	12,3
Коричневый ил	—	—	—
Темно-бурый ил	—	—	—

Типы грунтов	Кууйшевское (наши данные)		
	Общее органич. вещество	Общий азот (N)	C/N
Песок	0,1—0,2	0,01	3,9—9,1
Песок илистый	0,1—1,2	0,02—0,06	4,2—9,9
Песчанистый серый ил	2,3—5,1	0,1—0,3	8,3—12,1
Серый ил	3,2—5,6	0,1—0,3	7,0—10,8
Коричневый ил	3,7—7,0	0,1—0,3	9,6—16,5
Темно-бурый ил	6,2—16,2	0,3—0,8	9,0—12,3

ща выражена тенденция к возрастанию общего азота и фосфора на затопленной пойме.

В большинстве эвтрофных озер величина отношения C/N в иловых отложениях колеблется в пределах 7—11, в ряде случаев поднимается до 15—19. Отношение C/N в илах водохранилищ канала им. Москвы составило 10—11 (Старикова, 1954). Величина отношения C/N в донных отложениях Кууйшевского водохранилища близка к таковой в эвтрофных озерах и варьирует в пределах 4,0—16,5 при среднем значении около 10,0 (табл. 5)

Выражена тенденция к возрастанию доли белковой части органического вещества донных отложений от весны к лету (с изменением величины отношения C/N от 10,6 до 9,6) при одновременном увеличении надногодного долей от общего органического вещества (от 4,7 до 5,8%). Указанные величины дают основание полагать, что в летний период изменяется качественный состав органического вещества донных отложений с возрастанием белковой его части за счет интенсивного развития планктона.

Наименьшая величина отношения C/N свойственна органическому веществу песчаных грунтов и наибольшая — органическому веществу задерпаванных почв. Выявлена тенденция к уменьшению отношения C/N в заливах и в верхней русловой части водохранилища, что увязывается с интенсивным развитием бактерио- и фитопланктона (Стройкина, 1960; Салмапов, 1958). Особенно это заметно в Черемшанском заливе. Таким образом, различные участки водохранилища по качественному составу органического вещества в донных отложениях не равноценны.

Содержание общего органического вещества в донных отложениях Куйбышевского водохранилища не совпадает с таковыми в Рыбинском и Ивановском водохранилищах, где оно выше в силу влияния торфяных отложений (табл. 6). Наиболее высокое его содержание свойственно темным малопродуктивными илам Рыбинского водохранилища. В Куйбышевском водохранилище эти величины заметно ниже. В серых и более светлых песчаных илах эти показатели сходны для всех сравниваемых водохранилищ. Однако величина отношения C/N органического вещества донных отложений Куйбышевского водохранилища для всех типов грунта оставалась более низкой, чем в Рыбинском и Ивановском водохранилищах, что свидетельствует о более высокой продуктивности его илов.

Таким образом, содержание органического вещества в донных отложениях Куйбышевского водохранилища за период 1958—1963 годов колебалось от 0,1% до 16,2% от сухого грунта. Наиболее богаты органическим веществом темноокрашенные илы и почвы с растительными остатками.

В период становления водохранилища наряду с увеличением общей заиленности произошло заметное возрастание органического вещества в донных отложениях, главным образом, в нижней его части и в заливах.

Наиболее продуктивным типом донных отложений в Куйбышевском водохранилище являются серые илы.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексин О. А., 1954. Руководство по химическому анализу вод суши. Гидрометиздат.
- Ариушуппа Е. В., 1952. Химический анализ почв и грунтов. М.
- Баранов Н. В., 1958. Термический и гидрохимический режим Волги и Куйбышевского водохранилища в 1955—1957 гг. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, вып. 8. Казань.
- Бурдин В. П., 1961. Грунты Ивановского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 4(7). М. 31.
- Бурдин В. П., 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1(4). М. 31.
- Майстренко Ю. Г., 1965. Органическое вещество воды и донных отложений рек и водоемов Украины. Изд. АН УССР. Киев.
- Николаева А. Ю., 1963. О бихроматном методе определения окисляемости органических веществ в природных водах. Гидрохим. матер., т. XX.
- Попов В. А., Голубева И. Д., 1963. Формирование береговых биопозов Куйбышевского водохранилища. Матер. I научно-техн. совещ. по изучен. Куйбышев. водохр., в. 3. Куйбышев.
- Сорокин Ю. И., 1959. Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. Горьк. АН СССР, в. 3. М. - 31.

Старикова Н. Д., 1959. К вопросу о характере органического вещества донных отложений водохранилищ. Тр. VI совещ. по пробл. биол. внутр. вод. М.—Л.

Салмапов М. А., 1958. Характеристика общего числа бактерий в Куйбышевском водохранилище в первые годы его заполнения. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 1, Изд. АН СССР, М.

Стройкина П. Г., 1960. Численность и биомасса синезеленых водорослей в поверхностном горизонте воды Куйбышевского водохранилища в период цветения 1957—1958 гг. Бюлл. Инст. биол. водохр., № 8—9, Изд. АН СССР, Л.

Широков В. М., 1963. К вопросу изучения динамики подводного рельефа Куйбышевского водохранилища. Матер. I научно-техн. совещ. по изучен. Куйбышев. водохр., в. 4. Куйбышев.

Широков В. М., 1964. Условия формирования подводного рельефа Куйбышевского водохранилища. Сб. работ Комсомол. гидрометосера., в. 3. Казань.

Ярошенко М. Ф., Быагу С. Е., 1960. Накопление и физико-химические свойства донных отложений в Дубоссарском водохранилище. Тр. Инст. биол. Молд. фил. АН СССР, т. II, в. 1. Кишинев.

ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ДЕЛЬТЫ В СВЯЗИ С ЗАРЕГУЛИРОВАНИЕМ СТОКА ВОЛГИ

А. В. Москаленко

(Астраханский государственный заповедник имени В. И. Ленина)

Дельта Волги по геоморфологическому и гидрографическому строению, гидрологическому режиму и растительности делится на верхнюю, среднюю и нижнюю зоны надводной дельты, култучную — переходную зону от надводной дельты к подводной и подводную дельту. Последняя разделяется на островную зону авандельты, собственно авандельту и морской подход к авандельте (Белевич, 1963).

Надводная дельта делится на западную и восточную. Основными рукавами западной дельты являются Бахтемир, Старая Волга и Кизань, восточной — Бузан и Болда (Байдия и др., 1956). Это деление не совсем точно отражает распределение водного стока между западной и восточной частями дельты, так как рукав Болда, разделяясь на системы протоков, несет свои воды и в восточную, и в западную ее части. После строительства водodelителя рукав Болда будет располагаться западнее земляной дамбы, которая будет разделять дельту на западную и восточную ее части.

В 1937—1958 годах на Волге в Каме было построено семь водохранилищ. По мере ввода их в действие забор воды из Волги в половодье увеличивался. В 1937—1940 годах он не превышал $1,2 \text{ км}^3$, что составляло менее 1% стока половодья у Волгограда. Такой забор воды из Волги еще не мог оказывать влияния на гидрологический режим водоемов дельты.

В 1941—1955 годах, после строительства Рыбинской (1941 год), Горьковской (1955 год) и Верхне-Камской (1954 год) гидроэлектростанций, забор воды из Волги в половодье увеличился и колебался от 9,6 до $22,4 \text{ км}^3$, что составляло от 5,7 до 10,9% стока половодья у Волгограда. При таком заборе регулирование стока уже могло оказывать влияние на гидрологический режим Волги ниже водохранилищ. Однако в дельте Волги резкого или довольно заметного изменения гидрологического режима и в этот период еще не отмечалось.

После ввода в действие в 1955 году Куйбышевской и в 1958 году Волгоградской гидроэлектростанций забор воды значительно увеличился и колебался от 46,4 до $68,3 \text{ км}^3$, что составляло от 25 до 41% стока половодья у Волгограда.

В связи с уменьшением водного стока Волги и забором его для заполнения водохранилищ объем стока половодья (апрель—июль) у Волгограда уменьшился со 172 км^3 в 1881—1936 годах до 156 км^3 в 1937—1958 годах и до 116 км^3 в 1959—1965 годах. Годовой сток Волги у Волгограда за те же сроки соответственно уменьшился с 263 до 242 и 228 км^3 .

Уменьшение годового стока, забор его в половодье и увеличение по сравнению с бытовым режимом в другие сезоны года вызвали перераспределение водного стока как между западной и восточной частями дельты, отдельными ее рукавами и притоками, так и внутри годового его перераспределение. Так, доля стока западной дельты от общего стока Волги

у Волгограда в 1924—1933 годах составляла около 40% и восточной 60%. В 1959—1966 годах доля стока западной дельты увеличилась до 56%, а восточной — уменьшилась до 43%.

Произошло перераспределение водного стока и по рукавам дельты. Среднегодовой сток рукава Бахтемир, равный в 1924—1925 годах 34,8% стока западной дельты, в 1959—1966 годах увеличился до 48,4%. Сток рукава Старая Волга за те же годы уменьшился с 38,2 до 21,8%. Несколько увеличился сток рукава Кизань. Сток рукава Бузан, составлявший в 1917—1958 годах 68% стока восточной дельты, в 1959—1966 годах увеличился до 73%.

Внутригодовое перераспределение стока выразилось в уменьшении его в безледоставный период и увеличении в зимний. В протоке Быстрой — самом многоводном протоке Дамчикского участка Астраханского заповедника, расположенном в низовьях западной дельты*, — сток в безледоставный период уменьшился с 81,16% в 1947—1958 годах до 72,97 в 1959—1967 годах, тогда как зимний сток этого протока за те же сроки увеличился с 18,84% до 27,03% годового стока. Наиболее значительно сток протока Быстрой уменьшился в июне. До 1959 года он составлял в среднем 20,3% годового, а в 1959—1967 годах — только 14,9%. До 1958 года наибольший среднемесячный объем водного стока был июньский, позже — майский (рис. 1, а).

Уменьшение объема водного стока в половодье и отставание воды в водохранилищах привели к тому, что среднегодовой сток внешних паводков у вершины дельты в 1959—1966 годах по сравнению с 1947—1958 годами уменьшился почти в два раза (рис. 1, б), а по сравнению с 1925 годом —

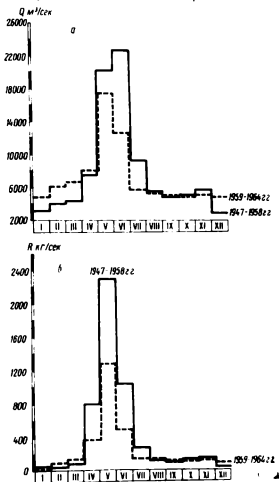


Рис. 1. Изменение расходов воды (а) и расходов внешних паводков (б) в Волге у Верхнего Габияского.

* В низовьях дельты входит нижняя зона надводной дельты, к которой относятся и островная зона заливов (Беленич, 1964).

почти в три раза. Уменьшение стока взвешенных наносов и мутности воды происходит и в водосамах низовьев дельты. Наглядным примером этого может служить заметное уменьшение в протоке Быстрой прозрачности воды в дни мутности, отмеченное через два года после ввода в действие Куйбышевского водохранилища. До 1957 года минимальная прозрачность по диску равнялась 8—13 см, в 1958—1968 годах она увеличилась до 18—27 см.

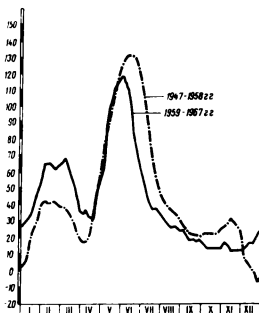


Рис. 2 Среднемесячные уровни в протоке Быстрой у Третьего порога Дамчика за 1947—1958 и 1959—1967 годы

ральная дельта) — с 157 до 139 см и в протоке Обикоровой (восточная дельта) — с 189 до 183 см. Уровни воды в половодье и в летне-осеннюю межень в нижней зоне надводной дельты понижались, а зимой повышались (рис. 2). В дельте не происходит повышение уровня воды осенью при выпадении осенних дождей на территории бассейна Волги. В связи с отсутствием осеннего наводка ухудшились условия для захода рыбы на зимовку.

Среднегодовой уровень воды в водосамах дельты практически не изменился, тогда как изменения по отдельным сезонам значительны. В островной зоне авалдeltas уровни воды несколько повысились и в половодье, и в летне-осеннюю межень, что связано с влиянием растительности, создающей подпор воды в этом районе.

Уровни воды в предполоводный период в низовьях дельты повысились, а продолжительность этого периода увеличилась с 24—28 дней в 1947—1958 годах до 34—37 дней после 1958 года. Уровни в предлестовый период после 1958 года также повысились, но продолжительность периода сократилась. Величина понижения уровня перед ледоставом в 1947—1958 годах в среднем составляла в протоке Быстрой 56 см, в про-

Регулирование стока Волги привело к снижению высоты половодья в дельте, уменьшению его продолжительности, повышению уровня воды в предлестовый и предполоводный периоды, к изменению сроков прохождения уровнейных фаз и интенсивности подъема и спада половодья, а также значительно уменьшению площади заливания дельты.

Средний наивысший уровень воды в половодье в 1959—1967 годах, по сравнению с 1947—1958 годами, понизился у Астрахани с 287 до 250 см, в нижней зоне надводной дельты в протоке Быстрой (западная дельта) — со 137 до 125 см, в протоке Левая Болдушка (цент-

Среднемесячные уровни воды (см) по периодам

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднегодовая	Среднее за			
														IV-XII	XII-III	IV-VII	VIII-XI
Река Волга у Астрахани																	
1942—1958	-14	12	-4	6	189	259	93	3	-20	-16	-6	-58	37	64	-16	137	-10
1959—1967	26	68	55	137	186	131	4	-15	-25	-28	-26	-17	33	33	33	89	-24
Проток Быстрая, Третий кордон Дамника																	
1947—1958	21	42	30	31	91	127	74	35	22	22	27	1	44	54	24	81	26
1959—1967	35	61	53	39	97	93	42	30	22	17	15	19	44	44	42	68	21
Проток Левая Боллушка, Первый кордон Грезизбинки																	
1950—1958	-4	30	20	30	110	141	61	17	-2	6	16	-13	34	47	8	86	9
1959—1967	25	56	45	33	108	95	26	-1	-5	8	-6	-4	30	30	30	66	-5
Приток Обжорова, Первый кордон Обжорова																	
1948—1958	66	90	81	69	150	177	109	68	57	60	64	38	86	94	69	126	62
1959—1967	82	107	99	95	150	149	77	64	56	53	52	61	87	87	87	118	56
Аванпосада, Северный конец острова Большой Зюлев																	
1953—1958	39	47	41	39	62	92	73	55	50	47	45	37	52	53	41	66	50
1959—1965	57	67	58	42	71	98	75	66	60	53	50	56	63	64	60	72	57

токе Левая Болдушка — 68 см и в протоке Обжоровой — 60 см. В 1959—1967 годах она уменьшилась и составляла соответственно 16,23 и 20 см.

Изменились сроки прохождения уровней фаз в дельте. Начало половодья в низовьях дельты отмечается в среднем на две недели позже среднемноголетней даты начала половодья до зарегулирования. Пик половодья до 1958 года проходил в среднем в конце первой декады июня, в 1959—1967 годах — в конце мая. Межень устанавливалась в середине августа, в 1959—1967 годах — в первой декаде июля. Период половодья до 1958 года в среднем продолжался 4—4,5 месяца, в 1959—1967 годах он уменьшился в среднем на полтора месяца, а длительность летне-осенней межени увеличилась.

Изменился характер подъема и спада половодья. Повышение и понижение уровня воды в половодье в нижней зоне надводной дельты до 1958 года было равномерным со средней интенсивностью 1—4 см в сутки, с 1959 года оно увеличилось до 10—20 см. Быстрый подъем и спад ухудшили режим покоев и других перестылей.

При высоких уровнях воды зимой в дельте происходит заливание пьлемей, высыхающих ериков, стариц, в них устанавливается проточность, а также увеличиваются скорости течения в протоках, в водоемах култушной зоны и авандельты. Это способствует усилению русловых процессов зимой и ухудшает условия зимовки рыб. В связи с сокращением продолжительности половодья уменьшился его период с такими уровнями воды в дельте, при которых заливаются поймы и в них устанавливается проточность.

Поймы — водоемы, образующиеся в дельте при затоплении ее поймными водами, поступающими через ерики, старицы, пьлемей, и при перелипании воды через бровки протоков. Зарегулирование стока Волги вызвало уменьшение площади покоев, изменение характера залития их, сокращение поймного периода в половодье и частичное образование их зимой.

В низовьях дельты (Дамчик) продолжительность существования покоев сократилась в 1959—1965 годах, по сравнению с 1947—1958 годами, в среднем на 27 дней, а продолжительность проточности — на 12 дней, тогда как зимой период с уровнями, при которых заливаются поймы, увеличился в среднем на 21 день. Увеличение интенсивности повышения уровня в половодье до 10—20 см в сутки ухудшило качество покоев тем, что они в начале своего образования стали заливаться непрогретыми водами. По данным биологов, это вызывает отставание развития гидробионтов к началу появления мальков рыб на покоев и снижение продуктивности последних. Заливание покоев в условиях зарегулированного стока поверхностными холодными водами стало преобладающим.

Влияние Волгоградского водохранилища на температуру воды в дельте наиболее четко выражено весной — в третьей декаде мая и осенью — в третьей декаде ноября. Среднедекадная температура воды в третьей декаде мая в 1959—1965 годах, по сравнению с 1947—1958 годами, в среднем понизилась в дельте на 1,4—1,7°, среднедекадная температура воды в третьей декаде ноября повысилась на 1,8—2,2°.

После ввода в действие вододелителя, в связи с новым перераспределением волжского стока в западную и восточную части дельты, произойдут новые значительные изменения в гидрологическом режиме водоемов дельты Волги. С помощью плотины вододелителя, сооружаемой у вершины дельты, предполагается распределять волжскую воду между рукавами дельты так, чтобы обводнять в половодье постоянную ее часть, создавая там наиболее благоприятные условия для естественного воспроизводства промысловых рыб, и обеспечить судоходство по Волго-Каспийскому каналу в западной части дельты. В связи с этим наибольшими изменениями в гидрологическом режиме следует ожидать в западной дельте.

С целью улучшения гидрологических условий для естественного воспроизводства промысловых рыб при работе водodelителя необходимо принять следующие меры: 1) провести мелиорацию нерестящих не только в восточной части дельты, но и в нижней зоне западной, а также в янвальдe в связи с ее обмелением и усиливающимся зарастанием. 2) пропускать в половодье в нижний бьеф Волгоградской плотины такое количество воды, которое обеспечивало бы постоянный подъем и спад уровня воды в дельте, не превышающий 5 см в сутки, своевременное образование полос, продолжительность их существования не менее двух месяцев и проточности — не менее месяца; 3) сохранить объем стока половодья (апрель—июнь) в нижнем бьефе Волгоградской плотины не менее 110—120 км³.

ЛИТЕРАТУРА

- Белевич Е. Ф., 1963. Районирование дельты Волги. Тр. Астрахан. запoved., в. 8.
- Байдин С. С., Лицберг Ф. Н., Самойлов Н. В., 1956. Гидрология дельты Волги. Гидрометеоиздат.

ВОДОЕМЫ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ, ИХ ОБЛИК, РЕЖИМ И ЭВОЛЮЦИЯ

К. В. Горбунов

(Астраганский техникумический институт рыбной промышленности и хозяйства)

Устьевая область дельты Волги занимает в Прикаспийской низменности свыше 24 тыс. км². Она расположена ниже уровня мирового океана на 26 — 28 м абсолютной высоты. Типы водоемов дельты и их распределение зависят от геологического и геоморфологического строения дельтовой области. Современная дельта является последним звеном в сложной истории ее существования и связана с многократными колебаниями уровня моря. По описанию Е. Ф. Белевича (1963), дельта Волги сформировалась в районе с генетически неоднородным рельефом. Надводная ее часть находится в ложбине, функционировавшей еще в послехвалыинское время, позднее заполнившейся аллювиальными отложениями.

Рельеф современной дельты Волги характеризуется сравнительно гладкими формами. Он складывается из аллювиальных отложений, которые покоятся на хвалыинских породах, лишь местами выходящих на поверхность.

В восточном и западном межбугровых районах, прилегающих к дельте, останцы додельтового рельефа — бугры Бара с межбугровыми понижениями — сгруппированы в длинные ряды. Они распространяются с востока на запад на многие километры. В межбугровых понижениях находятся русла протоков и озероподобные водоемы — ильмени. В них происходит осадкообразование дельтового типа. По межбугровым понижениям современные отложения выклиниваются узкими полосами на запад и восток от собственно дельты в массивы хвалыинских и отчасти поволжских пород.

В верхней зоне дельты мало протоков, много стариц и отсутствуют бугры Бара. Ильмени этой зоны находятся главным образом в старицах. Высота островов над межениным уровнем — 3—4 м.

В средней зоне дельты, где расположено много бугров Бара, наблюдается сложное строение сети протоков и имеется много ильменей. Высота островов над меженью — 0,5—3 м. Межбугровые ильмени располагаются в межбугровых котловинах глубиной 1—2 м. Эти ильмени обычно овальной формы, имеют слабоогнутое дно и невысокие крутые берега. Другим типом ильменей являются култушные ильмени. Последние образовались из мелководных заливообразных водоемов — култуков в процессе нарастания края дельты Волги. Размеры култуков колеблются от нескольких гектаров до многих квадратных километров. Для них характерно плоское дно и низкие берега, часто сложной конфигурации. Они сильно зарастают водной растительностью.

Е. Ф. Белевич (1961) констатирует, что нижняя граница средней зоны дельты перемещается вниз по течению по мере роста дельты. При этом происходит постепенное отмирание протоков и объединение остро-

нов в более крутые. Следствия этого процесса являются многочисленные старицы, соединяющиеся лишь в черед половодья в сеть подтоемов.

В нижней зоне дельты Волги, где очень мало бугров Бора, наблюдается интенсивное ветление протоков, выходящих в култучную зону более чем 800 устьями. В протоках преобладают глубины 1—4 м; встречаются ямы глубиной до 10—16 м. По мере приближения к устью протоки мелеют. Высота островов нижней зоны над меженным уровнем колеблется от нескольких см до 2 м. Рост дельты Волги обуславливает передвижение этой зоны в сторону моря.

Подводная часть дельты расположена на двух уступах северо-западного склона Северного Каспия. Обмеление Каспия при последнем резком понижении уровня (1930—1941 годы) привело к обсыханию и превращению в острова наиболее высоких участков верхнего уступа — образовалась современная островная зона авандельты.

Переходной от подводной дельты к подводной является култучная зона. Она начинается ниже устьев дельтовых протоков. Именно в култучной зоне образуются первые аллювиальные дельтовые острова и зарождаются протоки и альмеши (Беленич, 1956, 1963). От устьев дельтовых протоков начинаются банчины. Ширина их колеблется до десятков метров, длина — до нескольких километров, а глубина — от нескольких сантиметров до 1 м. Против устьев крупных протоков находятся крупные банчины. По этим протокам выносятся большие наносы, и поэтому в таких местах происходит наиболее быстрое продвижение дельты в море. Култуки, наоборот, образуются в тех местах края дельты, где нет устьев или имеются малочисленные слабые и отмирающие протоки. В половодье глубина култуков составляет 0,8—1,3 м. В межень они сильно мелеют, а многие обсыхают. В последние годы, в связи с зарегулированием стока Волги, банчины и култуки в межень стали более глубокими. Высота островов и кос в култучной зоне колеблется от нескольких сантиметров до 1 м. Ширина култучной зоны колеблется от нескольких сотен метров до многих километров. Она сильно распространилась в последние годы и захватила районы бывшей авандельты.

Островная зона подводной дельты характеризуется большим количеством крупных островов, сложенных с поверхности морскими грунтами. Площадь таких островов достигает десятков километров, а высота не превышает 1 м. В межостровных пространствах глубина в межень 20—150 см, ширина зоны 20—40 км. Эта зона в настоящее время по мере продвижения на нее култучной зоны постепенно сужается.

Собственно авандельта расположена между островной зоной и двухметровой изобатой. Большая часть ее площади имеет глубины менее 1 м. Островов в этом районе мало, но очень много осередков в подводных кос. Ширина зоны 20—45 км. Дно покрыто грунтом из алевроита и мелкого песка с раковинами. Зоной морского подхода к авандельте является вся остальная часть авандельты, приблизительно до изобаты 6 м. На этом участке действуют чисто морские факторы, такие, как волнение; заметно некоторое увеличение солености, хотя и здесь основное влияние на химический состав воды оказывает сток пресной воды из Волги.

Итак, в дельте Волги сочетаются два типа водоемов: речные и озерные (Байдин и др., 1956). К водоемам речного типа можно отнести рукава, протоки, ерики и банки. Основных рукавов пять: Бузан, Болда, Камызяк, Старая Волга и Бахтемир. По данным С. С. Байдина и др. (1956) и Н. А. Скрытунцова (1958, 1959), около 50% стока Волги проходит по крупным рукавам дельты, остальной сток — через более мелкие протоки, которые образуются при дроблении рукавов.

Речная сеть собственно дельты состоит главным образом из протоков. Занимая по площади около 0,5% дельтового района, они служат теми

водотоками, по которым волжская вода поступает в море, и в отдельные периоды вмещают в себя до 60—80% поверхностных вод. Ширина протоков колеблется до нескольких десятков метров, а глубина — от 1—2 до 10—15 м.

В нижней зоне дельты Волги сеть протоков и ериков очень густа. Расстояние между их устьями в среднем равняется 170—200 м (Гудков, 1952). Грунты протоков — плотные глинистые отложения с большим количеством комьев, песчанистых конкреций, растительных остатков и раковин. При выходе в култушную зону крупные рукава и протоки превращаются в банки и балчины, которые не имеют сплошных берегов, а окаймлены только цепочкой островов и кос, вытянутых по течению. Глубина банок в балчине редко превышает 1 м.

Берега протоков и ериков в верхней и средней зонах подводной дельты бывают покрыты небольшими зарослями белой ивы; в некоторых местах пajiней зоны они превращаются в сплошные «галерейные леса», простирающиеся вдоль протоков на многие километры. В верхней и средней зонах вдоль протоков нередко можно встретить тростник, рогоз узколистный, ежеголовник, а поверхность островов нарастает злаково-разнотравной луговой растительностью; значительные площади их бывают заняты лапчатником и другими растениями. В нижней зоне дельты, которая до зарегулирования стока подвергалась длительному сплошному затоплению в период половодья, тростниковые заросли образуют вдоль края дельты сплошное многокилометровое полукольцо («тростниковые крепости»). Красные части островов покрыты также зарослями белой ивы, а в низовьях — кустарниковой ивы. Сравнительно большая глубина и сильное течение, особенно в половодье, не дают обильно развиваться в протоках высшей водной растительности. Изредка на выступах берегов, где образуются заводы с замедленным течением, наблюдается неширокая полоса нимфейника. В устьях протоков на мелководье появляются островки сусака, ежеголовника, нимфейника, растут рдесты.

Ерики часто зарастают чилимом или нимфейником. Постепенно происходит наступление тростника или рогоза со стороны берегов, и ерик полностью оказывается заросшим этими растениями.

Межбугровые ильмени соединяются между собою в цепь озер. Ильмени, граничащие с Волгой, являются пресными водоемами; расположенные в глубине степных пространств — обычно более или менее засолены, часто до полного насыщения. Встречаются ильмени с соляными щитом на дне в несколько сантиметров толщиной. В таких водоемах обитает своеобразный ценоз, состав которого определяется концентрацией солей. Во многих развиваются пурпурные серобактерии. В ильменах происходит процесс грязеобразования, в связи с чем некоторые из них имеют бальнеологическое значение (Руденко, 1958). Берега таких ильменей обычно заняты солянками.

Култушные ильмени часто не имеют четко выраженных берегов, и во время половодья вокруг них образуются так называемые ильменные полог. В результате ежегодного отложения аллювия ильмени постепенно мелеют. По мере перемещения дельты в сторону моря они постепенно превращаются в пологие равнины в средней части островов. Эти ильмени в период своей молодости покрыты макрофитами с плавающими листьями — кубышкой, кубышкой, чилимом. В прибрежной зоне бывают развиты заросли узколистного рогоза, граничащие с зарослями тростника. В центре ильменей иногда встречаются многолетние утолщи тростника. На поверхности воды часто имеются скопления сальвиния в трех видовых яски. Иногда встречаются мох риччия, на косах и мелководье — маршмалли.

Култушки, мелководные пресные заливовидные водоемы, открытые

в сторону моря, постепенно эволюционируют в культурные плавни. Детальная характеристика растительности культурной зоны дана К. В. Дюброхотовой и Л. Н. Михайловой (1938). Для култуков характерными ассоциациями являются ежеголовник сусак, ежеголовник нимфеиний, ячмень-кубышка-кувшинка, в проточной части — рдест блестящий, местами — рдест тиребенчатый. В прибрежной части обычны бордюр из ларин

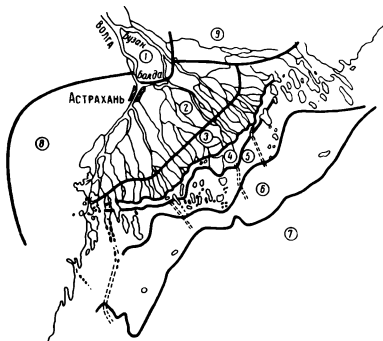


Схема районирования дельты Волги (по Е. Ф. Белевчу):

1 — верхняя зона	} Нижняя часть дельты (наводная аккумулятивная дельтовая равнина)
2 — средняя зона	
3 — нижняя зона	
4 — культурная зона	
5 — островная зона авандельты	} Подводная часть дельты (продувательное пространство, предустьевое и тирье, устьевое поморье)
6 — зона собственно авандельты	
7 — зона морского подхода к аван-дельте	
8 — западный межбухтовый район	} Переходная территория от наводной дельты к Прикаспийской или мелководью
9 — восточный межбухтовый район	

лей рогоза узколистного и тростника. Части куртины канареечника, жерухи лемноидной, щавели морского. В центральной части култуков преобладают угодки тростника и рогоза. К растительным формациям культурной зоны относятся и лотос каспийский, в последние годы сильно распространившийся в сторону авандельтовых островов.

Полои образуются лишь в половодье и имеют огромное значение для размножения полупроходных рыб. Для полоев, которые можно разделить на ильменные и прирусловые, характерно обилие органического вещества от прошлогоднего урожая макрофитов.

После постройки Волгоградского водохранилища, вследствие общего снижения объема стока Волги, период существования половодья в дельте с 1961 по 1965 год, по сравнению с периодом 1947—1958 годов, для нижней зоны дельты Волги уменьшился в среднем на 27 дней, период проточности половодья — на 12 дней (Москалецко, 1968). Сильно сократилась площадь затопления дельты Волги, поэтому ухудшились условия формирования кормовой базы молоди рыб. Наблюдается изменение состава растительности. Вместо зарослей капареетника, жерухи, тростника и осока, занимавших ранее понижения рельефа, во многих местах стали разрастаться бодяк полевой, алтей лекарственный, птичья гречишка и в результате усилившихся процессов засоления — галофиты: тамариск, сведы, солерос и др.

Островная зона аванделты представляет собой мелководное пространство с пресной водой и молодыми островами, появившимися в результате поднятия уровня Каспия в период с 1930 по 1941 год. Многие из них покрыты тростниковыми зарослями, местами успели вырасти кустарниковые кусты. У уреза воды располагаются заросли рогаза Лаксмана и рогаза узколистного. Встречаются утоллки камыша, сусака, заросли ежеголовника и изредка — лотоса. Грунт в прибрежье илистый, с большим количеством растительных остатков. Глубины в прибрежье островов не превышают 30 см. Здесь господствуют заросли гребенчатого рдеста и резухи малой. В удалении от берега, на глубине около 1 м, растет валлиснерия, встречается биоморфа сусака с плавающими листьями. Из водорослей бывают скопления кладоформы, спирогиры, водной сеточки, кишечнощипцы. В массе встречается *Gloeotrichia patans*. Последние годы большие площади занимают несколько видов хары. Вокруг островов аванделты распределены растительности концентрические (Червякова, 1965).

В зоне собственно аванделты местами встречаются заросли валлиснерии, резухи морской, сусака.

В результате постройки каскада огромных отстойников, каковыми являются волжские водохранилища и особенно ближайшее к дельте Волгоградское, с одной стороны, изменился качественный состав взвесей в сторону относительного преобладания мелких фракций, с другой, появилась тенденция к уменьшению общей массы взвесей, поступающих в аванделту Волги. Мутность воды снизилась.

Все водоемы дельты Волги характеризуются «поточным» типом продуцирования. Максимальное напряжение первичной продукции (сильнее 70%) наблюдается в водоемах летом. На веспу приходится 13—14%, на осень — 14—15%, а на зиму — лишь 0,8—1,0%.

Особенно высокой продукцией на единицу площади отличаются заросли кормовых макрофитов. Годовая продукция их исчисляется тысячами килограммов калорий на 1 м². В водоемах с небольшими глубинами заросли макрофитов как продуцентов играют решающую роль. Годовая продукция фитопланктона выражается значительно меньшими показателями. Наиболее высокая по годовой сумме калорий продукция наблюдается в водоемах, существующих круглый год: в протоках, в открытой зоне аванделты и в открытой части култуков. Она составляет 200—600 ккал/м² в год. Но именно эти водоемы отличаются и наименьшей напряженностью первичной продукции — 0,3—2,2 ккал в сутки. В водоемах временных, существующих 159—300 дней, в альменах, в литеральной зоне аванделты и в зарослях мелководной култушной зоны общий объем продукции фитопланктона несколько ниже — 180—250 ккал/м² в год. Самый пиковый объем продукции фитопланктона наблюдается в водоемах с короткими сроками затопления (45—100 дней) — на полях и альменах. Здесь суммарная годовая продукция фитопланктона не превышает 120 ккал/м² в год. Однако по напряженности процесса продуцирования эти временные во-

доемы стоят на первом месте — 2,5—3,5 кл в сутки. Именно в них наблюдается самая высокая концентрация зоопланктона и происходит нерест рыб.

Во всех водоемах дельты Волги наблюдается «отрицательный биотический баланс энергии», так как аллохотные источники энергии преобладают над аутохотными. Аллохотные источники вовлекаются в биологический круговорот благодаря повышенным скоростям размножения бактерий в мелководных водоемах дельты (табл. 1). В большинстве случаев бактериальная продукция водоемов дельты Волги превышает таковую в других водоемах.

После зарегулирования стока Волги наиболее высокие концентрации бактерий наблюдались в первом после создания плотины у Волгограда в 1959 году. В последующем происходило снижение их концентрации.

В водоемах дельты и авандельты Волги нами обнаружено свыше 500 таксонов водорослей. По числу видов и биомассе ведущая роль принадлежит диатомовым и зеленым водорослям. В июле—августе бывают вспышки синезеленых (Горбунов, 1961). После зарегулирования стока у города Волгограда в 1958 году наблюдалось изменение характера развития водорослей. Наиболее интенсивным оно было в протоках в 1959, 1961 и 1962 годах. В последующие годы наблюдалось уменьшение биомассы фитоцанктона. В 1962—1964 годах изменилась локализация таких водорослей, как водная сеточка, ишпечница, спирогира и кладофора, — они продвинулись далеко в сторону авандельты. Наиболее разнообразный состав водорослей наблюдается на полях надводной дельты и в прибрежном мелководье островов авандельты.

А. А. Косова (1965, 1968) обнаружила в водоемах дельты свыше 500 таксонов зоопланктона. Для ильменей и полей верхней зоны дельты характерно массовое развитие коловраток, при высших концентрациях их превышает 2 млн. особей в 1 м³. Для ильменей и полей средней зоны наиболее массовыми видами являются крупные формы ветвистых: *Daphnia magna*, длина которых достигает 6 мм, *Sida crystallina* — 4 мм, *Diaphanosoma brachyurum* — до 1,6 мм. В водоемах нижней зоны дельты до зарегулирования стока встречались более мелкие формы (менее 1 мм): *Ceriodaphnia reticulata*, *C. quadrangula*, *C. pulchella*, а также веслоногие. После зарегулирования в ильменах нижней зоны появились ранее там не встречавшиеся *Daphnia magna*, *Polyphemus pediculus*, а на полях — *Moina macgrogana*, и продолжали встречаться веслоногие. Рацина в общем облик водоемов и их гидрологическом режиме в разных зонах дельты Волги определяет различный состав зоопланктона, по-разному развивается кормовая база рыб. В связи с этим водоемы верхней зоны дельты более благоприятны для размножения воблы и судака, тогда как водоемы нижней зоны, кулутупной зоны и авандельты — для сапа и леща.

По мере заиливания грунтов и зарастания макрофитами прибрежных и межостровных мелководий кулутупной зоны и авандельты отмечено все большее расселение по акватории авандельты фитопланктона комплекса микрозообентоса и зоопланктона. Это, прежде всего, роды *Alona*, *Euryceerus*, *Alonella*, *Alonopsis*, *Rhynchotalona* и другие *Cladocera*. Высших кон

Средние показатели бактериальной продукции в водоемах дельты Волги в 1967 году (кл в сутки) в сравнении с другими водоемами

Водоемы	Бактериальная продукция
Проток Быстрая	0,56
Ильмень Гранушный	0,52
Проток Белужья	0,41
Полой Обжоровский	0,32
Ямский полой	0,21
Каменский кулук	0,51
Ерик Поповский	0,72
Ильмень Поповский	0,11
Западный ильмень	0,17
Озеро Севан (по Гамбаряну)	0,026
Каменское водохранилище (по Романенко)	0,48
Сарыязское водохранилище (по Романенко)	0,103

центрацией достигли Macrothricidae, Simocephalus, Eucyclops, Macrocyclus, Naupacticoidea, а также Tardigrada. В большом количестве появляются ранее встречавшиеся единично фитофильные простейшие — Arcella, Diffugia, колониатки (Platyas, Trichotria, Trichocerca, Lecanidae), а также Вругоза. В водоемах низовья дельты Волги встречаются тропические формы, в частности, мшанки (Абрикосов и Косова, 1963).

В бентосе водоемов аванделы распространены также детритоидные виды, как Chironomus f. l. plumosus, Glyptotendipes griekoveni и другие насекомые, из ракообразных — Asellus aquaticus, Corophium. Распространены также площади, занятые другим ценофильным бентическим комплексом, в котором помимо хирономид важное место занимают моллюски — Viviparus, Coretus corneus, Bithynia, Valvata piscinalis, а также олигохеты. Значительно ограничилось распространение Unio tumidus, а также амфипод — Pontogammarus robustoides, Gammarus caspius, Corophium curvispinum, из мшанк — Mesomysis kowalevskyi и полихет.

А. Ф. Коблицкая (1957, 1961) отмечает перераспределение перестояных ареалов и мест обитания полупроходных рыб к югу и сторону моря. При этом для малоценных туводных видов (густеры, красноперки, окуни, щуки, линя и карася) условия размножения и обитания в низовьях дельты улучшились. В настоящее время в аванделе ведущая роль принадлежит туводным рыбам, составляющим основную массу улова (Триплицина, 1965). Вследствие образования в кулутчной зоне и аванделе широкой заросшей полосы мелководья с относительно высокой первичной продукцией ареал размножения и нагула туводных рыб значительно расширился, что привело к их массовому размножению.

Отрицательный баланс биогенов водоемов дельты грозит ухудшением условий для ранее возникших зарослей макрофитов и уменьшением первичной продукции на единицу площади водоемов. Чрезвычайно отрицательное влияние на тростниковые заросли оказывает их разработка для целлюлозно-картонного комбината. Наблюдения А. Ф. Живогляд (1968) показывают, что на большинстве площадей, используемых под промышленный выкос тростника, произошла смена тростниковых ассоциаций голычаковой растительностью. Обвалование для целей рисосеяния, которое сильно развивается в последние годы в дельте Волги, во многих случаях также приводит к засолению.

Введение в действие вододелителя неизбежно приведет западную часть дельты Волги к дальнейшей усиленной ксерофитизации и засолению.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрикосов Г. Г., Косова А. А., 1963. Нахождение тропической пресноводной мшанки *Lophorella carteri* (Вругоза, Phylacto-laemata) в аванделе Волги. Зоол. ж., т. XII, в. 2.
- Байдин С. С., Ляйбберг Ф. Н., Самойлов И. В., 1956. Гидрология дельты Волги. Л.
- Белевич Е. Ф., 1950. Строение береговой полосы дельты Волги. Тр. Инст. геогр. АН СССР, т. 68.
- Белевич Е. Ф., 1961. Строение русел водотоков в нижней зоне дельты Волги. Тр. Астрахан. зап. в. 5.
- Белевич Е. Ф., 1963. Равнообразие дельты Волги. Тр. Астрахан. зап. в. 8.
- Горбунов К. В., 1961. Сезонные фазы микробной жизни водоемов дельты Волги. Первичная продукция морей и внутренних вод. Изд. Мин. высш. и сред. спец. и профессионал. образ. СССР, Минск.
- Гудков М. П., 1952. Водоемы дельты Волги. Тр. Касп. басс. филиала ВНИРО, т. XII.
- Доброхотова К. В., Михайлова Л. П., 1938. Материалы к изучению фитоценозов приморской части дельты Волги в пределах Астраханского государственного заповедника. Тр. Астрахан. зап. в. 2.

- Живогляд А. Ф., 1968. Основные изменения растительности низовьев дельты Волги за последние 30 лет. Волга-Е. 1-я конф. по изуч. водоемов басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Кобляцкая А. Ф., 1957. Значение низовьев дельты Волги для нереста рыб. Вопр. ихтиол., в. 9.
- Кобляцкая А. Ф., 1961. Нерестовое значение низовьев дельты Волги в зависимости от характера гидрологического режима. Тр. Астрахан. зап. повед., в. 5.
- Косова А. А., 1965. Зоопланктон западной части низовьев дельты Волги в период регулирования стока. Изменения биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. Изд. «Наука».
- Косова А. А., 1968. Экологическая характеристика зоопланктона низовьев водоемов дельты р. Волги. 1-я конф. по изуч. водоемов басс. Волги (тез. докл.) Тольятти.
- Москаленко А. В., 1968. Изменения гидрологического режима дельты в связи с зарегулированием стока реки Волги. 1-я конф. по изуч. водоемов басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Рудейко Е. И., 1958. Химизм микробиологических процессов в соляных водоемах. Курорт Гиняки и Тинакское грязевое озеро. Астрахань. Изд. «Волга».
- Скриптунов Н. А., 1958. Гидрология предустьевых взморья Волги. Изд. гос. океанограф. инст., М.
- Скриптунов Н. А., 1959. Течения предустьевых взморья дельты Волги. Изд. гос. океанограф. инст., М.
- Тришницкая Л. Н., 1965. Особенности распределения и биологии рыб в авандельте Волги. Тр. Астрахан. зап. повед., в. 10.
- Червякова Г. Ф., 1965. Растительность авандельты реки Волги. Тр. Астрахан. зап. повед., в. 10.

САНИТАРНЫЕ ВОПРОСЫ СООРУЖЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КАСКАДА ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

И. А. Кибальнич

(Московский научно-исследовательский институт гигиены имени
Ф. Ф. Эрисмана)

Волга — объект давних санитарных исследований. Особенно расширился их круг при создании на ней каскада водохранилищ. Появление каждого нового крупного водохранилища на Волге привлекало внимание гигиенистов и санитарных врачей, поскольку при этом в значительной мере затрагивались интересы населения, пользующегося водой.

В настоящее время все волжские и камские водохранилища в той или иной степени оценены в санитарном отношении как источники водопользования, а опыт, полученный при их изучении, лег в основу мероприятий, рекомендуемых санитарными органами на других бассейнах при регулировании речного стока.

Кроме того, систематические санитарные исследования Волги и ее бассейнов дают возможность проследить развитие гигиенических идей и задач в области гидростроительства.

Так, первыми исследованиями С. М. Драчева, В. Н. Конопова, Н. С. Вигилева и других с участием местных санитарных органов, выполненными еще до Великой Отечественной войны и продолженными позже, были установлены основные закономерности формирования качества воды в искусственно создаваемых водоемах и особенности их по сравнению с проточными водоемами.

Последующая практика в основном подтвердила правильность научных прогнозов изменений качества воды. Об этом свидетельствует успешное применение действующих «Санитарных правил подготовки воды водохранилищ к затоплению и их санитарной охране» (1956), в основу которых были положены материалы научных гигиенических исследований того периода.

Вместе с тем, по мере вступления в строй водохранилищ на Каме и Волге, практика выдвинула ряд новых проблем и, в первую очередь, вопросы о санитарных последствиях эксплуатации крупных водохранилищ, в частности: 1) о допустимом количестве сточных вод промышленности, попадающих в водохранилища; 2) о преобладающем значении промышленного вида загрязнений в условиях водохранилищ, особенно в период развития большой химии.

В процессе решения этих вопросов выявлялись особенности распространения сточных вод в условиях зарегулирования и необходимость дифференцированного подхода в санитарных решениях на каждом водохранилище. Внимание медиков привлекала опасность развития некоторых заболеваний, передаваемых человеку с помощью промежуточных хозяев, находящихся в благоприятных условиях для развития в водохранилищах (диффилюбриоз, онисторхоз).

Следует подчеркнуть, что эти важные проблемы требовали быстрых решений со стороны санитарных органов, обязанности которых заключаются и в том, что они должны согласовывать проекты новых объектов уже на первой стадии проектирования, опираясь на достаточные научные основания. И можно сказать, что эталоном в этом отношении оказались волжские водохранилища. Материалы выполняемых на них исследований удавалось довольно широко использовать при решении практических вопросов по обеспечению надлежащих условий водопользования населения, размещению промышленности, строительству очистных сооружений на действующих предприятиях, при контроле за осуществлением мер по уменьшению количества сточных вод и так далее.

Естественно, обилие и сложность задач определили необходимость комплексного их решения. И вполне закономерно, что в последнее время санитарные проблемы гидростроительства органически включаются Госкомитетом по науке и технике при Совете Министров СССР в состав ведущей научной тематики по гидростроительству.

С появлением каскада водохранилищ наступает новый этап в разработке санитарных вопросов создания и эксплуатации водохранилищ в условиях более сложного режима.

В каскаде сохраняются индивидуальные санитарные особенности каждого волжского водохранилища, обусловленные различием по проточности, степени загрязнения и другими местными особенностями. Например, на Куйбышевском водохранилище его большой объем и сравнительно слабая населенность берегов создают картину локальных очагов загрязнения воды вблизи больших городов на сравнительно чистом водоеме без выраженной тенденции к их значительному распространению.

На Иваньковском водохранилище два имеющихся очага загрязнения (у городов Калинин и Конаково) сохраняются локально только в летнее время, а в период зимней сработки последствия сброса в него промышленных сточных вод распространяются даже за пределы водохранилища. На Камском водохранилище, хотя оно и больше по объему, чем Иваньковское, влияние высокой степени загрязнения в период его сработки на выходящее звено каскада еще более показательно по выносу фенолов, хлоридов, обедненной кислородом воды и других показателей.

Энергетики выделяют в основном одно преимущество каскада — большие запасы воды сопряженных водохранилищ, и считают, что в связи с этим отдельные ограничения в гидрологическом режиме, предлагаемые разными водопользователями в своих интересах, в каскаде могут быть сняты. Это получает отражение и в руководящих технических документах на каждое из водохранилищ, в частности в «Основных положениях» использования его водных ресурсов.

В связи с такой установкой объем и режим сработки определяются только по производственным интересам ГЭС, то есть наиболее экономичным использованием ее в покрытии нагрузок по электроэнергии. В результате на ГЭС, которым приданы функции регулирующих (Камская, Волжская им. В. И. Ленина и др.), намечается режим пусков с огромными колебаниями в величине и даже допускается полная остановка турбин с прекращением пусков на десятки часов.

Между тем, с санитарных позиций речь идет не только о количественной стороне водоснабжения, но и о сохранении качества воды в рамках гигиенических нормативов. На сопряженных водохранилищах, где резкие колебания пусков сочетаются с меняющимся подпором, обнаруживаются весьма существенные ослабления с водоснабжением в городах, расположенных в нижних бьефах. Изучение этого вопроса рядом учреждений (Куйбышевский институт гигиены исследует это в нижнем бьефе

ГЭС им. В. И. Ленина, Пермская обл.СЭС, институт им. Эрисмана совместно с гидрологами Пермской обсерватории ГМС — в нижнем бьефе Камской ГЭС) показало, что изменения в расходах воды, происходящие в течение недели и суток, отрицательно сказываются на качестве воды.

В условиях подпора со стороны нижележащего водохранилища уменьшение величины пусков или прекращение их ведет практически к падению скоростей или к полному исчезновению стокового течения и нижнем бьефе. Поэтому в периоды полного прекращения пусков сточные воды накапливаются вблизи их выпуска, появление ветра в это время усиливает разнос загрязнений во все стороны и, в частности, вверх по течению к водозаборам. Отсюда они попадают в водопроводные очистные сооружения. Если водопровод не справляется с помощью обычных методов очистки с такими непредвиденными загрязнениями, к потребителю может поступить вода с запахами, привкусами, высокой цветностью, огромной окисляемостью, с пеной, а главное — небезвредная и небеззараженная в достаточной степени. Наблюдалось, что при отсутствии пуска в течение нескольких часов и встре против течения загрязненные порции воды передвигались на большие расстояния. Например, в нижнем бьефе Камской ГЭС, находящемся в подпоре Воткинской плотины, такой разнос сточных вод наблюдался на расстоянии до 5 км. Гидрологам Пермской обсерватории было показано, что резкое уменьшение или прекращение пусков, следующее непосредственно за большими пусками ($3000 \text{ м}^3/\text{сек}$), является причиной возникновения в «зоне неустойчивого режима» инерционно-волновых течений, выражающихся в перемещении водных масс то вниз, то вверх по течению. Распространение загрязнений при этом отмечено на расстояние, примерно, 2 км в ту и другую сторону. Эти явления были неоднократно проверены наблюдениями за «перемещением» хозяйственно-фекальных сточных вод у Камской ГЭС, а также анилина, содержащегося в сточных водах одного предприятия, и хлоридов, выбрасываемых другим.

Фактические материалы, полученные в ряде городов (Пермь, Заволжье, Краснокамск, Ярославль, Кострома), показывают, что при расположении в «зоне неустойчивого режима» нескольких выпусков сточных вод водозабор может подвергаться влиянию периодических массовых загрязнений от нижележащих выпусков. С включением агрегатов ГЭС наряду с большими пусками образуются скорости течения в черед какой-то срок водозабор может получать новые порции загрязнений от выше расположенных выпусков, причем в значительных концентрациях, поскольку сточные воды накапливались там в течение всего периода отключения ГЭС.

Изложенное указывает на необходимость соблюдения особо строгих санитарных требований к охране водоемов в нижнем бьефе плотин каскада. Это, в частности, требует соответствующего изменения гидрологического режима, принятого сейчас для каскада. А именно: необходим постоянный, достаточный в санитарном значении, минимальный спуск сточный пуски и сглаживание колебаний в уровнях нижнего бьефа.

Весьма серьезное положение создает в каскаде водохранилищах загрязнение воды нефтепродуктами. В связи с тем, что процесс окисления нефти протекает сравнительно медленно, недоокисленные фракции задерживаются на дне и могут при волнениях вторично загрязнить толщу воды. В результате этого нефтепродукты в водохранилищах с достаточно выраженной проточностью легко достигают плотин. Поступая в нижний бьеф, они попадают в худшие условия для процессов «самоочищения» на всем протяжении «зоны неустойчивого режима». Как пока-

являет фактический материал, эти участки оказываются в худшем состоянии сравнительно с чащею водохранилища.

Если за последние годы достигнуты определенные успехи в очистке сточных вод на нефтеперерабатывающих заводах (Горьковский, Ярославский, Пермский), и это положительно сказывается на состоянии волжских водохранилищ, то организованная очистка нефтепродуктов, подсланевых вод и масел, поступающих в воду от речного транспорта, ограничивается пока лишь единичными установками. Последствия этого очевидны: речной флот является мощным загрязнителем водохранилищ нефтепродуктами. На устранение этого недостатка должно быть обращено особое внимание.

В числе отрицательных последствий создания каскада водохранилищ отмечено усиление заболеваний населения прибрежной полосы водохранилищ дифиллоботриозом. В этом отношении особенно характерен полжский каскад. На каждом из составляющих его водохранилищ замечен рост числа заболеваний дифиллоботриозом среди прибрежного населения в годы, совпадающие с началом периода стапоянения водохранилища. Принятые санитарными органами меры по специальной дезинтизации населения задерживают степень пораженности.

Следует отметить улучшение в условиях каскада маляриогенной обстановки в результате затопления озер, стариц и других водоемов, являвшихся местами развития малярийного комара.

Изучая водохранилища и каскаде, нельзя оставить без внимания оценку влияния огромных масс воды, собранных в них, на микроклимат всего бассейна. В медицинской литературе имеются высказывания о том, что прибрежная полоса, имея более смягченный ход метеорологических показателей, является местом, благоприятным для сердечно-сосудистых больных. Специальные исследования в этом направлении ведутся медицинскими учреждениями.

Мы считаем возможным рекомендовать более широкое использование побережья водохранилищ для организованного отдыха при соответствующем санитарно-техническом обеспечении действующих учреждений.

Говоря о перспективах гигиенического изучения каскада водохранилищ, следует подчеркнуть, что на волжском каскаде создается возможность для исследования следующего этапа развития гидростроительства — переброски подпых ресурсов из одного бассейна в другой. Вопрос о переброске воды северных рек на пополнение ресурсов Волги должен быть освещен и в санитарном аспекте. Гигиенисты уже привлечены к его разработке.

Рекомендуемый в настоящее время принцип комплексного изучения водоемов позволит с наибольшим эффектом решать сложные задачи использования и охраны водных ресурсов каскада волжских водохранилищ

**II. МИКРОБИОЛОГИЯ,
ФИТОПЛАНКТОН И ВЫСШАЯ
ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ**

МИКРОФЛОРА ВОЛГИ И НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ ЕЕ БАССЕЙНА

В. И. Романенко

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

Деятельность микроорганизмов является той громадной силой, под воздействием которой осуществляются основные превращения веществ в природе, или то, что мы называем круговоротом веществ. По масштабу она сопоставима с деятельностью зеленых растений, только значительно многообразнее. И проблема очистки воды, и проблема продуктивности водоемов — это частные вопросы круговорота веществ, где решающая роль принадлежит зеленым растениям и микроорганизмам.

Летом в Волге и примыкающих к ней водоемах количество бактерий, учитываемых на мембранных фильтрах по методу А. С. Разумова (1932) под оптическими микроскопами отечественного производства (МБИ 2, МБИ-3 и пр.)*, колеблется от 1 до 3 млн. в 1 мл воды. Иногда их бывает больше или меньше. В северных водохранилищах количество бактерий, как правило, несколько ниже, чем в южных. Особенно высокие величины численности бактерий отмечаются в дельте Волги (Горбунов, 1963).

В течение года в водоемах Волги наблюдаются два максимума численности бактерий — весной и осенью и два минимума — летом и зимой. Увеличение количества бактерий весной и осенью объясняется смывом их с водосборной площади во время половодья, более частым ветровым перемешиванием воды и размучиванием донных отложений. Например, в Рыбинском водохранилище количество бактерий летом в среднем за 15 лет равнялось 1,3—1,5 млн., а весной и осенью — 1,6—1,8 млн. в 1 мл воды, причем различие это статистически достоверно. В подледный период количество бактерий снижается и колеблется в пределах 0,5—0,8 млн. в 1 мл. Таким образом, минимальное количество бактерий отличается от максимального не более чем в 2—4 раза. Весенний пик численности бактерий наблюдается и в Куйбышевском водохранилище (Салманов, 1958; Михеева, 1966; Иватин, 1968). Значительные сезонные колебания в численности бактерий, по данным Л. Е. Корп, наблюдаются в Клязьминском водохранилище, где зимний минимум отличается от максимума в период половодья более чем в 10 раз (Разумов, 1962). По-видимому, здесь сказывается близость большого города.

Средняя величина численности бактерий за навигационный период в Рыбинском водохранилище, по данным за 15 лет, равна $1,42 \pm 0,18$ млн. в Горьковском водохранилище — 1—2 млн., в Куйбышевском — 1—3 млн. в 1 мл. В прибрежной и мелководных зонах, а также в зарослях растений количество бактерий в несколько раз больше — 2—5—10 млн. в 1 мл воды, да и разнообразие форм микроорганизмов богаче. На речных участках Волги, вблизи берегов, общее количество бактерий, как правило, несколько

* Необходимо иметь в виду, что в зависимости от применяемых микроскопов можно учесть меньшее или большее количество бактерий.

ко выше, чем в открытых частях крупных водохранилищ. Иногда количество бактерий не отражает интенсивности деструктивных процессов, при трофности водоема. Так, численность бактерий в Белом озере на Шексне (Вологодская область) всегда высока — 2—5 млн. в 1 мл воды (Краснопишкова и Новожилова, 1959). Но связано это с постоянным замуливанием иловых отложений, в то время как количество бактерий в дельте Волги, в протоках в результате интенсивного размножения микроорганизмов, по данным К. В. Горбупова (1963), достигает 10 и более млн. в 1 мл воды.

Значительное количество бактерий в воде находится в прикрепленном состоянии на органо-минеральных частицах. Об активности этих бактерий можно судить по потреблению кислорода микрофлорой в фильтрованной и нефilterованной пробах воды (табл. 1).

Таким образом, активность микрофлоры на частицах может составлять 80% и более от общей активности.

Даже в таких громадных водохранилищах, как Куйбышевское и Рыбинское, на больших площадях бактерии распределены весьма равномерно.

Таблица 1

Активность микрофлоры в нефilterованной и фильтрованной воде (%)
август 1968 года

Станция	Нефилтрыванная вода	Вода, профильтрованная через мембранный фильтр № 5 с диаметром пор 3—6 мк	Активность бактерий на органо-минеральных частицах
Волга у Кинешмы	100	62	38
Волга ниже Горького	100	19	81
Волга у Козьмодемьянска	100	33	67

но, так что по нескольким пробам можно сделать весьма реальное суждение о содержании бактерий в воде данного водоема.

В открытых частях водохранилищ бактерии представлены очень мелкими формами, более или менее однообразными при рассмотрении их в оптические микроскопы на мембранных фильтрах в сухом состоянии; значительно богаче формами микрофлора зарослей в иловых отложениях. Электронное микроскопирование говорит о большом разнообразии форм микроорганизмов в воде волжских водохранилищ. На отмирающих водорослях и органических частицах наблюдаются палочки, кокки, спиросеты, спириллы и пр. Очень часто здесь встречаются бактерии из группы *Caulobacter* (Беляев, 1959).

По вертикали численность бактерий изменяется следующим образом. В поверхностной пленке воды толщиной около 20 м количество бактерий в Волге, по данным Г. А. Заварзина (1955), достигает 600 000, что в пересчете на 1 мл составляет 300 млн. при содержании бактерий в толще воды около 3 млн., то есть в поверхностной пленке их в 100 раз больше. При небольших глубинах 20—30 м и гомотермии численность бактерий от поверхности до дна изменяется мало, некоторое увеличение наблюдается лишь в самом придонном слое. Громадное количество бактерий находится в самом поверхностном слое ила, где их численность сразу увеличивается на три порядка. В случае температурного скачка в водоеме численность бактерий в этом слое резко возрастает (Сорокин, 1961).

Скорость размножения бактерий в водоемах Волги очень сильно колеблется в зависимости от температуры воды, содержания органического вещества и других факторов. В отдельные периоды летом время генера-

ции (время, за которое происходит удвоение численности бактерий) равно 1—3, чаще 10—20 часам. В среднем с мая по ноябрь в Рыбинском водохранилище оно равно 40—50, а поздней осенью и зимой под льдом — 100—600 часами. При этом величины времени генерации складываются из скоростей быстро и медленно делящихся клеток. Естественно, что первые играют решающую роль в продукции бактериальной биомассы.

Биомасса бактерий чаще всего равна 0,5—2 мг в сыром весе на 1 л воды, а продукция ее в течение навигационного периода с мая по ноябрь колеблется от 30 до 100 мг в 1 л. Р/В-коэффициент колеблется в пределах 50—100, но в отдельных пунктах эти величины могут значительно отклоняться. К сожалению, данных по продукции бактериальной биомассы в Волге пока еще очень мало.

На 1 мг С образующейся бактериальной биомассы в летнее время потребляется 10—13 мг O_2 , что соответствует соотношению этих величин в чистых культурах бактерий (Ромапенко, 1965). Исходя из этого соотношения, по потреблению кислорода на дыхание микрофлоры можно рассчитывать продукцию бактериальной биомассы.

Видовой состав бактерий в водоемах волжской системы изучен очень слабо, можно сказать, совсем не изучен.

В иловых отложениях общее содержание бактерий находится в прямой зависимости от механического состава, содержания органического вещества, глубины и пр. В торфянистых и песчаных илах Рыбинского водохранилища общее количество бактерий равно 0,3—0,6, в незапленных бедных почвах и песках — 0,03—0,3 и в серых илах — 0,8—3 млрд на 1 г сырого веса (Сорокин, 1958). Величины такого же порядка определены и в других водохранилищах.

Количество бактерий, растущих на МПА, в различных участках Волги значительно колеблется. В большинстве водохранилищ оно равно 300—700 в 1 мл воды. В отдельных пробах их может быть значительно меньше — 10—50 в 1 мл. В Рыбинском водохранилище средняя численность за девять лет в центральной части равна 273 в 1 мл, а коэффициент вариации $V=290\%$ для уровня значимости 0,01. Количество сапрофитных бактерий в речных участках Волги значительно больше — 1000—20 000 в 1 мл. Вниз по течению после крупных населенных пунктов снижается шлейф сапрофитных бактерий, вблизи городов их численность измеряется тысячами, десятками, а иногда и сотнями тысяч в 1 мл. По мнению А. С. Разумова и С. И. Кузнецова (1952), хорошим показателем чистоты воды может служить соотношение сапрофитных бактерий и общего их количества при определении последних на мембранных фильтрах. В табл. 2 приведены примерные величины соотношения количества сапрофитных бактерий и общего количества для вод разной степени чистоты.

Таблица 2

Соотношение между численностью сапрофитных бактерий, растущих на МПА, и общей численностью, определяемой прямым подсчетом на мембранных фильтрах

Соотношение в % (около)	Качество вод	Водоемы
0,003 и меньше 0,03	Особо чистая Чистая	Онежское озеро, Байкал Рыбинское, Череповецкое, Куйбышевское водохранилища
0,3 3 и больше	Грязная Особо грязная	Участки Волги в Калинин, Ярославль и другие Коллекторы сточных вод в городах и пр.

Например, в Клязьминском водохранилище соотношение между сапрофитами и общим количеством бактерий равно 0,1% (для расчета взяты данные у А. С. Разумова, 1962), в центральной части Рыбинского — 0,01—0,03%, у города Череновца — 1—2%, в сточных водах реки Ягорбы — 9%. В разных пунктах Волги оно колеблется от 0,01 до 1%, первое в чистых, второе в более загрязненных местах.

В планк численность сапрофитных бактерий, как и общая численность, зависит от характера ила и колеблется до 0,01 до 3 млн. в 1 г на сырой ил. Отношение количества сапрофитов к общему количеству во многих случаях равно 0,01—0,1%.

С промышленно-бытовыми стоками и в связи с интенсивным судосходством в Волгу попадает большое количество углеводов — солярное масло, керосин, нефть и пр. Здесь они окисляются под воздействием специфических микроорганизмов, которые постоянно обнаруживаются при посевах воды на селективные питательные среды. Их количество колеблется от единичных клеток до десятков тысяч в 1 мл. Показателем их активности может служить потенциальная способность воды к окислению углеводов. В табл. 3 приведены средние величины по результатам определения И. Н. Дзюбан (1958).

Таблица 3

Потенциальная способность воды волжских водохранилищ к окислению жидких углеводов
(мг O_2 л/сутки)

Водохранилище	Солярное масло	Керосин
Иваньковское	0,5	0,7
Угличское	0,43	0,3
Рыбинское	0,5	0,26
Горьковское	0,3	0,4
Куйбышевское	0,8	0,84

Таким образом, потенциальная способность воды к окислению углеводов соответствует 0,3—0,8 мг O_2 л/сутки. Средние величины такого же порядка были получены при обследовании Волги от Калинина до Ярославля в октябре 1962 года (Марголина, 1966) при колебании в отдельных пробах от 0 до 5 мг O_2 л/сутки.

Показателем активности микрофлоры может служить потребление кислорода на ее дыхание. Летом в Волге потребление кислорода на дыхание микрофлоры колеблется в очень широких пределах от 0,1 до 3 мг O_2 л/сутки. Особенно интенсивно идут процессы дыхания, а следовательно, разрушения органического вещества, во вновь залитых водохранилищах, что наблюдалось в Куйбышевском, Череновском и других. Деструкция органического вещества в результате деятельности всего микробиоценоза в Рыбинском водохранилище в течение пяти лет колебалась с мая по ноябрь от 64 до 214 г. С 1 м^2 . Около 15—20% органического вещества разрушается за счет аэробных процессов в поверхностном слое иловых отложений. В Куйбышевском водохранилище деструкция за навигационный период 1957 года была равна 360 г С 1 м^2 (Салманов и Сорокин, 1962).

Принципиальным является вопрос о соотношении между количеством органического вещества, которое разрушается в водоемах, и количеством, которое в них образуется (Романенко, 1967). В настоящее время есть все основания утверждать, что количество органического вещества, разруша-

гмого и водных водохранилищах в течение года, больше, чем его образуется в них в результате фотосинтеза, то есть по отношению к первичному источнику органики в них они являются не аккумуляторами, а «рассеивателями». В то время как в системе в целом (двухотопные и аэротопные органические вещества) в водоеме могут накапливаться органические вещества.

В иловых отложениях в той или иной степени идут бактериальные процессы образования и окисления метана и водорода, сульфатредукции, нитрификации и денитрификации. В отдельных местах в больших количествах встречаются специфические группы бактерий: микробактерии в водах с большим содержанием гуминовых веществ (Рыбинское водохранилище), бактерии, окисляющие фенол и клетчатку (Камское водохранилище и дельта Волги), и прочие.

Оценить роль хемосинтеза в продукции органического вещества в воде и иловых отложениях водных водохранилищ пока невозможно.

В заключение укажем на вопросы, требующие дальнейшего уточнения и разрешения. Это — уточнение соотношений между деструкцией и продукцией органического вещества в водоемах, определение интенсивности деструкции органического вещества в иловых отложениях за счет аэробных и анаэробных процессов, изучение роли микроорганизмов в процессах разрушения бетонных сооружений и коррозии металлов. Это — интенсивность деструкции органического вещества зимой (при низких температурах), интенсивность разрушения таких стойких органических веществ, как гуминовые и другие, получение многолетних данных по численности бактерий и интенсивности бактериальных процессов с последующей статистической обработкой, установление обмена между илами и водой, уточнение биомассы бактерий и определение продукции ее в воде и иловых отложениях, детальное изучение форм бактерий под электронным микроскопом, взаимосвязь бактерий с зоо- и фитопланктоном, изучение олигокарбофильных бактерий, изучение роли вирусов и фагов в водоемах.

ЛИТЕРАТУРА

- Беляев С. С., 1967. Распределение группы *Caulobacter* в водохранилищах Волго-Дона. Микробиология, т. 36, в. 1.
- Горбунов К. В., 1963. Динамика развития микробиологических процессов в водоемах низовья дельты Волги. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ. т. XIII.
- Дзюбан Н. Н., 1958. К вопросу о способности к самоочищению воды водных водохранилищ от нефтяных загрязнений. Бюл. Инст. биол. водох. АН СССР, № 1.
- Заварзин Г. А., 1955. Бактериальное население поверхностной пленки воды в естественных водоемах дельты Волги. Тр. Инст. микробиол. АН СССР, в. 4.
- Иваницкий А. В., 1968. Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища в 1965 г. Микробиология, т. 37, в. 2.
- Красеиникина С. А., Новожилова М. Н., 1959. Микробиологическое исследование Белого озера Вологодской области. Микробиология, т. 28, в. 1.
- Кузнецов С. Н., 1952. Роль микроорганизмов и круговороте веществ в озерах. Изд. АН СССР, М.
- Мирголина Г. Д., 1966. Результаты обследования санитарного состояния Волги от Казани до Ярославля в октябре 1962 г. Сб. Продукция и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. Изд. «Наука», М., 1.
- Михеева Н. Н., 1966. Динамика численности бактерий в водной толще Куйбышевского водохранилища в 1960-1961 гг. Сб. Продукция и круговорот органического вещества во внутренних водоемах. Изд. «Наука», М., 1.
- Разумов А. С., 1932. Прямой метод учета бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха. Микробиология, т. 1, в. 2.
- Разумов А. С., 1962. Микробный планктон воды. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., т. XII.

Романенко В. И., 1965. Соотношение между потреблением кислорода и углекислоты у гетеротрофных бактерий при росте на пептоне. Микробиология, т. 34, в. 3.

Романенко В. И., 1967. Соотношение между фотосинтезом фитопланктона и деструкцией органического вещества в водохранилищах. Сб. Микрофлора, фито-планктон и высшая водная растительность внутренних водоемов. Изд. «Наука» Л.

Саломянов М. А., 1958. Характеристика общего числа бактерий в Куйбышевском водохранилище в первые годы его заполнения. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 1.

Саломянов М. А., Сорокин Ю. И., 1962. Первичная продукция Куйбышевского водохранилища. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4.

Сорокин Ю. И., 1958. Микрофлора и химический состав грунтов Рыбинского водохранилища. Гр. Бюлл. ст. Борок АН СССР, № 3.

Сорокин Ю. И., 1961. Роль хемосинтеза в продукции органического вещества в водохранилищах. Микробиология, т. 30, в. 5.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

А. В. Ивату

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

Определение общей численности бактерий в воде Куйбышевского водохранилища в 1967 году проводилось в январе, марте (на ограниченном количестве станций), а затем ежемесячно с мая по ноябрь. Пробы брали на 18 станциях, расположенных в различных участках водоема. Отбор проб воды и техника ее микробиологического анализа проводилась по методикам, которые описаны С. И. Кузнецовым и В. И. Романенко (1963).

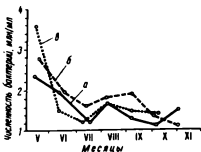
Летний период навигации 1967 года, по сравнению с двумя предыдущими (особенно 1965 года), характеризовался низкой температурой воды и слабым развитием синезеленых водорослей, вследствие чего общая численность бактерий была выше и имела несколько иной характер сезонных изменений (см. таблицу).

Общая численность бактерий в течение 1967 года составляла по отдельным участкам водоема 0,7—4,6 млн. клеток в 1 мл. В подледный период численность бактерий колебалась от 0,7 до 1,1 млн/мл. С началом

Количество бактерий (млн/мл) в воде Куйбышевского водохранилища в 1967 году

№ станции	Расположение станций	22-27 I	22-26 III	16-27 VI	12-19 VII	7-14 VII	5-10 VIII	1-9 IX	27 IX -3, X	28 X -4 XI
8	Русло Волги у г. Чебоксар	—	—	1,7	1,9	1,8	1,9	2,2	1,1	0,8
9	Бывшее русло Волги у села Васильево	1,0	2,3	3,0	2,1	1,6	1,7	1,6	1,5	1,2
13а	Бывшее русло Волги у села Шеланга	—	—	2,6	2,0	1,5	2,1	2,0	1,3	1,2
14	Бывшее русло Волги выше Камского устья	—	—	2,9	2,1	1,7	1,8	1,8	1,5	1,1
16	Русло Камы у Сорочьих гор	1,1	2,6	2,7	2,0	1,6	2,0	1,8	1,5	0,9
45	Русло Камы на Волго-Камском плесе	0,9	2,8	4,6	2,1	1,9	2,6	2,5	1,4	1,2
51	Левая пойма на Волго-Камском плесе	0,9	2,1	4,3	2,3	1,8	2,4	2,0	—	1,6
20	Бывшее русло Волги у г. Тетюши	—	—	2,7	2,1	2,0	1,9	1,7	1,6	1,0
21	Бывшее русло Волги у села Ундоры	1,0	2,8	3,2	1,7	1,5	1,2	1,7	1,1	0,9
25	Левая пойма Ундорского плеса	—	—	2,1	1,6	1,7	1,2	1,6	2,1	1,0
56	Бывшее русло Волги у села Шмолка	1,1	1,3	3,1	2,0	1,2	1,3	1,8	1,0	0,7
27	Середина Черемшанского залива	—	—	1,5	2,2	1,3	2,8	2,8	1,5	1,0
65	Бывшее русло Волги у села Подпалье	—	—	2,9	1,6	1,4	1,5	2,2	1,1	1,2
66	Левая пойма в районе Подпалья	—	—	2,3	1,8	2,1	1,6	1,9	1,6	1,1
14	Бывшее русло Волги у села Березовка	0,7	—	2,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2	0,9
19	Левая пойма против села Березовка	0,8	—	2,7	1,2	1,1	1,4	1,2	1,5	1,1
	Среднее число бактерий	0,9	2,4	2,8	1,9	1,6	1,8	1,9	1,4	1,1

тавления снега и поступлением талых вод (март) содержание бактерий увеличилось на отдельных участках до 1,3—2,8 млн./мл. В период нарастания половодья численность бактерий увеличилась еще больше и составила в мае по продольному профилю водохранилища (по Волге) 1,7—3,1 млн., в Камском плесе — до 4,6 млн. и в Черемшанском заливе — только 1,5 млн./мл. Как и в предыдущие годы, наименьшая бактериальная плотность зарегистрирована в Черемшанском заливе и наиболее высокая по руслу Камы.



Динамика общей численности бактерий в воде Куйбышевского водохранилища:

а — 1965 год, б — 1966 год, в — 1967 год

ватория этого участка подвержена сильному ветровому перемешиванию годной толщи со взмучиванием отложений, с которыми в воду выносятся значительное количество донной микрофлоры. Подобная картина нередко наблюдается и в Черемшанском заливе.

В целом по водохранилищу численность бактерий в водной толще уменьшилась после весеннего половодья (в мае) до летнего минимума в июле, а в августе и сентябре она несколько повысилась. Увеличение численности бактерий в сентябре совпало с осенними штормами и было вызвано взмучиванием микрофлоры из донных отложений.

В октябре и ноябре наблюдалась штилевая погода и на фоне резкого снижения температуры воды количество бактерий уменьшилось, достигнув в ноябре в среднем по водохранилищу 1,1 млн./мл.

Данные колебаний общей численности бактериопланктона в период открытой воды в 1965, 1966 и 1967 годах (см. рисунок) показывают, что существенных отличий по этим годам не было. В 1966 году среднее число бактерий из расчета на 1 мл составило 1,6 млн., в 1965—1,9 млн. и в 1967 — 1,8 млн.

В 1966 году лето было очень теплым и вода изобилвала синезелеными водорослями. В 1965 и 1967 годах температура воды была ниже и синезеленые водоросли развивались слабо. Таким образом, годы с более прохладным летом и менее выраженным «цветением» характеризуются более высоким развитием бактерий. Осенью численность бактерий определяется не только температурным режимом водоема, но и ветровой деятельностью — взмучиванием донных отложений. Чаще всего взмучивание верхней пленки и нижележащих слоев донных отложений бывает глубокой осенью. Однако по срокам это не совпадает. Так, в 1966 году активная ветровая деятельность на водохранилище привела к увеличению численности бактерий в ноябре, а в 1967 году такая картина наблюдалась в сентябре.

Из вышесказанного следует, что средняя численность бактерий в

В Черемшанском заливе, как правило, весеннее половодье наступает и прекращается раньше, поэтому ко времени наших полевых работ (вторая половина мая) малоактивная микрофлора, попавшая в водоем вместе с терригенными частицами, успевала отмереть.

В Камском районе половодье наступает позднее, и поэтому даже во второй половине мая плотности бактерий была здесь высокой.

В летне-осенний период камская часть водохранилища также отличалась более высокой общей численностью бактерий. Обширная и сравнительно мелководная ак-

воде Куйбышевского водохранилища в течение 1965–1967 годов колебалась в близких пределах (разница в среднем составляла 0,2–0,3 млн/мл) и имела сходный характер сезонных изменений. Численность бактерий в водохранилище колеблется в зависимости от гидрометеорологических и биологических факторов со следующей закономерностью: увеличение в период весеннего половодья, снижение после его прекращения до минимума в середине лета, второй пик численности — после отмирания водорослей и третий пик — в период осенних штормов. В подледный период количество бактерий минимальное.

ЛИТЕРАТУРА

- Ив а т и н А. В., 1968. Микробиологическая характеристика Куйбышевского водохранилища в 1965 г. Микробиология, 37, в. 2.
И в а т и н А. В., 1969. Динамика численности бактерий в воде и донных отложениях Куйбышевского водохранилища в 1966 г. Микробиология, 38, в. 1.
Ку а л е ц о в С. И., Р о м а н е н к о В. И., 1963. Микробиологическое изучение внутренних водоемов. Лабораторное руководство. Изд. АН СССР. М. — 1.

ФИТОПЛАНКТОН ВОЛГИ ОТ ВЕРХОВЬЕВ ДО ВОЛГОГРАДА

К. А. Гусева, А. Д. Приймаченко

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

Гидробиологическое изучение Верхней Волги было начато в 1913 году в связи с изысканием новых источников водоснабжения Москвы, которая уже с девятисотых годов стала ощущать большой недостаток воды. С этой целью были предприняты обследования Волги и Оки, за счет которых предполагалось разрешить проблему водоснабжения Москвы. Из биологов в этой работе принял участие Н. С. Строганов, который после предварительной поездки по Волге организовал совместно с Н. Г. Зверевым в 1914—1915 годах систематическое изучение планктона от истока до села Савелова — в районе, казавшемся наиболее перспективным для решения поставленной задачи. Фитопланктон обследованного района оказался довольно разнообразным. Значительная роль в нем принадлежала озерным и болотным формам, приносимым мелкими притоками. Большинство форм, занесенных в русло Волги, постепенно, вниз по ее течению, выпадало. Переработка фитопланктона в Волге особенно четко вырисовывалась осенью, при спуске вод бейшлотов с массовым содержанием синезеленых водорослей, которые на расстоянии 3—5 км вниз по реке почти полностью выпадали. До города Твери (ныне Калинин) вода Волги была чистой (Строганов, Зверев, 1927), но в самом городе сильно загрязнялась. Однако эти загрязнения заметно снижались к месту впадения реки Шоши, а у села Савелова полностью исчезали. Роль притоков Волги в этом районе (реки Тверца, Шоша, Сось) на формирование фитопланктона была, по данным Н. С. Строганова, ничтожна, так как расход воды в них весьма мал. Поэтому видовой состав альгофлоры Волги выше устья Шоши и у села Савелова оказался сходным. Наиболее разнообразно были представлены диатомовые и зеленые (протококковые, десмидиевые, волюкокковые), наименее — синезеленые. Из зеленых в заметном количестве встречался *Dictyosphaerium pulchellum*, из диатомовых — *Melosira granulata*, *Fragilaria virescens*, *Asterionella gracillima*, и из синезеленых — *Anabaena spiroides*, *Anabaena* sp., *Aphanisomenon flos-aquae*.

В 1937—1940 годах в районе Волги, исследованном Н. С. Строгановым и Н. Г. Зверевым, было сооружено Иваньковское водохранилище. В первые годы его заполнения (1937—1938) сотрудниками ЗИН АН СССР под руководством В. И. Жакина велись наблюдения за формированием в нем планктона. Пробы были собраны Е. С. Невластниковой-Жадиной (1941), а обработаны И. А. Киселевым. Полученные данные показали, что в видовом отношении фитопланктон после зарегулирования Волги мало изменился, но очень возросла общая численность водорослей планктона. Однако соотношение альгологических групп стало иным. Доминирующая роль в летний период принадлежала уже не зеленым и диатомовым, а синезеленым. Интенсивное развитие последних не охватывало всего по-

дохранялица. «Цветение» воды наблюдалось главным образом в Приплотинном плесе, особенно сильное в некоторых его заливах и июле-августе. С сентября, как и весной, в планктоне вновь господствовали диатомовые. Общее количество видов, зарегистрированных в эти годы, составляло 225 форм. Как и ранее, наиболее разнообразно были представлены зеленые, на втором месте стояли диатомовые. В Шошинском плесе Иваньковского водохранилища, возникшем на месте поймы реки Шопы, в это время сохранились еще черты прежнего речного планктона. Здесь почти совершенно отсутствовали синезеленые и наблюдалось заметное развитие жгутиковых (*Dinobryon*, *Trachelomonas*). Общая численность фитопланктона в Шошинском плесе была ниже, чем в Волжском и Приплотинном плесах. Позднее наблюдения за развитием фитопланктона в Иваньковском водохранилище были проведены Институтом биологии внутренних вод АН СССР в 1953 году (Гусева, 1955) и в 1954—1956 годах (Буторина, 1961). Общее количество видов за это время увеличилось незначительно — до 240, но в его составе произошли существенные изменения. Часть видов совершенно исчезла, появились новые, особенно среди зеленых (протококковые). Сильно снизилось число видов десмидиевых, пирофитовых, золотистых и инфузорных, исключая *Trachelomonas*, количество видов которого возросло. Увеличилось и число видов диатомовых, главным образом за счет бентосных форм.

Весной, когда в водохранилище возрастает скорость течения, общая биомасса фитопланктона довольно низка и более или менее равномерна по всей длине водохранилища. В этот период в планктоне доминируют диатомовые (*Melosira italica*). В летне-осенний период в речном участке (Волжский плес) общая биомасса фитопланктона ниже, чем в расширенном приплотинном — Иваньковском плесе. Основную часть ее составляют диатомовые в сопровождении вольвоксовых, эвгленовых, десмидиевых, пирофитовых. В Иваньковском плесе летом, в период слабой проточности, фитопланктон представлен диатомовыми (*Asterionella formosa*, *Melosira italica*, *Stephanodiscus binderanus*, *Fragilaria crotonensis*) и синезелеными (*Aphanisomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*). Последние развиваются, как и в первые годы наполнения, главным образом в заливах. Биомасса фитопланктона Иваньковского плеса по сезонам колебалась в поверхностном двухметровом слое: весной — 0,01—1,98, летом — 1,46—44,99, осенью — 0,5—22,23 г/м³ (Буторина, 1961). Планктон Шошинского плеса по-прежнему оставался обособленным, но, в отличие от периода наполнения, в нем энергично стали развиваться те же основные формы синезеленых, что и в Иваньковском плесе.

Воды Иваньковского водохранилища поступают непосредственно в Угличское, являющееся водохранилищем руслового типа, с большой проточностью, сильно меняющейся в зависимости от работы Угличской и Иваньковской ГЭС, между которыми оно расположено. Фитопланктон этого водохранилища формируется в основном за счет альгофлоры выше лежащего Иваньковского водохранилища (Буторина, 1966). В нем доминируют диатомовые. Синезеленые, если и поступают в заметном количестве, не выдерживают течения и быстро выпадают. В Перишском расширении Угличского водохранилища в планктон поступают формы (протококковые, пирофитовые, десмидиевые, синезеленые), выходящие из мелководной пойменной участка. Большинство их также выпадает, не доходя до плотины.

По длине оси Угличского водохранилища биомасса и состав фитопланктона в течение одного и того же вегетационного периода непостоянны и сильно меняются в зависимости от величины сброса вод Угличской ГЭС и сброса из Иваньковского водохранилища и их сроков (Пряхинченко, 1960). Биомасса фитопланктона в Угличском водохранилище

двухметровом слое воды колебалась по сезонам 1955—1956 годов: весной — 0,05—10,4, летом — 3,85—15,18, осенью — 1,72—34,06 г/м³ (Буторина, 1966).

Воды Угличского водохранилища, поступающие в Рыбинское, сильно рабавляются его водами. Рыбинское водохранилище — искусственный водоем озерного типа с небольшим водообменом (коэффициент 1,7) и слабой проточностью. В период его наполнения (1946—1948 годы) фитопланктон в нем был изучен Е. И. Киселевой (1954). С 1952 года систематические наблюдения на этом водохранилище ведутся Институтом биологии внутренних вод АН СССР.

Фитопланктон Рыбинского водохранилища довольно однообразен по составу, представлен преимущественно диатомовыми (*Melosira italica*, *M. granulata*, *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus astraea*, *S. binderanus*) и синезелеными (*Aphanisomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*).

Первые два пика — весенний и меньший осенний; летом заметные «цветения» вызывают синезеленые (Гусева, 1955). Однако средняя за вегетационный период биомасса диатомовых в большинстве случаев бывает выше биомассы синезеленых. Только в годы с преобладанием штилевых дней, что на Рыбинском водохранилище наблюдается редко, биомасса синезеленых превосходит биомассу диатомовых. Так, за период с 1953 года только в 1955 году, когда господствовала штилевая погода, биомасса синезеленых (средняя из 5 станций в двухметровом слое) была равна 1,937, а диатомовых — 1,277 г/м³. В остальные годы биомасса синезеленых колебалась от 0,336—0,643 в диатомовых — 0,647—1,409 г/м³, средневышенная соответственно в 1954—1956 годах 0,287—1,664 и 0,603—1,859 г/м³.

Трансформированные воды Ивановского и Угличского водохранилищ после смешения с водами Рыбинского водохранилища сбрасываются у Пер-Вор, несколько выше города Рыбинска, в Горьковское долильно-русловое водохранилище, в котором хорошо выражены большой речной участок, простирающийся от Рыбинской плотины до устья реки Елпать, и меньший озерный — от реки Елпать до Городца. Скорость течения в речном участке наблюдается в течение всего вегетационного периода. В озерном участке она в летне-осенний период снижается до нулевой.

До образования Горьковского водохранилища в 1945 году этот район Волги обследовался В. И. Есиревой, а в период его наполнения (1956—1957 годы) — Институтом биологии внутренних вод (Приймаченко, 1961).

В первый год наполнения биомасса фитопланктона в Горьковском водохранилище была ниже, чем в Рыбинском, так как были затоплены большие площади болот. В следующем году в связи с затоплением болот, снижением цветности и повышением pH воды биомасса в нем стала больше, чем в Рыбинском. Видовой состав фитопланктона Горьковского водохранилища (Приймаченко, 1966; Есирева, 1968) довольно разнообразен. На речном участке по числу видов преобладают зеленые, представленные главным образом протокочковыми (*Dictyosphaerium*, *Coelastrum*, *Tetrastrum*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*) и диатомовыми. Ведущими формами последних являются *Melosira italica*, *M. islandica*, *M. granulata*, *Stephanodiscus binderanus*, *S. astraea*, *Asterionella formosa*, которые составляют основную биомассу планктона. Биомасса синезеленых и особенно зеленых была низкой. Во время «цветения» Рыбинского водохранилища, вызываемого синезелеными, последние выносятся на речной участок Горьковского водохранилища и здесь выпадают из планктона. Распределение биомассы фитопланктона на этом участке в основном определяется влиянием выходящего Рыбинского водохранилища и подпором воды, создаваемым Горьковской плотинной. Равной весной, когда из Рыбинского водохранилища поступают холодные, бедные планктоном воды, вдоль речного участ-

на до Елпаты наблюдается нарастание биомассы, а позднее, наоборот, снижение. Особенно отчетливо это проявляется летом и ранней осенью, в период резкого снижения скорости течения в нижней части речного участка, где в незначительных количествах встречаются синезеленые и выпадают бентосные формы диатомовых. Ниже реки Елпаты, на озеровидном участке синезеленые развиваются довольно интенсивно. По данным 1957 года (Приймаченко, 1961), средневзвешенная биомасса диатомовых и синезеленых на речном участке (район Кострома—Кинешма) составляла в августе $2,875 \text{ г/м}^3$, на них на долю синезеленых приходилось всего лишь $0,129 \text{ г/м}^3$, в озерной части соответственно — $2,321 \text{ г/м}^3$ из $5,531 \text{ г/м}^3$. Следовательно, и на озерном участке водохранилища даже в летний период максимального развития синезеленых биомасса их уступает биомассе диатомовых. Поэтому сезонная динамика фитопланктона на речном и озерном участках сходны. Первый максимум падает на июнь, второй — на август. Синезеленые на озерном участке представлены теми же ведущими формами, что и на речном (*Aphanisomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*). Аналогичен основной состав и диатомовых.

Участок Волги от Горьковской плотины до Чебоксар является по продуктивности фитопланктона наиболее богатым. Здесь много притоков, в число которых входит Ока с большой площадью водосбора, несущая воды, богатые биогенными веществами, хотя и загрязняемые. Кроме Оки в этом районе Волга принимает также сравнительно крупные притоки, как Сура, Ветлуга, Илеть и ряд мелких, несущих также достаточное количество биогенов и обильный, в основном, диатомовый планктон в сопровождении разнообразных по составу зеленых водорослей с незначительной биомассой. Синезеленые имеют второстепенное значение, развиваясь лишь на устьевых участках притоков.

Участок Волги до устья реки Ветлуги был обследован в 1926—1927 годах Р. М. Павлиной (1930), проследившей влияние Оки на альгофлору Волги и продвижение окских вод в Волге. Данные Р. М. Павлиной позднее были подтверждены А. Д. Приймаченко (1959).

Район Куйбышевского водохранилища до его заполнения обследован осенью 1939 года сотрудниками ЗИН АН СССР, а в 1955 году — Институтом биологии внутренних вод (Приймаченко, 1959). Они же проследили формирование альгофлоры и в годы заполнения водохранилища — 1956—1957 (Мороховец, 1959).

Куйбышевское водохранилище характеризуется сравнительно большой проточностью. Весной течения наблюдаются на всем его протяжении. В летне-осенний период они ясно выражены лишь на речном участке до Камского устья, далее скорости течения резко снижаются и в районе Ундоры—Березовка фактически не обнаруживаются. Это отражается на качественном составе фитопланктона. Если весной на всем протяжении водохранилища господствуют диатомовые с руководящими видами *Melosira italica*, *M. distans*, *M. granulata*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus astraea*, *S. hantzschii*, то летом по мере снижения скоростей течения от Чебоксар к Камскому устью с ними начинают конкурировать синезеленые. В районе поступления вод реки Камы, бедных в этот период планктоном и биогенами, численность синезеленых в результате разбавления иногда резко снижается, но после города Тетюши они вновь начинают энергично развиваться. Однако «цветение» значительно сильнее, чем на русловых открытых участках водохранилища (рис. 1). Преобладающими формами синезеленых являются *Aphanisomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa*. Однако «цветение» на открытых участках Куйбышевского водохранилища — явление непродолжительное. Ветровые перемешивания водной толщи обычно нарушают

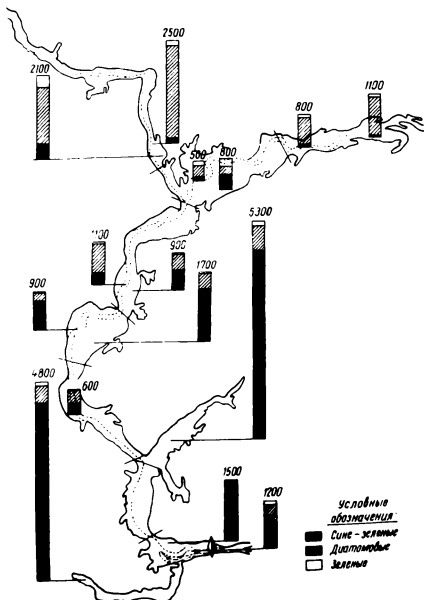


Рис. 1. Распределение фитопланктона в Бузубитском водохранилище (1958 год (по В. И. Стрельникову)).

его, и осенью с наступлением ветреной погоды оно прерывается. Долгие сине-зеленые сохраняются в заливах, где их можно в значительном количестве видеть и в октябре. Осенью (сентябрь, ноябрь) по длинной оси открытой части водохранилища господствуют диатомовые, представленные

ные теми же основными формами, что и весной. По данным В. Г. Стройкиной (1963), осенью 1958 года наблюдалось преобладание в планктоне *Melosira binderana* (*Stephanodiscus binderanus*), которую она считала типично осенней формой для данного водохранилища. А. Д. Приймаченко (1966) в октябре 1956 года находила ее ниже города Ульяновска как преобладающую форму речного диатомового планктона совместно с *Asterionella formosa* и *Fragilaria crotonensis* при минимальной проточности данного района. Кроме диатомовых и синезеленых на речном участке Куйбышевского водохранилища и летне-осенний период обнаружен довольно разнообразный набор протококковых, большинство которых по направлению к плотине выпадает. Однако и в речном участке они не дают достаточно ощутимой биомассы.

Общая биомасса фитопланктона Куйбышевского водохранилища весной и осенью, когда доминируют диатомовые, снижается к плотине. Летом, во время преобладания синезеленых, наблюдается обратное явление. Диатомовые развиваются более интенсивно на речном участке, где сохраняется значительная проточность, синезеленые — в районах минимальных течений нижней части водохранилища. По длинной оси водохранилища фитопланктон имеет два пика развития: в речном участке и в приплотинном типом. Весной первый выше второго, в летне-осенний период — наоборот. Между двумя этими пиками располагается участок с наименьшей биомассой фитопланктона, перемещающейся в зависимости от передвижения границы минимальной скорости течения. Это снижение биомассы фитопланктона, по данным А. Д. Приймаченко (1961), связано с изменением его состава: сменой форм реофильных на формы, требующие минимального течения.

При сопоставлении данных по фитопланктону Горьковского и Куйбышевского водохранилищ можно отметить ряд различий. Биомасса в Горьковском водохранилище ниже, чем в Куйбышевском. В первом преобладают диатомовые, во втором основную массу планктона составляют синезеленые. В Горьковском водохранилище протяженность речного участка во много раз больше озерного. В Куйбышевском водохранилище превосходит последний, что на большом протяжении создает более благоприятные условия для развития синезеленых. Наконец, Куйбышевское водохранилище расположено значительно южнее, что также способствует развитию синезеленых, требующих для своего развития более высокие температуры.

Различия этих двух водохранилищ проявляются также в характере фитопланктона нижних бьефов. Фитопланктон в нижнем бьефе по составу обычно идентичен таковому в приплотинном участке водохранилища. Что же касается количества сбрасываемого фитопланктона, то при прочих равных условиях в нижнем бьефе глубоких водохранилищ его значительно меньше, чем в мелких, так как в нижний бьеф поступает вода не только поверхностных горизонтов водохранилища, где в большинстве случаев концентрируется фитопланктон, но также и глубинных слоев, которые бедны планктоном.

Планктон в стоке Горьковского водохранилища в августе 1957 года был, по данным А. Д. Приймаченко (1966), в 20 раз обильнее сбрасываемого в это время через Куйбышевскую плотину, хотя в приплотинном участке Горьковского водохранилища его было больше, чем в приплотинном участке Куйбышевского, всего в 8 раз (под 1 м² в нижнем бьефе Горьковского водохранилища биомасса фитопланктона была 95 г, а в Куйбышевского — 12 г). Относительно низкая концентрация фитопланктона в нижнем бьефе Куйбышевского водохранилища, по сравнению с его количеством в двухметровом слое приплотинного участка, связана с большим разбавлением сбрасываемых поверхностных вод глубинными. В Куйбы-

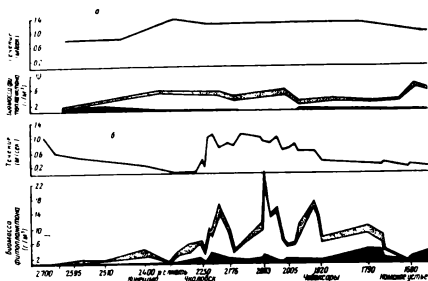
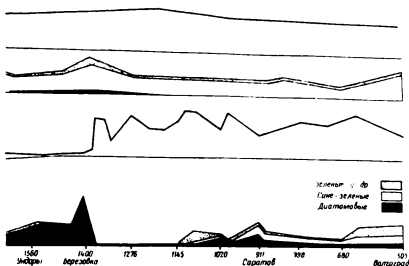


Рис. 2. Скорости течения и биомасса фитопланктона Волги до и после образования
а — Волга до образования водохранилищ
б — Волга после образования водохранилищ

шевском водохранилище глубина предплотинного участка составляет 11 м, в Горьковском — не более 25 м. Кроме того, в августе в Куйбышевском водохранилище преобладали синезеленые, которые концентрируются в верхних слоях воды, а в Горьковском — диатомовые, распределющиеся в толще воды более равномерно.

Различия в судьбе фитопланктона, поступающего в нижние бьефы этих водохранилищ в летний период. В обоих, до района подпора вод нижележащим водохранилищем, хорошо выражены речные условия с ощутимыми скоростями течения. Поэтому диатомовый планктон Горьковского водохранилища, сброшенный в нижний бьеф, продолжает успешно развиваться; в нем может лишь несколько измениться видовой состав. Зато синезеленые, поступающие в нижний бьеф Куйбышевского водохранилища до постройки Балаковской ГЭС, перерабатывались в речном потоке и почти полностью выпадали на планктон. Вниз от плотины на расстоянии 250—300 км фитопланктон Волги очень обеднялся, так как речной комплекс альгофлоры восстанавливается очень медленно.

Наглядное представление о влиянии скоростей течения на формирование фитопланктона Волги от Ярославля до Волгограда после создания Горьковского и Куйбышевского водохранилищ дает приведенный график (рис. 2). До зарегулирования Волги скорости течения колебались здесь в летне-осенний период незначительно (от 0,8 до 1,2 м/сек). Планктон был представлен диатомовыми в сопровождении небольшого количества зеленых, хотя видовой состав последних был разнообразен. Синезеленые почти отсутствовали. С наполнением водохранилищ кривая скорости течения из почти прямой линии превратилась в сильно изломанную со снижениями в предплотинных участках и резкими подъемами в речных. Изломанность кривой на речных участках связана с работой гидроэлектростанций. Появление синезеленых в водохранилищах связано со снижением скоростей течения, а максимальное их развитие приурочено к предплотинному району с течениями, близкими к нулевым.



ния Горьковского и Кузбывшевского водохранилищ (по А. Д. Приймаченко):
6 — Волга после образования водохранилищ

Приведенные данные о значениях скоростей течения для фитопланктона дают возможность предвидеть, какие изменения в характер фитопланктона внесет сооружение Чебоксарского водохранилища и как это отразится на развитии синезеленых в Кузбывшевском водохранилище. Чебоксарское водохранилище запроектировано с постоянным уровнем, скорости течения в нем будут ниже существующих в данном районе. Это будет способствовать лучшему сохранению синезеленых, поступающих из Горьковского водохранилища, а подпор устьевых участков притоков должен повысить в них степень развития этих водорослей. В Чебоксарском водохранилище будут поступать бытовые и производственные сточные воды города Горького, приток которых с каждым годом увеличивается, нарастают и загрязнения, приносимые сюда Окой. Это также должно усилить роль синезеленых в планктоне района.

В ближайшее время вступит в строй Нижне-Камское водохранилище. В его стоке, возможно, будет поступать не только диатомовый планктон, но в летнее время и некоторое количество синезеленых. Это может положительно отразиться на развитии последних в Кузбывшевском водохранилище и повысить интенсивность «цветения» его нижнего приплотинного участка. Все сказанное будет иметь место лишь в том случае, если проточность Чебоксарского водохранилища не будет достаточно высокой. Синезеленые водоросли, как показали наблюдения А. Д. Приймаченко (1961), не выдерживают скоростей течения выше 0,1 м/сек. Необходимо учитывать, что проточность водохранилищ в большой степени зависит от водности года. Поэтому в определенных пределах она будет колебаться по годам и в Чебоксарском водохранилище. Но поскольку для наиболее интенсивного развития синезеленых кроме скорости течения существует еще значение имеет температура, то надо полагать, что в Кузбывшевском водохранилище «цветение» синезелеными вряд ли сможет достигнуть таких размеров, какие отмечены в Киевском и других водохранилищах Днепра, расположенных значительно южнее.

С увеличением развития синезеленых в Куйбышевском водохранилище, несомненно, увеличится содержание их и в его нижнем бьефе. До создания Саратовского водохранилища они попадали здесь в условиях большой проточности и быстро выпадали из планктона. Теперь в этом водохранилище с небольшой протяженностью синезеленые будут вегетировать, доходить до придонного участка и сбрасываться в нижележащее Волгоградское водохранилище, где еще до образования волжского каскада «цветение», вызываемое синезелеными, было отмечено Саратовской биологической станцией (1900). По данным А. Д. Приймаченко (1966), после наполнения Куйбышевского водохранилища в Волге ниже Саратова количество синезеленых снижалось, но присутствие их в планктоне прослеживалось до Астрахани и ниже. С наполнением Волгоградского водохранилища (1959—1961 годы) количество их заметно возросло (Стройкина, 1962; Далечина, 1968). По-видимому, при благоприятном термическом режиме этого, более южного водохранилища, даже незначительное снижение скоростей течения оказывает эффективное воздействие на развитие синезеленых водорослей. В период наполнения Волгоградского водохранилища в 1959—1960 годах (по данным В. Г. Стройкиной) летом в поверхностном слое максимальная численность синезеленых составляла 40 тыс. кл/мл, а в 1966 году (по данным И. Н. Далечиной) в приплотинном участке, где скорости течения несколько снижаются, — 700 тысяч кл/мл. Следовательно, несмотря на русловый тип Волгоградского водохранилища и постоянный режим его уровня, а также отсутствие больших впадающих в него рек, «цветение» в нем обильное. Интенсивность его зависит от метеорологических условий года, его водности, режима работы гидроэлектростанций, между которыми расположено водохранилище, и поступления синезеленых водорослей из вышележащего водохранилища. В Волгоградском водохранилище, как и в расположенных выше, из синезеленых развиваются в основном *Aphanisomenon flos-aquae* и *Microcystis aeruginosa*. Весной и осенью господствуют диатомовые, представленные формами, бывшими ранее в реке (*Melosira italica*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus astraea*).

ЛИТЕРАТУРА

- Буторина Л. Г., 1961. Фитопланктон Иваньковского водохранилища в 1954—1956 гг. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, в. 4 (7).
- Буторина Л. Г., 1966. Фитопланктон Угличского водохранилища в 1954—1956 гг. Сб.: Растительность волжских водохранилищ.
- Гусева К. А., 1955. Фитопланктон Рыбинского водохранилища (сезонная динамика и распределение его основных групп). Тр. Биол. ст. Горьк. АН СССР, в. 2.
- Далечина И. Н., 1968. Фитопланктон и первичная продукция Волгоградского водохранилища с 1963 по 1966 г. I-я конф. по изуч. водоем. бас. Волги (тез. док.). Тольятти.
- Есирева В. И., 1955. Фауна водорослей р. Волги от Рыбинска до Горького. Тр. Бот. сада, кн. 5, в. 82.
- Есирева В. И., Петрова М. А., Тухсанова Н. Г., Шахматов Р. А., 1968. Изучение гидробиологии, планктона и бентоса нижних частей Горьковского водохранилища. Ученые записки Горького ун-та, в. 90, сер. биол.
- Киселева Е. И., 1954. Планктон Рыбинского водохранилища. Тр. пробл. и тематич. совещ., в. 2, М., 1.
- Мороховцев Л. Н., 1959. Фитопланктон Куйбышевского водохранилища в год его заполнения. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 2(15), М.
- Пятикостова-Жадин Е. С., 1941. Планктон Иваньковского водохранилища в 1937—1938 гг. Тр. биол. инст., т. VII, кн. 1, Л.
- Павлинова Р. М., 1930. Биологическое обследование Волги в районе от г. Горького до Сабчинского затона в 1926 и 1927 гг. Тр. Инст. сооруж. Центр. комит. водохр., в. 7 ч. II.

Приймаченко А. Д. 1959. Фитопланктон Волги от Ярославля до Станислава в период до образования водохранилищ. Тр. Инст. биол. водоохр. АН СССР, в. 2 (5). М.

Приймаченко А. Д. 1960. Состав и основные закономерности распределения биомассы фитопланктона в водохранилищах равнинных рек СССР. Тр. Инст. биол. водоохр. АН СССР, в. 3 (6). М.

Приймаченко А. Д. 1961 а. Фитопланктон Горьковского водохранилища в первые годы его существования (1956-1957). Тр. Инст. биол. водоохр. АН СССР, в. 4 (7). М.

Приймаченко А. Д. 1961 в. Течение как фактор, определяющий развитие фитопланктона в водоеме. Сб.: Первичная продукция морей и внутренних вод. Минск.

Приймаченко А. Д. 1966. Фитопланктон Волги от Ярославля до Волгограда в первые годы после сооружения Горьковской и Кузбасской плотин. Сб.: Растительность волжских водохранилищ.

Строганов Н. С., Заверев Н. Г., 1927. Волга, Ока и Москва-река в качестве источников водоснабжения Москвы. Гидробиологические исследования. Тр. Комиссии по изысканию новых водоз. водоснаб. г. Москвы. М.

Стройкина В. Г. 1962. О распределении водорослей в нижней части Волжского каскада водохранилищ. Бюлл. Инст. биол. водоохр. АН СССР, № 12. М.

Стройкина В. Г. 1963. Сезонная динамика фитопланктона в Кузбасском водохранилище. Матер. к научн. техн. совещ. по изуч. Кузбасского водохр. в. 3. Гл. упр. гидромет. службы, Кузбассен.

САНИТАРНО-ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕКИ ВАЗУЗЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ В СВЯЗИ С ЗАРЕГУЛИРОВАНИЕМ СТОКА

Н. А. Левшина, М. М. Тедатченко

(Московский университет)

Быстрый рост города Москвы и все возрастающее потребление воды вызывает необходимость создания новых водохранилищ в верховьях Волги. Однако их гидробиологический режим пока трудно предсказать, а в связи с этим и предсказать, какими качествами будет обладать вода новых водоемов. Известно, что искусственные водоемы часто и интенсивно цветут. Например, в 1964 году на Кременчугском водохранилище в «пит-пах цветения» биомасса синезеленых водорослей составляла 36 кг/м³ (Брагинский, Береза и др., 1968). В Можайском водохранилище на реке Москве в 1967 году синезеленые водоросли *Aphanisomenon* *Posaquaе* сделали практически невозможным купание, так как мелководья были буквально занесены отмирающими водорослями, придававшими воде отвратительный запах.

На канале Северный Донец — Донбасс диатомовая водоросль *Stephanodiscus hantzschii* в определенных условиях передает воде интенсивный рыбный запах (Оксиук, 1965). Количество подобных примеров может быть значительно увеличено.

Сказанное ставит перед гидробиологами первоочередную задачу — отыскать пути для предсказания возможностей массового развития в новом водоеме гидробионтов, которые могут придавать воде неприятный запах и привкус. Отсутствие достаточного экспериментального материала в этой области заставляет пользоваться в подобных случаях методом аналогий, к которому прибегли и мы при прогнозировании гидробиологического режима водохранилищ питьевого назначения, строящихся Мосводопроводом на реке Вазузе. В качестве эталонных были использованы многолетние наблюдения на Можайском водохранилище, расположенном в непосредственной близости от реки Вазузы.

По заданию Мосводопровода в 1966—1967 годах проводились комплексные исследования Вазузской речной системы, в которых принимали участие гидрологи, гидрохимики, почвоведы и гидробиологи под общим руководством профессора географического факультета МГУ В. Д. Быкова.

Вазуза — самый крупный по площади бассейна правый приток верхней Волги выше Рыбинского водохранилища. Протяженность реки 162 км, ширина устья 50—60 м, глубина до 1,5 м, расход воды 20 м³/сек. Бассейн Вазузы — преимущественно сельскохозяйственный район. Главными источниками его загрязнения являются сбросы предприятий по переработке сельскохозяйственных продуктов городов Гагарина и Сычевки.

Работа отряда гидробиологов преследовала следующие цели: определение санитарно-бактериологического состояния рек бассейна Вазузы в районе будущих водохранилищ и изучение фитопланктона с целью прогнозирования его качественного и количественного состава, особенно форм, способных при массовом размножении придавать воде неприятные запахи и привкусы.

С учетом указанных задач ежемесячно производили отбор проб в следующих створах (рис. 1):

1) город Зубцов — замыкающий створ. Он дает итоговую характеристику воды реки Валузы перед впадением ее в Волгу;

2) село Варакино (створ характеризует состояние воды в реке Осузе как основном притоке Валузы);

3) ниже города Сычевки (створ дает оценку влияния стоков района Сычевки на реку Мосьмина, притоке Валузы);

4) село Дубецкая (створ характеризует состояние воды, поступающей в реку Валузу из бассейна реки Касня);

5) устье реки Яузы

(створ оценивает качество воды Яузы перед впадением в реку Гжать).

6) село Прохочево (Пречистое) (створ оценивает влияние города Гagarина на загрязнение воды реки Гжать).

Кроме того, в августе была проведена большая летняя съемка, во время которой пробы отбирали по многих дополнительных пунктах, в том числе и на Волге при впадении реки Валузы.

Определяли общее количество сапрофитов, растущих на МПА и

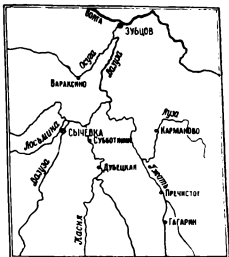


Рис. 1. Схема района исследования

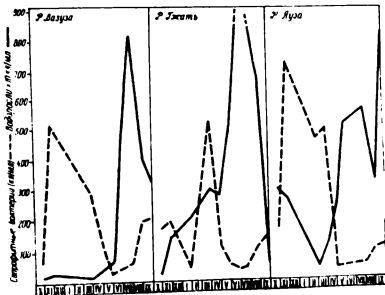


Рис. 2. Соотношение водородов и бактерий

Таблица 1

Санитарно-бактериологический анализ воды рек Вазульской системы

1 - сапрофиты на МПА (мл/мл)
2 - коли-индекс

№ п/п	Вазула в Жуковом		Вазула в Сичевом		Доскыня		Гавры		Гута		Каса		Осуха	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
X	260	3900	60	2300			250	3900	160	1500	53	230		
XI	280	21000	520	116600			200	10000	740	46000	370	4000	200	17000
XII	56	6000			370	213000	43	19000	470	144000				
III			290	7000			570	80000	500	461000	190	1000	180	81000
IV'	85	18000	130	3000	370	25000	120	12000	26	12000	250	102000	72	10000
IV''			23	22000			50	43000	31	2000	28	1000		
VI	47	3000	47	4000			31	3400						
VII	50	4000	61	6000	65	11000	40	10000	39	3000	26	4000	24	2500
VIII	62	13000	210	11000	120	44000	110	11000	82	17000	50	8000	100	11000
					1590000*	80000								
IX	88	17000	200	18000	150	32000	120	2000	97	18000	80	13000	110	15090
					29600000*	155000								
X	140	18000	230	20000			86	12000	130	23000	130	19000	150	25000
XI	110	14000	190	11000	110	29000	120	24000						

бактерий группы кишечной палочки — *Bacterium coli commune*, *B. coli citrovorum*, *B. aerogenes*, *B. paracoli*. Бактериальные пробы высевали согласно ГОСТ 5216--50, затем выращивали и просчитывали в местных (ЗС).

Фитопланктон отбирали методом концентрирования на мембранных фильтрах и обрабатывали по общепринятой методике (Рауэмон и Арешштейн, 1956).

Характерным для санитарно-бактериологического анализа рек Вазузы является относительно небольшое количество сапрофитных бактерий и довольно большое число бактерий группы кишечной палочки, варьирующее в широких пределах — от сотен клеток до десятков тысяч в 1 л (табл. 1).

Таблица 2

Летний санитарно-бактериологический анализ воды в реках Вазуза и Гжать в районе городов Сычевки и Гагарина

	Вазуза (г. Сычевка)		Гжать (г. Гагарин)	
	Выше города	Ниже города	Выше города	Ниже города
Общее количество стоков (м ³ /сутки)	590		1225	
Сапрофиты (кл/мл)	58	210	180	270
Коли-индекс	1000	14000	18000	42000

Сбросы города Сычевки увеличивают бактериальное загрязнение Вазузы, примерно, в 4 раза, а города Гагарина в 2 раза (табл. 2). Вместе с тем стоки города Гагарина составляют 1225 м³/сутки, а города Сычевки — 590. В стоках Сычевки было 60% хозяйственно-бытовых вод, в стоках города Гагарина лишь — 33%. Таким образом, санитарно-эпидемиологическое благополучие целиком зависит от содержания бытовых, а не промышленных сбросов.

В моменты залповых сбросов у источников загрязнения количество сапрофитных бактерий возрастало во много сотен раз. Например, в конце августа 1967 года на реке Лосыньке в районе мясокомбината число сапрофитов достигло полутора миллионов и 1 м.л. а во второй сброс в конце сентября — до 3 млн/мл, коли-индекс составил соответственно 80000 и 155000.

Во всех реках, особенно в таких чистых, как Кася и Осуга, наибольшее количество бактерий наблюдалось весной во время паводка, наименьшее — летом и зимой. В загрязненных участках рек количество бактерий зимой также велико, как и в теплое время года. Осенью бактерий несколько больше, чем летом.

На реках Яузе и Гжати микрофлора в начале весеннего паводка особенно велика — до 500 кл/мл сапрофитных бактерий, а коли-индекс — до 461000. В межень на реках наблюдаются обычные соотношения микрофлоры. Это указывает на то, что микрофлора данного района носит адхезивный характер и свидетельствует об относительном санитарном благополучии прибрежных участков реки Яузы, особенно в районе пос. Карманово. Необходимо также подчеркнуть, что зимой, несмотря на низкие температуры воды, отмечались большие количества сапрофитных микроорганизмов — на реке Яузе до 750 кл/мл и на реке Лосыньке до 370. Развитие сапрофитной микрофлоры в зимнее время указывает на замедление процессов самоочищения в реках, что в свое время отмечалось в литературе (Дьянова, Ворошилова, 1962; Кононов, 1956; Драчев, 1964) и о чем необходимо помнить при проектировании и эксплуатации канализации в указанном районе.

В нижнем течении реки Вазузы коли-индекс равен 3000—21000. Следует помнить, что этот показатель находится на грани санитарных норм, так как согласно ГОСТ 2761—57 вода источников хозяйственно-питьевого водоснабжения с полной очисткой и хлорированием не должна иметь коли-индекс выше 10000.

Фитопланктон реки Вазузы представлен в основном диатомовыми, зеленными и синезелеными водорослями. Он характеризуется сравнительно небольшим разнообразием (около 70 видов) и количеством. В среднем течении реки Вазузы отмечено 328600 — 492400 кл/л или 326 мг/м³, а в нижнем — 469000—811100 кл/л, примерно 390 мг/м³ (табл. 3). Весной и осенью преобладают диатомовые, в середине лета — синезеленые водоросли. Постоянными видами в планктоне были: *Nitzschia acicularis*, *Navicula cryptocephala*, *N. placentula*, *Cyclotella kützinghiana*, *C. meneghiniana*, *Fragilaria crotonensis*, *Diatoma vulgare*, *Scenedesmus quadricauda*, *S. acuminatus*, *Dyctiosphaerium pulchellum*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Merismopedia punctata*, *Coelosphaerium kützinghianum*.

Вследствие малых глубин исследуемых рек и больших скоростей течения в фитопланктоне часто встречаются бентопланктические, бентические и перифитонные виды: *Anabaena variabilis*, *Oscillatoria limosa*, *O. tenuis*, *Nitzschia palea*, *Cocconeis pediculus*.

Таблица 3

Фитопланктон рек Вазушской системы									
1 — общее количество водорослей (кл/л); 2 — биомасса (мг/м ³)									
период 1966 г.	Вазуза у Зубцова		Вазуза у Сычевки		Лосьмина	Гжать	Яуза	Касня	Осуга
	1	2	1	2	1	1	1	1	1
X	—	—	18240	15,8	—	2750	30000	11810	—
XI	—	—	25180	9,3	—	14250	23180	—	8180
I	9300	2,1	—	—	449400	17500	—	—	—
III	10600	9,3	12950	5,9	—	30850	12200	30400	—
IV ¹	39700	69,9	30800	17,6	23650	28500	18340	46620	15750
IV ²	—	—	70310	104,9	70680	50710	52640	24060	—
VI	469000	54,2	492400	138,8	—	258400	—	—	—
VII	811100	17,8	102800	35,6	28200	99400	57000	61100	31800
VIII	545000	109,5	423800	121,8	665130	154750	329000	174200	336960
IX ¹	101800	18,2	328600	185,3	31960	5680	83200	11920	515500
IX ²	234700	—	56670	11,6	95300	69050	69200	31960	—
X	146900	389,6	401000	326,7	794400	46150	1907550	100600	28000
XI	38700	10,9	6150	3,7	15500	—	—	—	—

¹ Первый отбор проб

² Второй отбор проб

В фитопланктоне не было в сколько-нибудь значительных количествах отмечено видов, сообщающих воде неприятные запахи и привкусы.

Из 70 видов водорослей (табл. 4), характерных для рек Вазушской системы, 28 видов являются индикаторными формами сапробиости. Из них 8 видов относятся к α -мезосапробной зоне, 19 видов — к β -мезосапробной и 1 вида — к олигосапробной. α -мезосапробные водоросли встречаются спорадически, главным образом, в холодное время года, в такой загрязненной реке, как Лосьмина, и на некоторых загрязняемых участках рек Гжать и Яуза. Особо следует сказать о фитопланктоне чистых рек Касня и Осуга. Он в летнее время весьма обилен, порядка 336000 кл/л и представлен олигосапробными и частично β -мезосапробными видами.

Данные бактериологического и альгологического анализов позволял ил подразделить притоки реки Вазузы на 3 группы: чистые — реки Касня

Видовой состав фитопланктона рек Вазузской системы

Таблица 1

	С	Восток	Запад	Юго-восток	Калуга	Тверь	Смоленск	Орел
<i>Chlamydomonas paradoxa</i> Pasch				+		++		
<i>Eudorina elegans</i> Ehr	5		+					
<i>Pandorina morum</i> Bory	5	+	+					
<i>Scenedesmus quadricauda</i> Breb.	5	+	+					
<i>S. obliquus</i> Kütz	5	+	+		+			+
<i>S. acuminatus</i> Chodat	5	+	+					
<i>Andriodromus falcatus</i> Ralls	5	+	+					
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Worn	5	+	+	+	+			
<i>D. reniforme</i> Bulnh			+					
<i>Crucigenia rectangularis</i> Ooy	7-10	+	+					+
<i>C. tetrapedia</i> W. et W.	0-5	+	+					
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	5-10	+	+					
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	5	+	+					
<i>P. boryanum</i> Menegh.	5		+			+		+
<i>Tetradococcus botryoides</i> West		+	+					
<i>Tetradon regulare</i> Kütz		+	+					+
<i>Cosmarium meneghinii</i> Breb		+	+		+			
<i>Cosmarium granatum</i> Breb		+	+					
<i>C. margaritiferum</i> Menegh.							+	
<i>Penium spirostriolatum</i> Bark.							+	
<i>Mougeotia</i> sp.							+	
<i>Zygnema</i> sp.			++				+	
<i>Spirogyra crassa</i> Kütz	5		++				+	
<i>Cladophora fracta</i> Kütz			+				+	
<i>Microspora stagonorum</i> Lag.		+	+				+	
<i>Amphora ovalis</i> Kütz	5	+	+		+		+	
<i>Coconeis pediculus</i> Ehr		+	+		+		+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz	7	+	+	++	+		+	
<i>Cymbella cistula</i> Grun			+		+		+	
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	5	++	+		+		+	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kütz	5	+	+		+		+	
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehr	5		+				+	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz) Ryb	5		+				+	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz	5	+	+	+			+	
<i>N. radiosa</i> Kütz			+		+		+	
<i>N. placentula</i> (Ehr.) Grun			+				+	
<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	5	+	+	+	+		+	
<i>N. linearis</i> W. Sm.	5	+	+		+		+	
<i>N. palea</i> (Kütz) W. Sm.	5	+	+				+	
<i>N. sigmaidea</i> W. Sm.	5	+	+				+	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun	7	+	+				+	
<i>Synedra ulna</i> Ehr.	5	+	+		+		+	
<i>Anabaena variabilis</i> Kütz			+	+			+	
<i>A. minima</i> Tschernov							+	
<i>Coelosphaerium kützingianum</i> Nag	5-10		+		+			
<i>Dactylococcopsis raphidioides</i> Hans		+	+					
<i>Gleocapsa limnetica</i> Hollerb		++	+					
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chob.		+	+				+	
<i>Lyngbia hieronymusii</i> Lemm			+					
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen		+	+				+	
<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenk	5	+	+					
<i>M. ichthyoblabe</i> Kütz		+						
<i>Oscillatoria agardhii</i> Gram	5							
<i>O. limosa</i> Ag.	5							
<i>O. princeps</i> Vauch	5							
<i>O. tenuis</i> Ag.	5							
<i>Dunobryon sertularia</i> Ehr.								
<i>Gymnodinium neglectum</i> Lind			+					

и Осуха, загрязненные — реки Юза и Гжать, и восемь загрязненные реки Лосынная.

Следует отметить, что река Вазуза обладает значительной способностью к самоочищению, так как на замыкающем створе не отмечается организмов, характерных для загрязненных рек, и не наблюдается явлений «вторичного загрязнения». Индекс сапробиости по фитопланктону (Пантле и Букк, 1966) составляет $2,1 \pm 0,2$.

Небольшое число проб, отобранных на Волге в районе впадения реки Вазузы, показало, что количество бактериопланктона весьма стабильно (табл. 5), а фитопланктон Волги значительно богаче, чем в Вазузе как по численности (до 4 млн. кл./л) и биомассе (до 1090 мг/м³), так и по разнообразию. Следует отметить, что в волжских сентябрьских пробах планктонные синезеленые водоросли *Microcystis aeruginosa*, *Gleocapsa limnetica*, *Gomphosphaeria lacustris* составляли 60—75%, в то время как в реке Вазузе они практически не встречались.

Таблица 5

Биологический анализ воды Волги при впадении реки Вазузы

	Пункт взятия проб	Бактериопланктон		Фитопланктон					
		Сапрофиты (на 1 л)	Количество	Биомасса (мг м ³)	Кол-во кл. в 1 л	Из них (%)			
						зеленые	сине-зеленые	диатомовые	прочие
3/IX	У Зубцова	190	22000	385,3	3015900	19,8	75,77	4,41	0,01
	У Малыгина	200	44000	1094,5	4323200	21,4	72,51	5,97	0,02
	Ниже Зубцова	210	34000	404,6	1806100	24,5	61,2	14,0	0,3
2/X	У Зубцова	280	27000	169,3	201600	31,5	—	68,2	2,8
	У Малыгина	270	50000	297,3	540200	21,4	33,2	45,4	—
	У Бершетево	210	21000	105,5	237400	64,4	25,3	10,3	—
28/X	У Зубцова	280	20000	165,2	299600	52,1	1,8	46,1	—
20/XI	У Зубцова	200	12000	26,3	33900	31,2	—	65,8	—

В реках бассейна Вазузы наблюдалась обратная зависимость в численности фитопланктона и сапрофитной микрофлоры (рис. 2).

По аналогии с Можайским водохранилищем и по литературным данным можно предполагать, что в первые годы после зарегулирования реки Вазузы, благодаря подтоку биогенных элементов и органических веществ, количество фитопланктона возрастает во много раз, и замедление течения будет способствовать развитию синезеленых водорослей, особенно таких массовых для этих районов видов, как *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* и др.

С другой стороны, использование в качестве акведуков нижележащих участков реки дает основание предполагать, что в результате природных процессов самоочищения потребитель получит воду достаточно хорошего качества.

ВЫВОДЫ

На основании санитарно-бактериологического анализа и изучения фитоценоза воды рек Валуцкой системы можно отнести к водам β мезосапробной юны, кроме отдельных α мезосапробных участков реки Лосынины и практически олигосапробных рек Касин и Оуги. Суммарный индекс сапробности воды реки Валузы равен $2,1 \pm 0,2$.

На Валузе не наблюдалось заметного развития водорослей, которые обычно придают воде неприятные запахи и привкусы.

Зимой при ослаблении самоочищения протяженность загрязненных участков рек увеличивается, что характеризуется заметным повышением числа сапрофитных бактерий. Наиболее четко это проявляется на реке Лосынине в районе мясокомбината.

Незначительное увеличение сапрофитной микрофлоры в период весеннего паводка свидетельствует об относительном санитарном благополучии района будущего водохранилища, кроме участка реки Яузы около поселка Карманово.

В разных участках исследуемых рек непременно прослеживалась обратная зависимость в размножении водорослей и сапрофитных бактерий, обусловливаемая комплексом экологических условий.

После зарегулирования стока реки Валузы могут создаться условия, при которых получат преобладание «озерные» формы синезеленых и диатомовых планктонных водорослей, способные сообщать воде неприятные запахи и привкусы, как это отмечалось в Можайском водохранилище.

ЛИТЕРАТУРА

Брагинский Л. П., Береза В. Д. и др. 1968. «Плывущие цветения», паводные массы, выбросы синезеленых водорослей и происходящие в них биологические процессы. Сб.: «Цветение» воды. Киев.

Дьянова Е. В., Ворошилова А. А. 1952. Закономерности развития сапрофитных бактерий в процессе самоочищения загрязненных рек. Микробиология, т. XXI, 3.

Драчев С. М. 1964. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. Изд. «Наука». М.—1.

Кононов В. П. 1956. Санитарно-гигиеническая оценка подземных и поверхностных вод, используемых для питьевых и хозяйственных целей населения Медвиз М. Оксенюк О. П. 1965. *Stephanodiscus hantzschii* как ароматический организм, способный сообщать воде рыбный запах. Гидробиол. ж., 1, № 3.

Разумов А. С., Арештейн А. М. 1956. Инструкция по учету микрофлоры в водопроводной воде. ВОДГЕО. М.

Унифицированные методы исследования качества вод (СНиП ч. II, разд. 2, 1965, ч. VI, разд. 3, 1966).

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В. А. Экзерцев, А. П. Белавская, Т. Н. Кутова

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

Строительство водохранилищ и затопление поймы Волги влечет за собой гибель всей пойменной растительности. Одновременно на равнинных водохранилищах возникают огромные площади мелководий. В большей их части происходит процесс формирования нового растительного покрова.

Экологические условия в литорали водохранилищ очень своеобразны. Прежде всего водохранилища характеризуются непостоянством уровня. По условиям среды отдельные участки побережья близки к озерам, болотам, пересыхающим водоемам или рекам. Естественно, что с первых лет зарегулирования Волги было начато изучение растительного покрова, возникающего в этой специфической среде.

Водохранилища Волги расположены в разных ботанико-географических зонах. Они имеют разный возраст (Иваньковское, Угличское и Рыбинское — около 30 лет, Куйбышевское, Горьковское и Волгоградское — около 10 лет), разную площадь, от 249 км² до 6448 км², и разную морфологию, а также существенно различаются по гидрологическому режиму. Все эти черты в значительной мере определяют характер зарастания отдельных водоемов.

Основными факторами формирования высшей водной растительности в литорали водохранилищ являются: географическое положение водоема, его морфологические особенности, гидрологический, в частности, уровень режим, трофические свойства грунтов и вод, наличие зачатков гидрофитов. В разные периоды процесса становления водохранилища значение отдельных условий различно. На первых этапах формирования, когда водная растительность только начинает появляться, ведущая роль принадлежит обеспеченности мелководий зачатками макрофитов, морфологическим особенностям, уровенному режиму. На втором этапе, в период смыкания отдельных растительных группировок, решающее влияние приобретают трофические условия, фитоценопотические взаимоотношения и режим уровня.

Формирование прибрежно-водной растительности, в отличие от фитопланктона, затягивается на 10—15 лет. Наиболее быстро происходит становление сообществ в верховьях заливов, по рекам-притокам и в верховьях водохранилищ. В последнюю очередь заканчивается формирование фитоценозов в литорали открытого побережья. Водохранилища Волжского каскада можно разделить на две группы: 1) водохранилища лесной зоны: а) с постоянным летним уровнем воды — Иваньковское, Угличское, Горьковское и б) с резко колеблющимся — Рыбинское; 2) водохранилища степной зоны с постоянным — Волгоградское и с колеблющимся уровнем — Куйбышевское.

В течение ряда лет на мелководьях волжских водохранилищ происходит смена господствующих форм растений. Для водохранилищ с посто-

льным уровнем характерны следующие этапы сукцессий: нитчатые водоросли и свободно плавающая растительность — фитоценозы широколистных воздушно-водных и погруженных растений — сообщества узколистных воздушно-водных и погруженных видов — болотные группировки — преобладанием хвоща приверного и вахты на Иваньковском и осоки водной на Горьковском водохранилище.

В водохранилищах лесной зоны с колеблющимся уровнем, к которым относится Рыбинское, можно выделить следующие этапы: свободно плавающая растительность — заросли воздушно-водных растений — мозаичные группировки земноводных растений.

Для водохранилищ степной зоны характерен иной порядок смен: сорняки, а также гидрофиты, перевешивающее затопление, — разреженные группировки узколистных воздушно-водных видов и мозаичные пятна погруженных фитоценозов — безраздельное господство сообществ рогоза узколистного на большей части водохранилища и сусака зонтичного в его верховьях. В результате колебаний уровня воды в Куйбышевском водохранилище площади погруженной растительности резко сокращаются. Постоянный уровень в Волгоградском способствовал массовому распространению в погруженной растительности фитоценозов роголистника. Необходимо отметить, что, несмотря на благоприятные условия, процесс формирования прибрежной и водной растительности протекает довольно медленно. Основными факторами, задерживающими нормальное его течение, являются бедность литорали зачатками водных растений и колебания уровня воды.

Флора водохранилища, как правило, богаче флоры естественных водоемов, что связано с большим разнообразием условий среды. По отношению к условиям обитания она делится на четыре экологические группы — гидрофиты, гелофиты, гигрофиты и мезофиты, причем наиболее разнообразно представлена группа гигрофитов. Однако массовыми в водохранилищах являются именно гелофильные, гидрофильные растения. Большинство их — доминанты и эдификаторы сообществ, занимающих значительные площади мелководий. Растения же наиболее многочисленной группы гигрофильных видов сообщества не образуют, а растут единично в фитоценозах гидрофитов. Лишь на водохранилищах с резкими колебаниями уровня воды гигрофильные виды доминируют не только в составе флоры, но и являются доминантами большинства ассоциаций.

Видовой состав растительности волжских водохранилищ определяется в основном местной флорой. Но в ряде случаев в связи с созданием искусственных водоемов отмечено изменение распространения видов. В литорали каскада водохранилищ появляется комплекс факторов, благоприятных для растений, ранее не встречающихся в данных климатических условиях. Образование сплошного водного массива с замедленным водообменом способствует расселению на водохранилищах редких видов. Так, на мелководье Куйбышевского водохранилища массовое распространение достигли рогоз Лаксмана, рогоз узколистный и сальвиния плавающая, ранее редко или совсем не встречавшиеся в водоемах Средней Волги.

Состав и строение растительности в условиях водохранилищ отличаются значительным своеобразием. Структура ассоциаций более сложна, чем в естественных водоемах, для них характерна большая структура сообщества и строения, что связано с колебаниями уровня и сравнительно молодостью искусственных водоемов. Наибольшее распространение в водохранилищах получили воздушно-водные сообщества. И то же время растительность отдельных водохранилищ волжского каскада имеет свой специфический облик.

Иваньковское водохранилище. Его растительность представлена типично сформировавшимися сообществами макрофитов, располагающимися строго зонально в зависимости от нарастания глубины и изменения трофических условий грунтов и вод. Основные площади зарослей приурочены к заливам и межостровным мелководьям с глубинами до 2 м. Быстрому нарастанию мелководий способствовали относительно постоянное урония, небольшая проточность на мелководьях и отсутствие значительного волнения. На мелководьях водохранилища господствуют сообщества манника водяного, хвоща приречного, тростника обыкновенного, осоки острой, рдеста пронзеннолистного, рдеста блестящего, телореза алоэвидного и др. По данным 1957 года, общая площадь зарослей макрофитов равна 5465 га, или 17% общей площади водоема.

Сообщества прибрежно-водных и водных растений просты по структуре и бедны по флористическому составу. Небольшой спад воды в некоторые годы приводит к смене экологических условий в течение сезона и к пропикновению в состав ассоциации нехарактерных случайных видов.

В зависимости от типа прибрежий, различающихся по гидрологическим условиям и трофическому режиму, поясное распределение сообщества гидробионтов на поперечном профиле берега различно.

Угличское водохранилище заросло меньше, чем Иваньковское. Довольно постоянный уровеньный режим и продолжительный срок существования этого водоема способствовали созданию в его литорали сложившихся сообществ водных и прибрежно-водных растений. Как и в прибрежье Иваньковского водохранилища, массового распространения достигли здесь сообщества манника водяного, осоки острой, тростника обыкновенного, урути колосистой и рдеста пронзеннолистного. В отличие от предыдущего водохранилища, незначительные площади мелководий заняты сообществами нимфейных видов, телореза и хвоща приречного. Общая площадь зарослей макрофитов равна 1341 га. В структурном отношении сообщества этих двух водохранилищ мало чем отличаются, однако колебания уровня воды в Угличском приводят к большой пестроте флористического состава отдельных растительных формаций. Смена условий обитания на различных участках водохранилища позволяет выделить в соответствии с нарастанием глубины комплексы обобщенных экологических ярусов ассоциаций.

Рыбинское водохранилище. Отличительными особенностями этого водоема являются резкие колебания уровня по годам и волнения в большей части мелководий. В результате различного наполнения водоема в его литорали происходил отбор растительных сообществ, наиболее приспособленных к условиям меняющегося уровня воды. В настоящее время на водохранилище господствуют фитоценозы амфибийных растений. В связи с неблагоприятным действием колеблющегося уровня и пещезно-вымыванием затопленных лесов площади зарослей собственно водных видов невелики. В Рыбинском водохранилище общая площадь, занятая макрофитами, составляет 1,3% площади всего водоема. Видовой состав сообществ в их структура чрезвычайно пестры. Можно говорить лишь о сформированном поясе крупноосочников. В пояс земноводных растений (полевика побегообразующая, горец земноводный, жерушник земноводный и рдест разнолиственный) состав господствующих и сопутствующих видов определяется водностью года и может резко меняться. Формации других растительных зон насыщены временниками или реликтами растительности предыдущих, отличных по водности лет. Поясное распределение фитоценозов выражено очень плохо.

Горьковское водохранилище было заполнено до проектного уровня к 1957 году. Постоянное одностороннее затопление прибрежья способствовало

формированию в его литорали растительных сообществ, которые располагаются строго зонально в зависимости от нарастающей глубины. Интенсивное зарастание наблюдается только на мелководьях Костромского расширения. Общая площадь зарослей очень мала (менее 1%). Зарастание многих заливов задерживается славом леса. На мелководьях водохранилища господствуют формации осоки выдутой, рогоза широколистного, камыша озерного, стрелолиста, майника водяного, рдеста произернолистного и гребенчатого. В верховьях заболоченных рек довольно часто встречаются фитоценозы рдеста плавающего. За исключением Костромского расширения растительный покров Горьковского водохранилища очень однообразен.

Куйбышевское водохранилище было создано в 1957 году. Однако ввиду колебаний уровня растительный покров этого водоема отличается от Горьковского большей пестротой и нарушенностью. По типу зарастания мелководья здесь можно разбить на три группы:

1. Верховья водохранилища, где наблюдается весеннее отложение аллювия и значительная проточность, зарастают подобно песчаным отмелям равнинных рек. На крупнозернистых песках господствуют заросли белокопытника. На илистых грунтах преобладают ассоциации сусака зонтичного.

2. Мелководья нижних и средних участков водохранилища и заливов без притоков. На участках литорали этого типа господствуют формации рогоза узколистного и рогоза Лаксмана. Большие площади побережья заняты зарослями гигрофитов (щавель морской, череда трехраздельная, лютик). Эти группировки появляются в годы низкого уровня воды и значительно сокращаются при наполнении водоема до проектного горизонта. Большие площади здесь заняты явьями, появившимися на осохших мелководьях и вытесняющими воздушно-водные группировки.

3. Мелководья верховий заливов по рекам. Здесь наблюдается полный экологический ряд ассоциаций. Однако и на этих участках преобладают зарастание силосных зарослей ивы корзиночной и тростячковой.

Волгоградское водохранилище было наполнено до проектного уровня весной 1961 года. В настоящее время на большинстве заросших мелководий господствуют вполне установившиеся сообщества рогоза узколистного, рогоза Лаксмана и роголистника темно-зеленого. В верховьях заливов правобережья довольно часто встречаются массивы тростника. Большие площади мелководий, особенно в нижнем и среднем участках водохранилища и в заливе по реке Еруслин, остаются незаросшими.

* * *

Общая годовая продукция прибрежно-водной растительности определяется ее максимальной биомассой и площадью. Площадь, занятая гидрофитной растительностью в Ивановском водохранилище, составляет 16,7% зеркала водоема. Ежегодно в результате отмирания гидрофитов в водоем поступает 24 824 т органического вещества, что при пересчете на единицу площади и объема водохранилища составляет соответственно 75,8 г/м² и 22,2 мг/л. Высокая продуктивность литоральной зоны определяет и высокую продуктивность всего водоема.

Площадь зарослей в Удлическом водохранилище равна 1341,1 га, что составляет 5,3% общей площади. Продукция высшей растительности равна 4183,2 т в абсолютно сухом весе, или при пересчете на органическое вещество 3823,5 т. За вегетационный период прибрежная и водная растительность образуют 15,4 т м², или 3,1 мг/л органического вещества, то есть в 6-7 раз меньше, чем на Ивановском водохранилище.

Общая биомасса растительности зоны затопления Рыбинского водохранилища равна 32 500 т воздушно сухого веса, что при переводе на всю площадь и объем водохранилища составляет 8 т м² и 1,3 мг/л. По

сравнению с Ивановским водохранилищем эти показатели очень низки и свидетельствуют о крайне незначительной роли высшей растительности в обогащении органикой такого огромного водоема, как Рыбинское водохранилище.

Еще ниже продуктивность растительного покрова литорали недавно созданных волжских водохранилищ. На мелководьях Горьковского, Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ гидрофиты занимают не все доступные для них площади и ежегодно расселяются на новые участки. Общая же площадь зарослей составляет доли процента зеркала водоемов. Особенно незначительно заросла литораль Волгоградского водохранилища. Хотя урожайность отдельных фитоценозов в водохранилищах Средней и Нижней Волги достаточно высока, первичная продукция высшей растительности может повлиять лишь на круговорот вещества на небольших участках мелководий, тогда как на Ивановском и Угличском водохранилищах первичная продукция макрофитов определяет их биологическую продуктивность. Роль высшей водной растительности в круговороте веществ Рыбинского, Куйбышевского, Горьковского и Волгоградского водохранилищ ничтожна в настоящее время и вследствие особенностей их морфометрии незначительно возрастет в дальнейшем.

III. ЗООПЛАНКТОН И ЗООБЕНТОС

БЕНТОС КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА ВОЛГЕ

Ф. Д. Мордухай-Болтовской

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

Крупные водохранилища на Волге — Рыбинское, Горьковское, Куйбышевское, Волгоградское, а также значительно уступающие им по размерам Иваньковское и Угличское имеют возраст от 9 до 32 лет. Их фауну и флору, в частности бентос, можно считать сформировавшимися. Во всяком случае, первые этапы формирования бентоса в этих водохранилищах пройдены, состав и распределение донной фауны привели в соответствие со сложившимися в них экологическими условиями.

Повторю в кратких чертах схему процесса формирования бентоса в волжских водохранилищах, выложенную, главным образом, на примере Куйбышевского и Горьковского водохранилищ.

В ходе формирования бентоса происходит два процесса. Первый — возникновение и развитие водной фауны на затопленных пространствах суши, заселенной ранее наземной и почвенной фауной, второй — изменение характера водной фауны в затопленных водоемах под влиянием коренного изменения их режима (возрастание глубины, ослабление или прекращение течения). Эти два процесса начинаются одновременно с момента заполнения водохранилищ. Под влиянием резкого изменения экологических условий в затопленной области начинается экологическая сукцессия, которая во всех водохранилищах сопровождалась переходом через несколько стадий.

Первая стадия — стадия разрушения прежних биоценозов. На затопленной суше происходит полное разрушение наземных и почвенных биоценозов, а в бывших водоемах — разрушение или перестройка водных. Элементы наземных и почвенных биоценозов некоторое время продолжают существовать; дождевые всех сохраняются почвенные олигохеты — дождевые черви (*Lumbricidae*), выходящие из земли и в течение нескольких недель, даже двух трех месяцев продолжающие жить в воде. Псаммофильные биоценозы основной реки, занимающие в Волге большую часть дна, погибают под влиянием заиливания. То же происходит с эвтрофными биоценозами, а также с фитофильными биоценозами староречий, затопов и пойменных озер. Они постепенно распадаются в связи с угнетением зарослей, оказавшихся под многометровым слоем воды. При поздней осени или ранневесеннем затоплении они не развиваются, как это ежегодно бывало ранее, но их компоненты, перезимовавшие на дне среди отмершей растительности, разносятся течением и вместе с элементами других разрушающихся биоценозов рассеиваются по всему дну образовывающегося водохранилища. Это период наиболее нестрогого распределения, которое распределено крайне неравномерно и дает в среднем небольшую биомассу ($1-2 \text{ г/м}^2$), образовавшую, главным образом, дождевыми червями, местами собирающимися в больших количествах. Постепенно они вымирают, так же как и разнесенные по водохранилищу псаммо-, лито- и фитофильные виды.

В начале первого же лета или в конце первой весны наступает переход бентоса в следующую стадию, которую можно назвать стадией первого временного биоценоза. В волжских водохранилищах с их широкими плесами и вообще в тех случаях, когда заполнение водохранилища приводит к пре-

крашению проточности, в биоценозе господствуют мотыли, главным образом личинки *Chironomus plumosus*. Поэтому и весь биоценоз можно назвать мотылевым. Для массового развития поселений мотылей необходимо, чтобы прекратилось течение, уносящее личинок (ларв) первого возраста, ведущих планктонный образ жизни. Массовое заселение новообразовавшегося водохранилища мотылями и другими хирономидами связано с прогреванием воды до 10—15°, когда становится возможным окукливание и вылет хирономид, живших в затопленных и окружающих водоемах. Крылатые имагинальные стадии комаров быстро «засевают» образовавшиеся новые акватории яйцевыми кладками. И если незначительная полетоспособность комаров, особенно мелких, не позволяет им распространять кладки далеко от берега, то выходящие через пару дней планктонные ларвы легко довершают заселение всей площади обширных водохранилищ. Это «вторжение гетеротонов» носит характер, если так можно выразиться, «биологического взрыва», в результате которого уже в первое лето возникает довольно богатый по биомассе бентос: средние составляют обычно 10—15 г/м², а в некоторых местах образуются скопления в несколько десятков и даже сотен граммов при плотности населения в десятки тысяч экземпляров на 1 м². Состав этой фауны, однако, крайне однообразен. Она состоит почти исключительно из хирономид, особенно видов *Chironomus*, иногда со значительной примесью *Glyptotendipes*, *Polypedilum*, *Procladius* и др. Нередко бентос целиком образован только хирономидами. К этому времени гомотонные водные беспозвоночные, не обладающие ни крылатыми, ни планктонными стадиями, еще не успевают расселиться далеко от бывших водоемов. Вторгающиеся в водохранилище гетеротоны заставляют на затопленной суше почти совершенно свободную жизненную ареу, их расселение и развитие идет так интенсивно, что они преобладают и среди фауны бывших водоемов. Образно выражаясь, на все водохранилище опускается «челюсть мотылей», под которой с трудом просматриваются бывшие водоемы и совершенно незаметны исходные наземные уголья, за исключением, конечно, лесов и кустарников. Совершенно очевидно, что различия между угольями для массового развития хирономид имеют меньшее значение, чем такой фактор, как изобилие пищи в виде растительного детрита с сопутствующей ему бактериальной флорой. В это время водохранилище богато пищей по всей своей акватории, чему способствует, видимо, и то, что образующийся от распада наземного травяного покрова детрит частью переходит во взвесь.

Таким образом, сыртон (приносимые течением из вышележащих частей реки элементы бентоса) практически не играет роли в заселении водохранилищ. И можно сказать, что если бы водохранилище было затоплено не содержащей никаких организмов водой, даже дистиллированной, результат развития бентоса был бы таким же.

На второй год существования водохранилища, если в первый оно было значительно до нормального подпорого горизонта (НПГ) или близкого к нему уровня, наблюдается заметное снижение количества мотылей и других хирономид. После их первого, весеннего вылета в водохранилище опять появляются молодые личинки. Однако их популяция, хотя и остается еще довольно многочисленной, не восстанавливается в размерах первого года. Одновременно наблюдается расселение по затопленной суше более подолжных элементов из гомотонной фауны — выстих ракообразных, олигов *Asellus aquaticus* и гаммарид, а также пиявок (*Herpobdella* и других), количество которых значительно возрастает.

В водохранилище песчаное русло реки в процессе заиливания заселяется пелофильным биоценозом с тубифицидами и сфериядами. По всему руслу распространяется крупный иловский личинодред (*Ischaetoides pascalis*), в связи с чем биомасса бентоса здесь возрастает.

В Куйбышевском, Волгоградском и в меньшей степени в Горьковском водохранилище, особенно на затопленной суше с ее более плотными субстратами, уже во второй год в заметных количествах появляется энхионтидный моллюск дрейссена (*Dreissena polymorpha*), которая распространяется на своих прежних местобитаний очень быстро при помощи планктонных личинок. В Рыбинском водохранилище дрейссена распространялась в основном после 1958 года, но никогда не развивалась в больших массах.

На третий и четвертый год начавшиеся процессы продолжают. Численность мотылей сильно падает, и их биомасса в среднем опускается до немногих граммов или даже до долей грамма на 1 м^2 . Одновременно на затопленной суше продолжается расселение малоподвижных гомотонов — тубифицид, сферийд и брюхоногих моллюсков (*Valva*, *Viviparus*), но численность подвижных гомотонов уменьшается. Дрейссена развивается в больших количествах, локализуясь пятнами на плотных субстратах и особенно в более южных водохранилищах, дает средние биомассы в сотни граммов на 1 м^2 . Общая биомасса настоящего бентоса (без дрейссены) на затопленной суше сильно понижается, опускаясь до немногих граммов на 1 м^2 или даже ниже 1 г/м^2 . Этот показатель выше, если прибавить плохо учитываемых дочерчателем крупных моллюсков.

В последующие годы характер бентоса изменяется мало, хотя продолжается расселение гомотонных форм, в частности, викинар и ульвийд, локализовавшихся ранее на пойменных водоемах и затонах, а в водохранилище расположенных на затопленной суше. По всему водохранилищу распространяется скудный и однообразный бентос. Значение характера исходных угодий в нем так и не проявляется.

Несколько иначе развивается бентос в водохранилище на русле Волги. Здесь в течение первых лет идет интенсивное размножение тубифицид, особенно певского лимнодриза, которое приводит к повышению биомассы. Максимальная биомасса бентоса (в среднем около 10 г/м^2) достигается на 4—5-й год существования водохранилища. Но в дальнейшем и в руслах происходит обеднение бентоса, хотя он все же остается более богатым, чем на затопленной суше ($3—5 \text{ г/м}^2$).

Таким образом, примерно через 3—5 лет после возникновения водохранилищ начинается третья стадия, которую можно назвать стадией стабилизации или стадией образования постоянных биоценозов. Временный биоценоз мотылей, относительно богатый, но состоявший почти из одних хирономид, сменяется более бедным, но имеющим более разнообразный, так сказать, «уравновешенный» групповой состав, обычный для постоянных водоемов средней полосы СССР. На этом сукцессия в основном заканчивается, и третья стадия может рассматриваться как заключительная. Следует однако иметь в виду, что сами водохранилища еще подвержены изменениям, выражающимся в размытии берегов, перераспределении грунтов и формировании ложа, которое постепенно будет терять черты наземного рельефа, и полная фауна будет претерпевать изменения в соответствии с ними. Но это уже медленный процесс, аналогичный во известной степени процессам «старения» или вообще эволюции внутренних водоемов.

Конечно, бентос в сформированном состоянии не остается строго неизменным. Мы никогда не получим того же самого состава, его численности и обилия в тех же точках водохранилища на следующий год. Нетбежны изменения в численности и соотношении различных видов, происходящие от различных, часто трудно учитываемых причин, в том числе колебаний в гидрометеорологической обстановке. Это то, что, в противоположность сукцессии, можно назвать флуктуациями. Представляя собою неправильные колебания вокруг какой-то средней, они могут приводить в некоторые годы к сильному размножению или, наоборот, уничтожению от

дельных ядов и к значительному повышению или понижению общей биомассы бентоса. Так, в Горьковском водохранилище с 1958 по 1965 год на затопленной суше средняя биомасса бентоса (без крупных моллюсков) колебалась между 0,7 и 3,4 г/м², а в 1966 году вдруг повысилась до 7 г/м². Но весной 1967 года она составила уже 4,7, а осенью — 2,8 г/м², то есть вернулась к прежним величинам.

В особом положении оказывается бентос осушной зоны водохранилищ. В период обнажения он, естественно, остается вне процессов продуцирования водоема. В период затопления бентос осушной зоны зависит прежде всего от характера прибрежной полосы. Если это участки открытого водохранилища, подверженные постоянному прибою и размыву до песчаных пляжей, то он чрезвычайно беден (биомасса менее 0,5 г/м²), как и вообще бентос песков в этих водохранилищах. Но осушная зона во вдающихся в берега заливах, в том числе в эстуариях и других защищенных от волн участках, оказывается очень богато населенной. Здесь ежегодно возникает обильная полуводная и водная растительность, накапливаются массы детрита и развивается богатая фитофильная фауна (брюхоногие моллюски, хирономиды и другие насекомые, кладонеры и прочие), а на дне под растениями и настоящим бентос, который своей более высокой биомассой при видовой неполноценности (отсутствие ряда туфлициев и двусторчатых) напоминает временный биоценоз мотылей 1—2-го года жизни водохранилища. Вообще ежегодное затопление осушной зоны воспроизводит в уменьшенном масштабе явления первого года жизни водохранилищ, особенно тогда, когда после годов низкого уровня, в течение которых осушная зона сильно зарастает наземными травами, наступает год с высоким уровнем.

Понижение биомассы бентоса после первого года существования водохранилища — в основном следствие ухудшения условий питания беспозвоночных, обусловленного в свою очередь естественной и неизбежной минерализацией детрита. Это общее явление, наблюдающееся, как правило, во всех новообразующихся водохранилищах с широкими плесами, если только их заселение в основном заканчивается в первый год. В узких же, «русловых» водохранилищах, значительную часть площади которых составляет русло, биомасса вследствие развития ламнодрюлов в первые годы возрастает и начинает снижаться позднее.

Но почему по окончании сукцессии бентос в водных водохранилищах в сформировавшемся состоянии оказывается таким скудным? На обширных, составляющих $\frac{3}{4}$ — $\frac{9}{10}$ общей акватории площадях затопленной суши, средняя биомасса бентоса обычно составляет 1—3 г/м²; в центральных, удаленных от берега частях Рыбинского водохранилища она менее 1 г/м², а в нижних плесах Куйбышевского в средних числах в различные годы биомасса бентоса составляла 0,3—0,9 г/м². Нередко дночерпатели не приносят никакой макрофауны. При этом примечательно то, что нет никакой закономерной связи между количеством бентоса и характером затопленных почв и окружающего ландшафта.

В более южных водохранилищах, лежащих среди черноземов, — Волгоградском и нижних частях Куйбышевского — бентос не богаче, а скорее беднее, чем, например, в Горьковском. Абiotические факторы среды — глубина, характер субстрата, температурный, солевой, газовый режим в этих водохранилищах вполне благоприятны для развития пресноводной фауны. Мало того, и биогенные соединения обычно имеются в не малом количестве, вследствие чего первичная продукция здесь довольно высока. Развитие фитопланктона достаточно интенсивно и приводит нередко к «цветению» воды, хорошо заметном, например, в Куйбышевском водохранилище. Это наблюдается не только в водных, но и во многих других водохранилищах разных бассейнов и зон.

Причину бедности бентоса можно искать только в неблагоприятных условиях питания, но при этом необходимо принять намеченную нами ранее схему круговорота вещества в волжских водохранилищах. По этой схеме он носит «поточный» (не циклический) характер, при котором основной кормовой базой беспозвоночных служат массы бактериодетрита, поступающие с берегов или с речным стоком. Водоросли фитопланктона в водохранилищах не играют существенной роли как непосредственные объекты питания, хотя в какой-то мере они входят в состав детрита.

Этим, по всей видимости, объясняется большее богатство бентоса (средние биомассы 8—10 г/м²) в Иваньковском и Угличском водохранилищах с их гораздо более узкими плесами и обильным зарастающим заливом. Поступление бактериодетрита в них значительно интенсивнее.

Итак, бедность бентоса по этой схеме следует объяснить недостатком питательного бактериодетрита. Но возникает два вопроса. Во-первых, почему же этого бактериодетрита оказывается недостаточно в волжских водохранилищах? Ответить на это нелегко. Можно высказать предположение, что в крупных водохранилищах, вторичная продукция которых создается, главным образом, за счет этой «гетеротрофной связи» с аллохтонным детритом, наблюдается несоответствие между огромным объемом искусственно задержанной воды и стоком основной реки и боковых притоков, несоответствие которого не было до реконструкции реки. Может быть, это и так, но проблема усложняется другим вопросом, возникающим при рассмотрении жизни таких водохранилищ. Почему при крайне бедном бентосе в этих водоемах (за исключением самых северных из них) наблюдается сильное, местами массовое развитие эвбионтного моллюска дрейссены и наличие достаточно хорошо развитого зоопланктона? Еще более бросающееся в глаза несоответствие выявилось в 1960 годах, после проведения акклиматизационных мероприятий, когда в ряде водохранилищ и озер с бедным бентосом, таких, как Балхаш, в большом количестве развились мизиды — виды, относящиеся к каспийскому комплексу. В Цимлянском водохранилище мизиды составляют даже большую часть биомассы донной фауны.

По всей видимости, фильтраторы толщи и придонного слоя, как подвижные (ракообразные), так и неподвижные (дрейссены) используют другие источники пищи. Это сестофаги, утилизирующие ввесы, в то время как живущие непосредственно на субстрате или в его толще настоящие бентосные формы — хирономиды, сфериды, тубифициды — в основном собирают пищу с поверхности субстрата или (тубифициды) глотальщики, пропускающие ее через кишечник. Для этих категорий бентоса пищи оказывается недостаточно, хотя мы пока еще не можем понять почему. Предположение, что ракообразные и дрейссены «перехватывают» оседающий на дно сестон, не подтверждается водоемами, в которых дрейссены мало или нет совсем, а бентос беден (северные волжские водохранилища), и водоемами, где много и дрейссены и бентоса (на пример, водоемы дельты Дона и Волги).

Видимо, в трофических связях этих водоемов есть какие-то аномалии, не допускающие «гармонического» развития различных элементов и группировок фауны. Для нас совершенно ясно, что прежде чем разрабатывать мероприятия по повышению вторичной (и конечной) продукции водохранилищ, необходимо окончательно выяснить характер питания пресноводных беспозвоночных — способы, объекты, эффективность при разных объектах. Начатые и уже довольно широко развернувшиеся трофологические исследования должны быть распространены на все основные таксономические и экологические группы и массовые виды, причем в этих исследованиях зоолог должен работать в постоянном контакте с химиками и микробиологами.

ДОННАЯ ФАУНА ВОДОХРАНИЛИЩ ВОЛЖСКОГО КАСКАДА И ЕЕ ОБОГАЩЕНИЕ

Ц. И. Иоффе

(ГосНИОРХ)

В донной фауне водохранилищ волжского каскада, согласно литературным данным, насчитывается около 200 видов и подвидов. В отдельных водохранилищах из олигохет известно около 60 таксонов, моллюсков — около 25, личинок хирономид — не более 40 и высших ракообразных — 9.

Основу фауны во всех водохранилищах составляют широко распространенные голарктические и палеарктические виды; характерны представители и каспийского реликтового комплекса.

Отличительной чертой бентоса является отсутствие или малое число видов высших ракообразных, полихет-амфаретид и некоторых моллюсков, имеющих большое значение в питании ценных промысловых рыб. В частности, в фауне водохранилищ бедно представлены каспийские ракообразные. Число этих животных в водохранилищах заметно убывает в направлении с юга на север.

Что касается количественного развития бентоса в волжских водохранилищах, то в соответствии с трофическими особенностями (величина первичной продукции, показатели обилия микрофлоры) наблюдается повышение биопродуктивности в направлении с севера на юг. Меньше развит бентос в Рыбинском водохранилище, расположенном в зоне среднеминерализованных вод дерновоподзолистых почв с транзитным окрашенным болотным гумусом (Баранов, 1961). Богаче он в Куйбышевском и Волгоградском водохранилищах, находящихся в южной части указанной зоны с неокрашенным водным гумусом и в зоне — среднеповышенно — и высокоминерализованных вод черноземных и частью каштановых почв.

Основная часть биомассы бентоса в большинстве волжских водохранилищ создается в виде популяции дрейссены, слабо используемой рыбами. Кормовая часть бентоса в этих водохранилищах левелка, и рыбы-бентофаги, а также молодь судака на этапе перед переходом к хищному питанию испытывают недостаток в кормах. Лишь в небольших, заросших медководных и сильно затененных Иваньковском и Угличском водохранилищах кормовая бентос представлен значительно (Фенюк, 1959). Благодаря этому рыбы-бентофаги здесь обеспечены кормом и имеют высокий темп роста (Остроумов, 1959).

Все это говорит о необходимости пополнения и повышения кормовой базы рыб в волжских водохранилищах.

Предпосылкой для проведения акклиматизационных работ с беспозвоночными является наличие в водоеме абиотических условий, благоприятных для существования вселяемых организмов, и пищевых ресурсов, не используемых или недостаточно полно и рационально используемых местной фауной.

Современные экологические условия в волжских водохранилищах соответствуют нормам жизнедеятельности самых разнообразных гидробионтов и позволяют нормально развиваться ряду видов беспозвоночных из других водоемов. Что касается пищевых условий, то в последнее время высказывается мнение (Мордухай-Болтовской, 1961), что почти во всех крупных водохранилищах Волги для бентосных организмов не хватает пищи в виде детрита. В качестве обоснования этого положения приводится низкий уровень биомассы бентоса в волжских водохранилищах. При этом принимается во внимание развитие только так называемого кормового бентоса, представленного в основном олигохетами и гетеротопными насекомыми, то есть личинками хирономид, и сбрасывается со счета, с одной стороны, огромная численность и биомасса моллюска дреisseny, являющегося характерным элементом фауны этих водохранилищ и использующего для питания громадные количества органического вещества, а с другой стороны — все возрастающее потребление бентоса рыбами.

Если признать, что в водохранилищах нет трофических условий для бентосных организмов, значит, по существу, потерять основания для проведения в них акклиматизационных мероприятий с беспозвоночными и вообще право надеяться на улучшение кормовой базы.

Мы с этим согласиться не можем. В преобладающем большинстве водохранилищ, в том числе и в волжских, трофические условия для беспозвоночных нам представляются благоприятными, и пища для них имеется в достаточном количестве. Массовое развитие в водохранилищах планктона, особенно фитопланктона, как на это обратил внимание еще П. Л. Пирожников (1955), сопровождается образованием большого количества детрита, а поскольку последний далеко не весь подвергается деструкции, окислению и минерализации, то его ежегодный избыток осаждается, пополняя донные отложения. Об этом свидетельствуют показатели химического состава грунтов и развитие бактерий, в частности, сапрофитных, являющихся индикатором обеспеченности грунтов легко усвояемым органическим веществом. Эти отложения с богатым бактериальным населением представляют прекрасную пищу для детритофагов. Минерализующая и биосинтетическая деятельность микрофлоры в водоемах и место бактерий в продукционном процессе наглядно показали Ю. И. Сорокиным (1967).

Лучшим доказательством наличия для беспозвоночных резерва пищи являются факты успешной акклиматизации ряда видов и образования вселенцами массовых популяций как раз в водоемах, считавшихся до этого крайне бедными в трофическом отношении.

В качестве наглядного примера можно привести Балхаш. Как известно, это озеро характеризовалось бедной донной фауной. Бентос в основном был представлен небольшим числом видов хирономид и олигохет; биомасса колебалась от 0,7 до 2,1 г/м² (Тютенков, 1959). Бедность фауны объяснялась рядом причин и главным образом крайне низким содержанием в грунтах органических веществ, то есть трофической бедностью.

Проведенная КазНИИРХ совместно с Казахской республиканской производственно-акклиматизационной станцией акклиматизация в озере Балхаш мизид, полихет и корифид дала блестящие результаты: новыселения кормовой базы рыб. Вселенцы заняли почти все бентониды озера, численность их высокая, и они вошли в пищевой рацион преобладающего большинства рыб. Остаточная биомасса мизид местами достигает 8 г/м², биомасса полихет составляет от 0,04 до 2,5 г/м², корифид — от 0,28 до 4,24 г/м² (Воробьев, 1967 а, б).

Столь высокие показатели развития все ценен несомненно для экосистемы.

определены трофическими условиями для них. И действительно, по данным М. П. Новожиловой (1966), число микроорганизмов в Байкале велело общий счет бактерий в воде колеблется в среднем в пределах 1,5—2,0 млн/мл, доходя на отдельных участках до 5,5 млн. Это позволяет по количеству бактерий отнести озеро Байкал в целом к мезотрофным водоемам, а его обширные мелководья — к эвтрофным.

Аналогичная ситуация наблюдалась и на Куйбышевском водохранилище. Оно, как и озеро Байкал, отличается низкой биомассой личинок хирономид, которая колеблется в летний период в пределах около 1 г/м² (Аристовская, 1964), хотя величина первичной продукции и показатели развития микрофлоры довольно значительны и соответствуют уровню, по крайней мере, мезотрофных водоемов. Вселение мизид в здесь дало хорошие результаты.

Можно предположить, что основной причиной слабого развития микрофауны в наших крупных водохранилищах являются постоянные сильные волнения, вызывающие размывание иловых отложений (Пихов, 1963; Лукли, 1964).

Вселение ценных беспозвоночных, способных использовать размываемые со дна и взвешенные в толще воды пищевые ресурсы, должно способствовать более выгодному биопродукционному процессу и повышению кормовой продуктивности водоемов.

Работы по обогащению кормовой базы водохранилищ волжского каскада начались в 1957 году, когда в опытным порядке Институтом биологии водохранилищ была осуществлена перевозка 9 тыс. мизид каспийского комплекса из дельты Дона в Рыбинское водохранилище. Основная часть рачков была представлена популяцией *Parameysis (Mesomysis) intermedia* и небольшой процент составляли другие виды — *P. (M.) kowalevskiy*, *P. (M.) ullskiy* и *P. baeri*.

Как и следовало ожидать, положительные результаты от этой интродукции не получены, так как перевезено было ничтожно малое количество, к тому же из южного района, да еще осенью. Кроме того, большая часть мизид (6 тыс.) с целью наблюдения за ходом приживания была выпущена в специально вырытый на берегу водохранилища прудик, питающийся грунтовыми водами, в котором зимой был плохой газовый режим.

В тот же год в Рыбинское водохранилище акклиматизационной станцией было начато вселение дальневосточной креветки *Leander modest* s. С 1957 по 1962 год в водохранилище интродуцировалось свыше 94 тыс. креветок. Результаты вселения не выяснены. По-видимому, они отрицательные.

В последующие годы нами были разработаны биологические обоснования вселения кормовых беспозвоночных в Горьковское, Куйбышевское и Волгоградское водохранилища, и с 1959 года работы по обогащению их кормовой базы приняли плановый характер. В Куйбышевское и Волгоградское водохранилища вселялись беспозвоночные каспийского комплекса, в Горьковское — беспозвоночные байкальской сортовой фауны.

В Горьковское водохранилище с 1961 по 1966 год было вселено свыше 10 млн гаммарид *Gmelinoides fasciatus* и *Micrurus posolskii* из Посольского сора озера Байкал. Эти гаммариды в сорах Байкала встречаются в виде массовых популяций и интенсивно используются рыбами бентофагами. Из общего количества завезенных рачков 65% составляли *Gmelinoides* и 35% — *Micrurus*. Самцы и самки были приблизительно в равных соотношениях или последние несколько преобладали: 60% самки были яйценосными.

Наблюдения за ходом приживания перевезенных гаммарид, систематически проводимые ГосНИОРХ, показали, что, начиная с лета 1962 го

да, единичные рачки встречались в водохранилище в береговой зоне в местах выпуска и районе Юрьевца. Осенью 1964 года у островов против Юрьевца на илистых грунтах (глубина до 4 м) обнаружены в довольно больших количествах *G. fasciatus*. В мае 1965 года гаммариды снова в значительном количестве были найдены в местах, где их выпустили. Преобладающую часть составляли *G. fasciatus*, небольшой процент падал на *M. possolskii*. Все гаммариды были половозрелыми, гамма-лейценосными.

Наличие весной лейценосных самок свидетельствовало о том, что байкальские соровые гаммариды прижились в водохранилище, дали не менее одной генерации местного происхождения, которая достигла возраста производителей и начала размножаться.

В настоящее время акклиматизированные формы (в основном *G. fasciatus*) встречаются во многих участках озерной части водохранилища и наращивают численность.

В Куйбышевское водохранилище вселялись каспийские мизиды, преимущественно *Paramysis (Mesomysis) kowalevskiyi* и *P. (M.) intermedia*. Небольшой удельный вес при перевозках составляли *P. (Metamysis) ullskyi* и *P. baeri*. С 1958 по 1963 год в водохранилище было интродуцировано более 11 млн. экз. Местом отлова до 1963 года служила дельта Дона, в 1963 году — дельта Волги.

Отсутствие положительных результатов от проведенных перевозок заставило нас выдвинуть перед акклиматизационными станциями ряд требований в отношении проведения этих работ: 1) значительно увеличить количество одновременно перевозимых рачков; 2) в качестве исходного материала для акклиматизации использовать цимлянские популяции мизид, уже адаптированные к более северным условиям; по сравнению с популяциями из низовьев Дона и Волги; 3) перевозку осуществлять главным образом весной, когда почти вся популяция представлена лейценосными самками, и желательно — водным путем в садках; 4) выпуск мизид производить в южные участки водохранилища.

С 1964 года, когда перевозки стали осуществлять с соблюдением не речисленных требований, мизиды начали встречаться в водохранилище.

Теперь они расселились почти по всей акватории водохранилища. На отдельных участках численность их весьма значительна. В сентябре 1968 года у левого берега Куйбышевского водохранилища в районе Випновки плотность популяций мизид достигла почти 9 тыс. экз. за трехпутный лов средним салазочным тралом. Особенно большие концентрации мизид наблюдаются в Приплотинном напсе — в устье Черемшанского и Суканского заливов и у плотин.

Основная масса мизид в водохранилище (88—92%) представляла *P. (M.) intermedia*. В небольшом количестве встречается *P. (M.) ullskyi*, в то же время ни разу не была обнаружена *P. (M.) kowalevskiyi*, хотя при перевозках мизид из Дона и Волги она была основной формой, а при перевозках из Цимлянского водохранилища составляла не менее 30—40% общего числа рачков. По-видимому, у *P. (M.) intermedia* более высокая пластичность, обеспечивающая сравнительно лучшую приспособленность к адаптацией в новых условиях существования, не выходящих за пределы приспособительных возможностей вида, в частности, к более суровому климату и к более короткому вегетационному периоду.

Мизиды в Куйбышевском водохранилище, по данным Татарского отделения ГосНИОРХ, уже стали в значительном количестве потребляться бэршом, окунем, ершом и другими рыбами.

В Волгоградское водохранилище за период с 1960 по 1967 год всего вошло около 35 млн. мизид каспийского комплекса примерно такого же со-

стана, как и в Куйбышевское. Перевозки в 1960 году осуществлялись Центральной производственно-акклиматизационной станцией, в последующие годы — Ростовской и Астраханской станциями. По данным Саратовского отделения ГосНИОРХ, мизиды в этом водохранилище акклиматизировались и в заметном количестве широко распространились в районе от города Саратова до города Приморска. Наиболее часто встречается *P. (M.) ullskyi*, несмотря на то, что этот вид в числе других мизид был занесен в очень небольшом количестве. *P. (M.) intermedia* и особенно *P. (M.) kowalevskiy*, составляющие основную массу при перевозках, встречаются редко. Мизиды уже используются судаком, бершом, стерлядью.

Таким образом, к настоящему времени фауна волжских водохранилищ пополнилась новыми видами беспозвоночных: Горьковское — двумя видами гаммарид байкальского сорового комплекса, Куйбышевское — двумя видами и Волгоградское — тремя видами мизид каспийского комплекса.

Проведенные работы помимо практического значения представляют и большой теоретический интерес. Доказана возможность продвижения каспийцев значительно севернее 55° с. ш., а байкальских форм — далеко на запад.

Акклиматизация мизид в Куйбышевском водохранилище подтвердила наши теоретические предположения о том, что температурные условия, наблюдающиеся в этом водохранилище, не могут играть роль ограничивающего фактора при акклиматизации в нем каспийцев, в частности, мизид. Эти работы также указывают на необходимость учета внутривидовой биологической неоднородности вселенцев и желательность подбора в каждом конкретном случае соответствующей популяции рекомендуемого для акклиматизации вида.

Работы по обогащению кормовой базы крупных, имеющих наибольшее рыбохозяйственное значение волжских водохранилищ, надо расширять. В первую очередь, учитывая большую эколого-физиологическую пластичность и высокую зрелость мизид *P. (M.) intermedia*, *P. (M.) kowalevskiy*, *P. (M.) ullskiy*, *P. baeri*, представляется целесообразным их вселение в Горьковское и Рыбинское водохранилища, где, по-видимому, они смогут найти для себя достаточно благоприятные условия. Вместе с тем не исключено, что в связи с более низкой температурой воды в этих водоемах у каспийцев может в какой-то степени снизиться продуктивность вследствие уменьшения числа поколений за вегетационный период, но даже при этом они будут достаточно перспективными для акклиматизации. В качестве наилучшего посадочного материала в эти и другие северные водохранилища можно рекомендовать куйбышевские популяции мизид, акклиматизировавшиеся там в результате их вселения из Цимлянского водохранилища, или каунасские, завезенные из Днепровского и Симферопольского водохранилищ. Это было бы прекрасным примером успешной акклиматизации. Мизиды, перенесшие в Куйбышевском и Каунасском водохранилищах большие колебания температуры, расширят свои температурные границы жизни, что обогатит их адаптивный фонд, то есть совокупность наследственно закрепленных адаптивных реакций (Шкорбатов, 1965), которыми будет располагать данная популяция мизид и которую она использует при изменении условий среды.

В Куйбышевском водохранилище в целях повышения кормовой базы глубоководных участков с несколькими пониженными температурами целесообразно вселить еще мизиду *Hemimysis anomala*, которая характерна для подобных биотопов. Этот вид успешно акклиматизировался в Каунасском водохранилище, будучи вселенным туда в 1960 году из Днепровского водохранилища. Таким образом, в Каунасском водохранилище образовалась

уже более северная популяция этого вида, что позволяет рассчитывать на положительные результаты от ее вселения и в Куйбышевское.

Необходимо также усилить работы по вселению в Куйбышевское водохранилище моллюска *Monodonta colorata*, биологическое обоснование которого было разработано Татарским отделением ГосНИОРХ. За три года (1965 — 1967) из Таганрогского залива Азовского моря было завезено 236 тыс. павшего моллюска. По-видимому, этого количества недостаточно для получения эффекта в короткий срок даже при самых благоприятных условиях. Представляется, что при акклиматизации монодакны в Куйбышевском водохранилище предпочтение следует отдать цимлянской популяции — типично пресноводной, в то время как популяция из Таганрогского залива является обитателем слабосоленовой юны.

Целесообразна акклиматизация в водохранилищах волжского каскада моллюска *Monodonta pontica*, питающегося взвешенным органическим веществом. Популяции этого вида также являются исключительно пресноводными, обитающими (дунайская, днестровская) в допых отложениях при сравнительно небольшом количестве органического материала и не выносящим гипераккумуляции органического вещества. Опыт вселения *M. pontica* показал возможность приживания и размножения этого вида в условиях Среднего Днестра (Марковский, 1954). В противоположность дрейссене монодакна, как это видно на примере Цимлянского водохранилища, интенсивно используется рыбами, обеспечивая им хороший темп роста. Личинки монодакны значительно увеличивают биомассу планктона и повышают кормовую базу молоди рыб. Когда моллюски достигают значительного размера (на третьем году) и раковины их становятся толще, ими питаются только более крупные рыбы.

Весьма желательно вселение в Куйбышевское и Волгоградское водохранилища полихет — амфаретид, которые, будучи типичными представителями эпифауны, имеют преимущество перед абригениями, зарывающимися глубоко в ил (хирономиды, тубифициды).

Вместе с полихетами следует вселить в водохранилища и кумовых (*Pterocoma pectinata*, *Schizorhynchus eudorellionides*), которые успешно развиваются в южных водохранилищах (Цимлянское, Веселовское).

В Горьковское и Рыбинское водохранилища, в фауне которых отсутствуют гаммариды, следует приступить к акклиматизации некоторых видов из этой группы. Наибольший интерес в этом отношении представляют *Dikerogammarus haemobaphes*, *Pontogammarus obesus*, *Corophium curvispinum* и *C. chelicorne*. Эти виды хорошо осваивают различные грунты, незатопленные и слабо затопленные, в том числе глинистые, которые широко представлены в водохранилищах.

Несомненно, акклиматизация указанных беспозвоночных значительно повысит кормовые ресурсы для рыб и рыбопродуктивность волжских водохранилищ.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Г. В., 1964. Белогое Куйбышевское водохранилище за период с 1900 по 1962 г. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
- Поробькова Н. Б., 1967 а. Моллюды озера Балхаш и их значение в питании рыб. Биолог. основы рыб. хоз. republ. Средней Азии и Казахстана (тез. докл.). Балхаш.
- Поробькова Н. Б., 1967 б. Первые сведения о полихетах и корифидах озера Балхаш. Биолог. основы рыб. хоз. republ. Средней Азии и Казахстана (тез. докл.). Балхаш.
- Лугин А. Н., 1964. Рациональное использование кормовых ресурсов крупных водохранилищ — основной путь реального повышения их рыбопродуктивности. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.

Тихов С. М., 1963. Основные черты распределения бентоса в Куйбышевском водохранилище. Мат. первого науч.-техн. совещ. по науч. Куйбышевского водохр. в 3.

Максимова Л. П., 1964. Выживание и размножение *Monodactylus coloratus* (Eichw.) в воде различной солености. Сб.: Экология беспозв. южн. моря СССР.

Марковский Ю. М., 1954. Результаты работы Института гидробиологии АН УССР по переселению некоторых кормовых беспозвоночных. Тр. совещ. по пробл. акклим. рыб и корм. беспозв.

Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1961. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 4 (7).

Новожилова М. И., 1966. Численность микроорганизмов в оз. Балхаш. Биол. основы рыбн. хоз. на водоемах Средней Азии и Казахстана. Алма-Ата.

Остроумов А. А., 1959. О состоянии запасов рыб в Угличском и Иваньковском водохранилищах. Тр. VI. совещ. по пробл. биол. внутр. вод.

Пирожников П. Т., 1955. К вопросу обогащения кормовой фауны озер и водохранилищ. Зоол. журн., т. 31, в. 2.

Сорокина Ю. И., 1967. Некоторые итоги изучения трофической роли бактерий в водоемах. Гидр. ж., т. 3, в. 5.

Тютельков С. К., 1959. Бентос озера Балхаш и его значение в питании рыб. Сб. работ по ихтиол. и гидробиол., в. 2. Алма-Ата.

Фенюк В. Ф., 1959. Донная фауна Иваньковского и Угличского водохранилищ. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).

Шкорбатов Г. Т., 1965. Эколого-физиологическая изменчивость и вопросы акклиматизации пресноводных рыб. Автореф. докт. дисс.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖЬЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н. А. Дзюбан, В. В. Урбан

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

Знание закономерностей и причинных связей, которые обуславливают сезонные изменения зоопланктона, очень важно для понимания ряда вопросов теории биологической продуктивности и решения санитарно-гигиенических, рыбохозяйственных и других задач.

Поскольку формирование зоопланктонных ценозов и их сезонные изменения определяются в значительной мере особенностями биологии и экологии многих видов, мы значительное время посвящали изучению фенологии основных форм. Это дало нам интересные материалы о связи развития отдельных видов беспозвоночных с массовыми формами альгофлоры, бактериями и с гидрометеорологическими факторами, что в конечном итоге отображает причинные связи формирования состава и ритм развития зоопланктонных ценозов.

Массовые виды, составляющие ценозы зоопланктона, имеют различные трофические связи и принадлежат к разным трофическим уровням. Знание сроков их развития в конкретных условиях представляет определенный интерес для оценки биологических процессов в водоеме и в частности трансформации органического вещества и самоочищения водоема в отдельные периоды.

Фенологические наблюдения велись по 12 видам коловраток и 13 видам рачков (рис. 1), определявших сезонные колебания зоопланктона.

Материалы собирались в течение 1966 и 1967 годов в прибрежной мелководной зоне Приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища у левого берега до 2—3-метровой глубины. Пробы брались малой сетью Джеди (сито № 64) зимой — ежемесячно, ранней весной и осенью — через 10 дней, а с июня до конца сентября — каждые пять дней.

1966 год отличался многоводностью, ранним распадением льда и хорошим прогревом водной массы. 1967 год, наоборот, был маловодным, прохладным, с резкими перепадами температуры весной, что существенно отразилось на сроках развития и на обилии отдельных видов и ценозов в целом.

Фенология видов

Keratella hiemalis Carlin. Стенотермная холодолюбивая форма. Появляется в планктоне прибрежья в небольших количествах с февраля при температуре воды ниже 1° и исчезает в середине мая при температуре 7—8°. Максимум развития (6 тыс. экз./л³) наблюдается в 1966 году в середине апреля в период ледохода и наступления галых вод с суши. В 1967 году какой-либо вспышки численности не было.

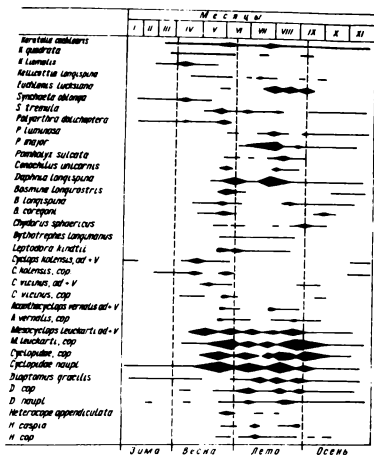


Рис. 1. Фенология основных компонентов зоопланктона в прибрежье Припятинного плеса Куйбышевского водохранилища 1966 год.

K. quadrata (Müller) и **K. cochlearis** (Gosse). Почти круглогодичные обитатели толщ воды с минимумом в зимний период. Парастание численности начинается с середины мая при температуре воды 7–9°, максимум (60–100 тыс. экз/м³) наблюдается в начале или в середине июня при 17–18°. Далее, до середины июля, количество их идет на убыль. Во второй половине июля или в начале августа наблюдается второй пик развития, но меньший, чем весной (10–53 тыс. экз/м³). **K. quadrata** в отдельные годы из планктона выпадает в октябре, а **K. cochlearis** всегда встречается до декабря, но в незначительном количестве.

Kellicottia longispina (Kellicott). Появляется с середины апреля при температуре воды менее 1° и исчезает в начале октября при 11–12°. Большую часть времени эта форма отмечалась в количестве от десятков и сотен до тысячи экз/м³. Только в августе и начале сентября численность ее заметно повышалась до 5–15 тыс. экз/м³. Максимум развития

может быть кратким, как это наблюдалось в первой половине августа 1966 года, или растянутым — весь август и начало сентября (по данным 1967 года).

Euchlanis lucksiana Hauer*. В незначительном количестве отмечена в оба года наблюдений в конце мая. Затем эта форма исчезала и снова появлялась только в конце июля или начале августа, в период массового развития синезеленых водорослей при температуре воды 20—23°. В скоплениях последних численность коловратки доходила до 435 тыс./м³, затем количество ее постепенно снижалось. Выпадала она из планктона во второй половине сентября или в первых числах октября, вслед за исчезновением *Aphanisomenon flos-aquae*. Замечено, что питание и откладка яиц этой формы в основном связаны с афанизоменом, а микроцистис они избегают. Последнее, очевидно, обусловлено тем, что микроцистис продуцируют более сильнодействующие токсические вещества, чем афанизоменон (Топачевский и др., 1968). На биологическую роль *E. lucksiana* с афанизоменом указывала также Донькина (1961).

Synchaeta oblonga Ehrenberg. Стенотермная холодолюбивая форма. Встречалась в планктоне с января до середины мая при температуре воды не выше 8—9°. Зимой она малочисленна (91—500 экз./м³). Максимум численности наблюдается в апреле в период местного половодья и вскрытия ото льда: в 1966 году — до 14 тыс./м³, в 1967 г. — не выше 500 экз./м³.

Synchaeta tremula (Müller). Эвритермный вид. Встречается с весны при 6—8° и является постоянным компонентом планктона по ноябрь включительно. Первый максимум (до 609 тыс./м³) наблюдается в мае при температуре воды 15—16°. В дальнейшем пики развития коловратки повторяются, но с большими отклонениями в зависимости от водности года и температуры воды. В 1966 году массовое развитие наблюдалось только в мае. В 1967 году сложились, очевидно, более благоприятные условия для этой формы: пятикратное размножение было растянутым с тремя высокими пиками численности.

Polyarthra dolichoptera Idelson. Зимне-весенняя форма. Появляется в планктоне единично незадолго до ледостава при температуре воды 8—9°. Зимой при температуре менее одного градуса присутствует в планктоне в небольшом количестве, а к началу вскрытия водоохранилища уменьшается (от 2000 экз./м³ в январе до 570 экз./м³ — в апреле в 1966 году и соответственно от 600 до 200 — в 1967 году). После вскрытия наблюдалось небольшое и неустойчивое увеличение численности. Только во второй половине мая, когда прогрев воды доходит до 12—16°, в течение короткого периода ее количество нарастало до 35—52 тыс. экз./м³. Затем следовало быстрое уменьшение, полностью эта форма исчезала в середине июня, после прогрева воды свыше 18—19°.

P. major Burckhardt и *P. luminosa* Kutikowa. Эти теплолюбивые виды характерны полной синхронностью основных моментов их фенологии. Единично они появляются в планктоне в первой половине июня при температуре воды 15—17°. В июне и июле остаются малочисленными с некоторой количественной пульсацией и только в конце июля — начале августа, когда вода прогревается до 21—24° и «цветет» синезелеными водорослями, наступает период быстрого увеличения численности на зимних видов — до 39—43 тыс. экз./м³ в маловодном и до 60—62 тыс. экз./м³ в многоводном году. После этого происходит столь же быстрое уменьшение их численности. К середине августа при той же температуре воды их было уже не более 6 тыс. экз./м³. На таком уровне, с небольшими и кратковременными повышениями, они были в планктоне до середины

* *Euchlanis lucksiana* Hauer, 1940. Г. Бартош. Гамб. CSR, 15. Реферат 1963.

сентября. С охлаждением воды до $18-16^{\circ}$ численность этих коловраток снижалась до нескольких сот штук в 1 м^3 . Исчезали они в конце ноября при температуре $5-3^{\circ}$.

Pompholyx sulcata Hudson. По данным Е. Бартоша теплолюбивая летняя форма (Barthos, 1959). В Куйбышевском водохранилище помфаликс появлялся в планктоне в конце мая ($800-1000\text{ экз/м}^3$) при температуре воды $13-14^{\circ}$, затем исчезал и снова нередко встречался единично. Устойчивым компонентом планктона помфаликс становился только со второй половины июля, когда вода прогревалась до $18-20^{\circ}$. Максимальной численности он достигает в разные годы в одно и то же время: в первой половине августа. Однако количество его в течение этого периода в разные годы неодинаково. Если в 1966 году был только один, августовский максимум (38 тыс. экз/м^3), то в 1967 году после августовского максимума (64 тыс. экз/м^3) наблюдались еще две кратковременные вспышки — до 58 и 42 тыс. экз/м^3 — совпадающие, как и первая, с массовым развитием синезеленых водорослей. Исчезал помфаликс из планктона и оба года в одно и то же время — в середине сентября, когда вода охлаждалась до $17-15^{\circ}$ и снижалось количество синезеленых.

Conochilus unicornis Rousselet. Регулярно появлялся в планктоне в последней декаде мая при температуре воды $12-15^{\circ}$. Максимум ($15-33\text{ тыс. экз/м}^3$) наблюдался в конце мая — первой декаде июня. Выпадает из планктона в середине июня при температуре воды $18-19^{\circ}$. Однако в отдельные годы наблюдалось второе и тоже кратковременное увеличение численности (до 15 тыс. экз/м^3) в первой половине августа при температуре воды $21-24^{\circ}$ в период «цветения» синезелеными водорослями. Полностью исчезает из планктона в конце августа — начале сентября при температуре $20-19^{\circ}$.

Daphnia longispina O. F. Müller. Ювенильные особи начинают встречаться в середине мая при температуре воды $8-10^{\circ}$, а половозрелые — в третьей декаде при $15-18^{\circ}$.

Наблюдалось два растянутых периода высокой численности. Первый — с начала июня до первых чисел июля при температуре воды $17-23^{\circ}$, с максимумом до 14 тыс. экз/м^3 . Второй — с конца июля до конца августа или первой декады сентября при максимальном прогревании воды ($21-24^{\circ}$) и «цветении» синезелеными водорослями. Второй период характеризуется более мощным развитием с максимумом в первой половине августа (62 тыс. экз/м^3 в 1966 году) или с августа до начала сентября (18 тыс. экз/м^3 в 1967 году). В периоды высокой численности, особенно в августе, когда популяция дафний находилась в расцвете, наблюдалось резкое снижение их количества после штормовой погоды и быстрое, в течение нескольких дней, восстановление. Менее резкие изменения численности летом также носили характер флюктуаций.

В маловодном и дождливом 1967 году развитие дафний было слабее, чем в многоводном, с жарким летом в 1966 году. В маловодном в планктоне все время находились самцы и периодически эфиппидальные самки, что свидетельствовало о некотором угнетении популяции. В 1966 году эфиппидальные самки были обнаружены только в период июльской депрессии.

В конце августа или к середине сентября в зависимости от интенсивности охлаждения воды и уменьшения «цветения» количество дафний за $5-10$ дней резко уменьшалось — до $0,6-1,0\text{ тыс. экз/м}^3$, и среди них появлялось значительное количество самцов и эфиппидальных самок. В таком состоянии популяция оставалась до конца ноября, с постепенным уменьшением численности до единичных экземпляров.

Bosmina longirostris (O. F. Müller). Единичные экземпляры начинают встречаться весной (конец апреля — май) при температуре воды $4-5^{\circ}$, но наибольшего развития ($3,5\text{ тыс. экз/м}^3$) достигает в июне при

12-15. Исчезает из прибрежного планктона в конце июня — начале июля при 19°. В период увеличения количества силенозеленых водорослей. Осенью (в конце сентября или в октябре) при температуре 12—14° снова появляется в небольшом количестве — до 200 экз/м³. С похолоданием температуры воды до 3—4° (конец ноября) босяина встречается единично. Самки с эфиппиями наблюдаются в конце октября — начале ноября при 9°.

Bosmina longispina Leydig. Появляется в третьей декаде мая при температуре воды 12—15°. В конце июня или начале июля при 20—21° она по существу выпадает из прибрежного планктона. В конце августа или начале сентября, в период снижения температуры воды до 20—19° и уменьшения интенсивности цветения силенозелеными, босяина снова обитает в планктоне прибрежья. Второе развитие более продолжительное — до конца ноября, но малочисленное — до 500 экз/м³ против 1600 экз/м³ в конце мая или начале июня. Самцы и эфиппальные самки наблюдаются с середины октября при температуре около 11°. В ноябре, когда вода охлаждалась до 6—4°, самки были очень малочисленны, но все с эфиппиями, самцы отсутствовали.

Chydorus sphaericus (O. F. Müller). Встречается в планктоне с середины или конца мая при температуре воды 8—15° и исчезает в октябре при 10—8°. Количественное развитие в течение этого периода в отдельные годы весьма различно. В 1967 году хидорус был обильным со второй половины июля до середины сентября с максимумом 20 тыс. экз/м³. В 1966 году период сравнительного обилия был заметен только с конца августа до середины сентября с максимумом 1,2 тыс. экз/м³. Постоянными в развитии хидоруса при таких больших различиях по годам было время его появления весной и время наступления максимальной численности — первая половина сентября при температуре воды 17—19°. Самцы и эфиппальные самки отмечались в третьей декаде сентября (1966 год) или в первой половине октября (1967 год) при 12—10°, причем самцы всегда появлялись на несколько дней раньше.

Leptodora kindtii (Focke). Ювенильные особи начинают встречаться во второй половине мая при температуре 15—16° либо в виде кратковременной вспышки (2,4 тыс. экз/м³ в 1966 году), либо в количестве нескольких десятков в 1 м³, как это было во второй половине мая 1967 года, когда наблюдалось резкое снижение температуры воды — с 16 до 11°. Половозрелые самки появляются на 10—20 дней позже — в первой половине июня при температуре 17—20°. Максимум развития лентодоры отмечен в июле. В сроках появления самцов наблюдались большие различия, зависящие от условий существования популяции. В многоводном году, без резких колебаний температуры воды, самцы появлялись только в начале августа при 22—23° и встречались в планктоне до сентября. В маловодном, с резкими перепадами температуры воды во второй половине весны, самцы лентодоры были обнаружены уже 21 июня, затем в середине июля — в период летнего минимума численности зоопланктона и в второй половине августа, за две недели до выпадения рачка из планктона, которое происходит в первой декаде сентября, когда температура воды становится ниже 18—16°.

Bythotrephes longimanus Leydig. Северный вселенец В Куи бышевском водохранилище теплолюбивая летняя форма. В прибрежном чиневе появляются в конце мая (1966 год) или в начале июня (1967 год) при температуре воды 12—13°. Присутствует в планктоне до начала середины сентября, исчезает, когда температура воды снижается до 17—18°.

В 1966 году самцы встречались с июля, а самки с похолоданием воды — в конце августа.

Численность рачка в прибрежье в течение лета невысокая и колеблется от 15 до 122 экз/м³, но здесь он очень интенсивно потребляется окуном (до 84% по частоте встречаемости в кишечниках и 52% веса пищевого комка).

Cyclops kolensis Lill. Холодолюбивый рачок. В Куйбышевском водохранилище — северный исленец. В планктоне встречается с осени до наступления гидрологического лета с большими различиями по годам в численности и сроках развития отдельных стадий. Летом рачок в планктоне отсутствует.

После осеннего охлаждения воды до 14—12° (конец сентября) появляются в небольшом количестве копепоиды IV стадии, а V стадия — в начале ноября при 7—9°. И только после снижения температуры до 5—4° (конец ноября) были зарегистрированы самцы VI стадии. Осеннее развитие может быть и иным. Например, в 1966 году копепоиды IV и V стадий появились одновременно значительно позже — в начале ноября при температуре 4—6°. Самцы VI стадии, как и в 1967 году, появились в конце ноября, но при более низкой температуре — 3—2°. В зимний период (январь—март) в развитии циклопа по годам также наблюдалось существенное различие. Так, зимой 1967 года в планктоне постоянно встречались в небольшом количестве IV, V и VI стадии, а в предыдущем году рачок появился только в марте и лишь в IV копепоидной стадии.

Интенсивное развитие популяции *C. kolensis* началось в оба года наблюдений в одно время — со второй половины апреля в пору ледохода, с повышением уровня и температуры воды. Количество рачков быстро нарастает. IV стадия в середине, а V и VI в конце апреля — начале мая при температуре воды 4—6° достигают максимальной численности со значительным, как показано в таблице, различием по годам.

	Возрастные стадии	
	IV	V-VI
Апрель 1966 года	100 экз/м ³	4000 экз/м ³
Апрель 1967 года	1600 экз/м ³	16000 экз/м ³

Самки со сперматофорами появлялись во второй половине апреля при температуре 0,5—3,0°, личиночные — в начале мая. Вслед за этим в планктоне нарастает количество науплиусов, а через 20—30 дней после максимума V и VI стадий, когда вода прогревается до 11—15° (первая половина июня), наступает второй минимум численности циклопа, состоящий практически из II, III и IV стадий (до 3,4 тыс. экз/м³ в 1966 году и 60 тыс. в 1967 году). Весной количество половозрелых циклопов при температуре воды 6—9° значительно сокращается, а после прогревания выше 12° они выпадают из планктона (конец мая, начало июня). При 15—17° исчезают и копепоиды.

Таким образом, *C. kolensis* находится в планктоне весной не более двух месяцев.

Весной соотношение полов в VI стадии сильно менялось: в начале в разгар размножения самцы составляли 70—80% общего количества половозрелых особей. В это же время у V стадии преобладали самки — 60—75%. Затем соотношение выравнивается, а перед выпадением взрослых рачков из планктона снова доминируют самцы.

Cyclops vicinus Vign. Начинает встречаться во II копепоидной стадии в конце марта. Со второй половины апреля, при температуре воды 1—2° в планктоне находятся III, IV и V стадии (до 200 экз/м³). Полово-

зрелые самцы появляются в первых числах мая при $5-6^{\circ}$, а самки в середине мая при $8-9^{\circ}$, но яйценосными (до 640 экз/м^3) они становятся во второй половине мая при $9-16^{\circ}$. Размножение происходит во второй декаде мая до середины июня или до июля, в зависимости от гидрометеорологических условий. Максимум численности (II и III коцеподитных стадий — до 20 тыс. в IV, V и VI коцеподитных стадиях) наблюдается в начале июня при $12-16^{\circ}$. В последующем происходит быстрое уменьшение численности, и в начале июля все стадии цикла из планктона выпадают. Вновь этот рачок (IV, V и VI коцеподитные стадии) появляется в августе, но в малом количестве (до 150 экз/м^3). Осенью яйценосные самки отмечены при температуре $19-16^{\circ}$. С. vicinus исчезает из планктона в середине октября при охлаждении воды до $15-12^{\circ}$. Таким образом, этот вид является в Куйбышевском водохранилище дициклическим.

Осенняя генерация отличается от весенней малочисленностью и преобладанием самок ($67-86\%$) над самцами, в то время как весной они были в равном соотношении. Если сроки появления, выпадения и максимальной численности цикла в годы наших наблюдений были весьма близки, то в количественном отношении выделено большое различие. В 1967 году максимум численности всей популяции летом составил 30 тыс. экз/м³, а в 1966 году с его более высокими температурами численность цикла не превышала 2,5 тыс.

Acanthocyclops vernalis (Fisch.). Во второй половине мая, при температуре воды $8-10^{\circ}$ в толще воды появляются почти одновременно все коцеподитные стадии. Яйценосные самки начинают встречаться в середине июня и исчезают из планктона одновременно со всеми другими стадиями в конце июня или в первых числах июля. В течение июля *A. vernalis* в планктоне отсутствует и снова появляется в III, IV, V, VI стадиях практически одновременно — в первых числах августа при температуре воды $21-23^{\circ}$ в сильном «цветении».

Второй период развития характеризуется преобладанием V и VI стадий. Осенью половозрелые особи выпадают из планктона в первой половине сентября, остальные стадии встречаются в небольшом количестве до середины октября или начала ноября, в зависимости от условий года. В период размножения всегда преобладают самцы ($57-90\%$). Развитие *A. vernalis* в Куйбышевском водохранилище протекает дициклично.

Mesocyclops leuckarti Claus. Постоянный компонент планктона с конца апреля — начала мая до ноября или декабря. В 1966 году впервые появился в конце апреля особи V стадии при температуре воды 4° , а VI стадии — в первой декаде мая при 6° . Самки со сперматофорами были отмечены только в середине мая при 9° . В 1967 году особи V и VI стадий появились одновременно в небольшом количестве (по $0,2 \text{ тыс. м}^3$) лишь в середине мая при 8° . Спустя 8 дней V стадия оставалась в том же количестве, а численность VI резко возросла — до $22,8 \text{ тыс. экз/м}^3$. Следовательно, переход V стадии в имагинальную может происходить и в холода. II и III стадии появились в планктоне в 1966 году в небольшом количестве, на 12-14 дней раньше VI, в 1967 году — спустя 5-6 дней в количестве свыше $5,0 \text{ тыс. экз/м}^3$. Это показывает, что *M. leuckarti* зимует и в младших возрастных стадиях.

Пробывание цикла в планктоне заканчивается в зависимости от года либо во всех стадиях одновременно в середине октября, либо в разные сроки: половозрелые в октябре, а остальные — в конце ноября.

Развитие рачки в планктоне характеризуется чередованием шести периодов нарастания и спада численности всех стадий. Особенно заметно по продолжительности и количественной убыли рачков июльские спад, совпадающий с летним минимумом численности бактерий и инфузорий.

Наряду с этим у *M. leuckarti* есть два периода наиболее высокой численности: весенний — в половодье и летне-осенний — в разгар «цветения» сплывающими подорослями. Соотношение самцов и самок было различным. Весной, в разгар размножения, преобладали самцы (80—70%), во время летней депрессии соотношение полов было почти равным, к осени преобладали самки (70—90%). Последнее биологически целесообразно, это обеспечивает резерв популяции следующего года в виде зимующих колеподатных стадий.

Diatomus gracilis Sars. Встречается в планктоне водохранилища практически весь год. Минимальная численность в толще воды прибрежья наблюдается в мае вплоть до позднего выпадения. Зимой в планктоне взрослые особи встречались до 150 экз/м³ с преобладанием в декабре — феврале самок (до 80%). Среди которых около трети яйценосных. К концу зимы (март) количество рачков уменьшается до единичных особей, в основном за счет самок. В период разрушения ледового покрова, поступления местных талых вод и начала повышения уровня воды (середина апреля) в планктоне заметно увеличивается (до 700 экз/м³) количество взрослых диапомусов со значительным преобладанием (86—75%) самок. Не менее половыми самок в это время были со сперматофорами или яйцесосисые. В дальнейшем, к маю, то есть в период интенсивного подъема уровня воды, затопия мелководий и прогревания водных масс, вместо казалось бы закономерного увеличения количества рачков в планктоне прибрежья они становились единичными или отсутствовали. Последнее явилось, очевидно, следствием большого количества в воде минеральной взвеси. Только через 30—35 дней (первая — вторая декада июня), после прекращения подъема уровня воды и прогрева ее до 16—18° диапомусы снова появились в планктоне прибрежья. С этого времени началось интенсивное размножение рачков. Высокой численности (5,0 тыс. экз/м³) они достигли в конце июня — начале июля, как это отмечено в 1967 году, или в середине июля (6,2 тыс.) в 1966 году. Кроме того, в 1966 году период высокой численности охватил июль и август, а в 1967 году он прошел скорее темпом: с конца июня до первых чисел июля. В дальнейшем (сентябрь, октябрь, ноябрь) численность взрослых и колеподитов снижалась и колебалась в пределах 140—780 экз/м³ в 1966 году и 45—360 экз/м³ — в 1967 году. Яйценосные самки исчезают в первой половине сентября и снова появляются в середине октября при температуре воды 10—11° (1967 год) или в конце ноября при температуре 3° (1966 год).

В годовом цикле развития *D. gracilis* процент самок в зависимости от года был таким: январь — февраль — 66—80, апрель — 25—34, июнь — 60—75, июль — 37—43, сентябрь — 25—30, октябрь — 20—25, ноябрь — 55—60. Таким образом, в соотношении полов наблюдалось поидней осенью и зимой преобладание в планктоне самок, обеспечивающих развитие популяции в последующем.

Науплиусы диапомуса становятся постоянным компонентом планктона в заметном количестве со второй половины мая при температуре воды 8—9°, что свидетельствует о развитии яиц зимой и ранней весной. Науплиусы встречаются в планктоне единично зимой и в апреле. Очевидно, у этой формы зимы происходит не только спаривание и откладка яиц (Маловицкая, 1961), но и дальнейшее их развитие вплоть до выхода личинок. В летний период науплиусы постоянно присутствуют в планктоне, численность их увеличивается до 7—30 тыс. экз/м³ в июле и августе. Исчезают они из толщи воды в конце ноября.

Колеподиты I, II и III стадий зимой в планктоне не встречались и появлялись только в конце мая в результате метаморфозов зимнего и весеннего поколений. Колеподиты IV и V стадий в планктоне зимой обильно размножены.

Heteroscope appendiculata Sars. Северный вселевец. В планктоне встречается с мая по сентябрь. Первыми в конце мая при температуре воды 15—16° появлялись копепоиды I, II и III стадий, количество их не превышало 630 экз/м³. В первой декаде июня при 16—18° начинают встречаться и IV и V стадии, а во второй декаде июня — в половозрелые особи, достигавшие максимума (380 экз/м³) в конце июня.

В течение июля гетероскопе малочислен, в августе единичен и полностью выпадает из планктона прибрежья в первой декаде сентября, когда температура воды опускается ниже 18°. В 1967 году, в связи с его гидрометеорологическими особенностями, наблюдались, сравнительно с 1966 годом, значительная задержка в развитии и низкая численность гетероскопе.

H. caspia Sars. В планктоне встречаются с конца мая — начала июня по сентябрь. Весной при температуре воды 17—18° появляются одновременно I—V копепоидные стадии, и через 5—6 дней начинают встречаться в небольшом количестве (40—60 экз/м³) половозрелые. Только в середине июля при 20—22° появляются яйцесосные самки и численность резко увеличивается — до 230 экз/м³ взрослых и около 300 копепоидов. Затем следует спад численности до 50 экз/м³ взрослых и 100 экз/м³ копепоидов. В конце августа популяция рачка становилась несколько обильнее. В середине сентября при температуре воды ниже 18—17° рачок из планктона выпадает.

Обсуждение

Фенологические наблюдения показали, в какой мере сроки появления и максимального развития отдельных видов, а значит и ход формирования зоопланктонных комплексов прибрежья, непосредственно связаны со степенью прогревания или охлаждения водной массы и прямо или косвенно — с развитием определенных трофических ресурсов. В результате, как это видно из рис. 1, в прибрежье формируются весенний, летний, осенний и зимний комплексы зоопланктона с определенными ведущими формами.

Весенний комплекс (с середины апреля до середины июня) развивается в условиях быстрого повышения температуры воды и пищевых ресурсов, поэтому в нем наблюдается сжатие сроков развития видов с различной экологией: наряду со степотермными холодолюбивыми развиваются эвритермные и появляются теплолюбивые. В связи с этим в весеннем ценозе мы выделяем две группировки: ранневесеннюю и поздневесеннюю. К первой относятся, в основном, холодолюбивые степотермны — *Keratella hiemalis*, *Notholca cinetura*, *Synchaeta oblonga* и *Cyclops kolensis*, достигающие наивысшего расцвета в конце апреля и начале мая при температуре воды 1—6°C. В этой группировке обильны также *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Mesocyclops leuckarti* (V стадия), науплии и копепоиды пиклопид, но они в это время еще сравнительно малочисленны.

Поздневесенняя группировка состоит из видов, температурный optimum которых находится в пределах 9—15°. Это — *Polyarthra dolichoptera*, *Bosmina longirostris*, *B. longispina*, *B. coregoni*, *Cyclops vicinus* и из эвритермных видов — *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Synchaeta tremula*, достигающих в это время наивысшего расцвета. В этот период наблюдается первый максимум численности *Acanthocyclops vernalis*, *Mesocyclops leuckarti*, науплии и копепоидов шкклопид. Появляются также *Conochilus unicornis*, ювенильные *Daphnia longispina*, *D. cucullata*, *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii*. Для осеннего комплекса характерно быстрое, по мере прогревания воды,

и улучшения условий питания, нарастание численности и биомассы.

Летний комплекс (серединя июня — первая декада сентября) состоит из двух экологических группировок: а) теплолюбивых — *Pompholyx sulcata*, *Euchlanis lueksiana*, *Polyarthra major*, *P. luminosa*, *Bythotrephes longimanus*, *Heteroscore appendiculata* (до середины июля), *H. caspia*, б) зимтермных *Keratella cochlearis*, *Synchaeta tremula*, *Conochilus unicornis*, *Daphnia longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Acanthocyclops vernalis* (в августе второй максимум), *Mesocyclops leuckarti*, *Diaptomus gracilis*, науплии и копепоиды циклоид и двантомида.

Осенний комплекс (со второй декады сентября до ледостава) также состоит из разных экологических группировок: а) постепенно выпадающие из планктона летние теплолюбивые *Polyarthra luminosa*, *P. major*, б) зимтермные — *Synchaeta tremula*, *Keratella cochlearis*, *Daphnia longispina*, *Mesocyclops leuckarti*, *Acanthocyclops vernalis*, *Diaptomus gracilis*, *D. graciloides*, науплии и копепоиды циклоид; в) дусеозонные, то есть развивающиеся в прибрежье в основном весной и осенью — *Bosmina longirostris*, *B. longispina*, *B. coregoni*, *Cyclops vicinus*, *C. kolensis* (IV и V стадии).

Зимний комплекс (январь, февраль, март). Его постоянные компоненты — *Keratella hiemalis*, *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta oblonga*, науплии циклоид. Спорадически и единично встречались *Notholca squamula*, *Diaptomus gracilis*, *Cyclops kolensis*, копепоиды циклоид.

Годы наших наблюдений (1966 и 1967), как уже отмечалось, различались по основным гидрометеорологическим показателям. 1967 год по сравнению с 1966 был маловодным и более прохладным в течение всего вегетационного периода. Подвижка, распадение льда начались на 12 дней позже, весенний прогрев отличался резкими понижениями температуры. Летние максимальные температуры воды были в 1967 году на 2° ниже. Уровень воды находился ниже, чем в 1966 году, в мае на 2,4 м, а в июне — сентябре на 1,1—1,5 м. Осадков с ветреной погодой было в два раза больше.

Кроме того, 1967 год, по данным Н. Н. Гусевой и А. В. Илатина, характеризовался пониженной аллохтонной органикой, меньшим количеством бактерий и синезеленых водорослей и вообще отрицательным водным балансом: отношение притока к стоку составляло 0,8 (против 1,3 в 1966 году).

Более высокая водность в 1966 году обеспечивала большее поступление терренных бактерий. Общая численность их несколько повышалась: от 2,0 млн. кл/мл в мае до 2,4 в июне, создавая фильтраторам хорошую кормовую базу. В 1967 году этот фактор отсутствовал, и уже в июне численность бактерий упала до 1,2 млн. кл/мл, то есть ниже оптимального в кормовом отношении уровня (Сорокин, 1961), что соответственно отразилось на численности и биомассе фильтраторов. Так, в песенном ценозе зоопланктона в 1966 году биомасса рачков фильтраторов доходила до 400 мг/м³ в мае и до 650 в июне, а в 1967 году соответственно 100 и 320 мг/м³. Наряду с этим обращает на себя внимание резкое преобладание в песенном комплексе 1967 года *C. kolensis* и *C. vicinus* и более позднее (рис. 1) начало развития *Daphnia longispina*, *Leptodora kindtii*, *Acanthocyclops vernalis*, *Synchaeta tremula*, что определялось более низкой температурой воды.

Наименьшая численность бактерий как в 1966 году, так и в 1967 наблюдалась в июне (0,9—1,1 млн. кл/мл) перед началом массового развития синезеленых водорослей в период формирования летнего комплекса зоопланктона. В это же время в оба года отмечен летний минимум зоопланктона по численности и биомассе, причем в холодноводном 1967 го-

ду он был продолжительнее по численности и сильнее выражен по биомассе (200 мг/м^3 в 1967 году против 600 мг/м^3 в 1966 (рис. 2).

Летом, в период «цветения», протекают два параллельных процесса — размножение и отмирание части водорослей (Гусева, 1952). За счет по-

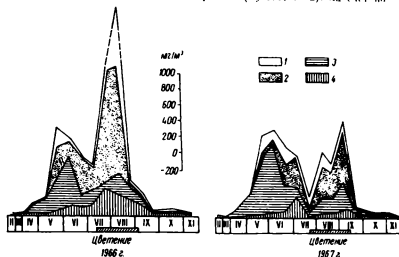


Рис. 2. Динамика биомассы зоопланктона прибрежья Припютинского плеса Куйбышевского водохранилища (по средним полумесячным данным)

1 — Rotatoria; 2 — Cladocera; 3 — Cyclopoida; 4 — Calanoida

следнего происходит обогащение толщи воды детритом и другой органикой, составляющей пищу бактерий. Содержание органического азота и фосфора повышается, достигая своего максимума в годовом аспекте. Количество бактерий также возрастает. В связи с этим наибольшие величины биомассы зоопланктона наблюдались в летнем ценозе и период массового развития синезеленых водорослей. В многоводном и жарком 1966 году биомасса достигала 4143 мг/м^3 (против 1350 мг/м^3 весной), при этом доминировала дафния — 3518 мг/м^3 . В 1967 году общая биомасса была почти в два раза меньше — 2310 мг/м^3 , лишь немного превышав осенний максимум, который составлял 2064 мг/м^3 . Это характерно и для средней за лето биомассы зоопланктона: в 1966 году она составляла 1198 мг/м^3 , а в 1967 — 776 мг/м^3 .

Смена летнего комплекса зоопланктона на осенний происходит в зависимости от температурных условий в течение сентября, когда заканчивается «цветение» воды синезелеными и начинается охлаждение водной массы. Поэтому для осеннего комплекса характерно отсутствие *Hythotrepes*, *Leptodora*, *Heterocope* и постепенное выхождение *Polycypris limnosa*, *P. major*, *Synchaeta tremula*, *Daphnia longispina*, *Acantocyclops vernalis*, *Mesocyclops leuckarti*, диаутомусов и др.

Вновь появляются в осеннем комплексе только двустворчатые виды. Несмотря на достаточное количество бактерий, численности и биомассы зоопланктона неуклонно снижаются до минимума. Большинство видов готовится к зиме и прекращает активную жизнь.

Зимний ценоз состоит из холодолюбивых, стенотермных и некоторых эвритермных видов, обитающих в толще воды в период ледостава. Этот

комплексе малочислен (не более $6,7 \text{ тыс./м}^3$ и 18 мг/м^3) и существенной роли в жизни водоема не играет.

Анализируя фенологические данные по массовым видам планктонных животных мелководья (рис. 1) и сезонную динамику численности и биомассы зоопланктона в целом и по группам в различных гидрометеорологических условиях 1966 и 1967 годов, можно заключить, что основные биологические ритмы — последовательность весеннего развития и осеннего угасания, формирование комплексов и последовательность их смены, летний депрессии и подъем в период летнего цветения — независимо от условий года сохраняются, но их сроки сдвигаются. Экологические различия этих лет значительно сильнее сказались на количественном развитии бактерий, водорослей и зоопланктона.

Многоступенчатое углубленное изучение коррелятивных связей сроков формирования сезонных комплексов зоопланктона с условиями среды позволило бы при наличии достоверных долгосрочных гидрометеорологических прогнозов прогнозировать сроки и масштабы развития органической жизни в толще воды. Все это в связи с проблемами биологической продуктивности чистой воды является важным.

ЛИТЕРАТУРА

- Гусева К. А. 1952 «Цветение» воды, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. Тр. Всесоюз. гидроб. общ., т. IV.
- Денигина Р. С. 1961 Зоопланктон шхерной части Ладожского озера. Сб.: Комплексы, посел. шхерной части Ладож. оз. Изд. АН СССР.
- Кутякова Л. А. 1962 Коловратки (Rotatoria) рода *Poliarthra* Ehr. реки Луга. Фауна Ленинградской области и Карелии. Тр. Зоол. инст., т. XXXI.
- Маловицкий Л. М. 1961 Сезонная динамика *Eudiaptomus gracilis* E. *graciloides* в Рыбинском водохранилище. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 10.
- Мельников А. В., Сорокин Ю. И. 1961 Количественные данные о питании ладья. Тр. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, в. 4 (7).
- Топачевский А. В., и др. 1968 Роль летучих выделений синхронных водорослей в формировании биоценозов «цветения». Гидробиол. ж., 2.
- Barloš E. 1959 Fauna ČSR, 15 Rotatoria. Praha.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОТАМОБЕНТОСА СРЕДНЕЙ КАМЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 40 ЛЕТ (1925 - 1966)

В. В. Громов

(Пермский госуниверситет)

Впервые донная фауна Камы была изучена А. Л. Бенингом в 1925 году (Бенинг, 1929). В дальнейшем рядом исследователей в разные годы был изучен бентос Средней Камы на всем ее протяжении — от реки Вятки до Белой (Фридман, 1939; Таусон, 1947, 1951, 1955; Громов, 1941, 1949, 1951, 1958).

Эти литературные данные, а также и неопубликованные материалы, собранные автором, позволяют проследить судьбу некоторых видов беспозвоночных потамобентоса Средней Камы с 1925 по 1966 год.

На донную фауну Камы кроме обычных для равнинных рек сезонных и годовых изменений гидрологических факторов оказывает влияние хозяйственная деятельность человека, особенно сброс сточных вод промышленными предприятиями. Сильное загрязнение Камы началось в середине 30-х годов и с тех пор увеличивалось. В настоящее время в реку и водохранилища сбрасывается свыше 2 млн. м³ в сутки сточных вод различного химического состава. В результате этого потамофауна Камы за последние три десятилетия на одних участках раньше, на других позже оказалась под сильным и многогранным влиянием этой группы антропогенных факторов. После постройки Камской (1954—1956 годы) и Воткинской (1962—1964 годы) ГЭС в водохранилищах резко изменился весь гидрологический режим и потамофауна Средней Камы, за исключением верхоний водохранилищ, оказались в условиях, близких к озерным.

Проследим судьбу некоторых беспозвоночных бентоса Средней Камы из числа ракообразных, моллюсков и личинок насекомых под влиянием изменений абиотических условий, отражавшаяся потамобионтами, для которых имеются определения до вида.

Из значительного количества видов беспозвоночных, обитавших в Средней Каме, широко распространены были лишь некоторые (табл. 1 и 2). Они определяли специфичность, обилие и биомассу животного донной фауны (Бенинг, 1929; Фридман, 1939; Громов, 1949). Все они потамобионты или реофилы, живущие на различных грунтах при наличии течения. На каменистых бентонах особенно много было *Cotogammarus curvispinus* (до 21190 экз/м²), *Dikerogammarus haemobaphes* (до 1360 экз/м²), и ручейников — *Hydropsyche ornata* (до 910 экз/м²), из моллюсков — *Sphaerium rivicola*, *Ancylus fluviatilis*, *Viviparus viviparus*, некоторые личинки насекомых и клопы. Для песка на течении особенно характерны были *Pontogammarus sarsi* (до 2975 экз/м²) и псаммореофильные гнузлы рода *Cryptochironomus*.

С 1925 по 1938 год гидрологический и химический режим Средней Камы изменился мало и, как показывают наши наблюдения, за эти 12 лет основными и характерными потамобионтами были одни и те же виды. Изменялось только их количество по сезонам и годам (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Встречаемость потамобионтов бентоса в Каме от реки Вишеры до города Перми

	Река						Подозревающие				
	1925	1934	1937	1937	1947	1948	1957	1968	1962	1963	1966
Mollusca											
<i>Viviparus viviparus</i> Z.	++	++	+	++	++	0	+	+	+	+	+
<i>Ancylus fluviatilis</i> Mull.	+	+	-	++	+	0	0	0	+	0	0
<i>Dreissena polymorpha</i> Pall.	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+
<i>Sphaerium rivicola</i> Lam.	+	0	-	+	+	+	+	+	+	+	0
<i>Sphaerium solidum</i> Norm.	0	++	-	++	++	-	+	+	+	0	0
<i>Pisidium supinum</i> A. Schm.	++	++	-	++	++	+	+	+	++	+	+
<i>Unio (crassus Phil., rumpicollis Phil.)</i>	++	+	0	++	++	-	+	+	+	+	0
Amphipoda											
<i>Corophium curvispinum</i>	+++	+	0	++	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. O. Sars</i>	+	0	0	++	+	0	0	0	0	0	0
<i>Di. erogammarus haemobaphes</i> Eichw.	+	0	0	++	+	0	0	0	0	0	0
<i>Pontogammarus sarsi</i> Sovin.	+	++	++	++	+	+	+	+	0	0	0
Hemiptera											
<i>Aphelochirus aestivalis</i> L.	+	0	+	+	+	0	+	+	0	0	0
Trichoptera larv.											
<i>Hydropsyche ornata</i> Mc I.	+++	++	++	++	++	+	+	0	0	0	+
<i>Neureclipsis bimaculata</i> L.	+	-	+	+	+	+	+	+	0	+	+
Plecoptera larv.											
<i>Ephemeroptera larv.</i>	+	+	+	+	+	-	0	0	0	0	0
Ephemeroptera larv.											
<i>Polymitarcys</i> , <i>Ephemera</i>	+++	+	+	+	+	+	0	0	0	+	+
<i>Leptagena</i>	++	0	+	+	+	0	+	+	0	+	0
Diptera larv.											
<i>Psammoreoфильные виды</i>	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+
<i>Супрехириформные виды</i>	+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	0
<i>Xthochladinae</i> gen? Iv.	-	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<i>Tshernovskella</i> Zver	-	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0

Условные обозначения: 0 не обнаружены, + в отдельных пробах, ++ в половине проб, +++ в большинстве проб, - нет материалов.

Учитывая величину и характер загрязнений, постройки ГЭС, удобнее проследить судьбу потамофауны Камы по двум районам: от реки Вишеры до Перми и ниже города Перми.

Сильное загрязнение района Камы ниже города Перми началось после постройки в 1936 году Краснокамского целлюлозно-бумажного комбината (КЦБК), сточные воды которого без биологической очистки сбрасываются в Каму. Одновременно на участке Пермь—Краснокамск были построены химические заводы, их сточные воды тоже сбрасываются в Каму. Кроме того, без биологической очистки сбрасываются бытовые фекальные воды городов Перми и Краснокамска. Надо учесть также, что после постройки в 1954 году Камской ГЭС нарушился нормальный режим уровня, а после введения в строй Воткинской ГЭС (1962—1964 годы) изменился весь гидрологический режим Камы ниже города Перми на протяжении 350 км до реки Сайгатки (город Чайковский).

Особо отрицательное влияние на фауну Камы оказывают органические вещества фекальных вод и сульфитные щелочи КЦБК, ухудшающие кислородный режим. В начале 50-х годов их воздействие проследивалось почти до устья реки Бедой, то есть на протяжении около 500 км от КЦБК (Громов, 1958).

По нашим наблюдениям с 1937 по 1957 год у города Оханска (в 85 км от КЦБК) количество кислорода в воде зимой не превышало 15,8% нормального насыщения, а в маловодные годы (1938, 1936) понижалось до 6,1% не только до города Оханска, но и ниже, что вызывало заморы рыб и беспозвоночных (Громов, 1958). В связи с этим в названном районе в 1939 году наблюдалось полное исчезновение *Corophium*. Остальные потамобионты при наличии течения встречались на всех ботонозах только ниже города Оханска (табл. 1). После зим с большим дефицитом кислорода уменьшилось количество *H. ornata*, *P. sagsi*, исчезал клоп *Arhelochirus*; в отдельные годы распространение некоторых из них было прерывистым. Например, в 1952 году личинки *Notagania*, личинки веслянок, речная чашечка и *P. sagsi* были встречены только на отдельных участках. Ниже участка Пермь — Краснокамск по мере уменьшения загрязнения чаще встречались и увеличивалось количество почти всех потамобионтов. В 1952 году влияние загрязнения распространилось почти до реки Сиватки (город Чайковский). Речная чашечка с нормальным недоразвитой раковинной была обнаружена только у села Галева (285 км от КЦБК). В то же время количество некоторых реофильных хирономид по мере уменьшения загрязнения снижается, они реже встречаются. Например, в 1952 году количество *Orthocladinae* gen? var. *Tshernovskiiella* с 1960 экз/м² у Оханска (85 км от КЦБК) уменьшилось до 15 экз/м² (200 км от КЦБК). Ниже эта личинка вообще не встречалась. В 1962 году максимум обилия этих личинок (2935 экз/м²) был у села Таборы, в 65 км от Краснокамска.

Общая биомасса бентоса (без *Unio*) в 1952 году на 9 створах от Оханска до ниже города Чайковского колебалась от 2,7 до 260,3 г/м² в зависимости от наличия на отдельных участках шаровок и речной живородки. Биомасса без моллюсков возрастала с 2,4 г/м² у Оханска до 8,8 г/м² у села Галева за счет увеличения количества личинок насекомых.

При частичном наводнении в 1962 году Воткинского водохранилища на участках с речным режимом от плотины Камской ГЭС до города Осы (210 км) из фауны выпали только некоторые потамифилы, например, клоп *Arhelochirus*. Интересно, что в верховьях, от плотины Камской ГЭС до Краснокамска, где в основном загрязнено левобережье, потамобионтов, например, *P. sagsi* и *H. ornata* было намного больше, чем у города Оханска и ниже. В следующем, 1963 году количество их здесь уменьшилось. С 1964 года нарушенный речной режим (зона выклинивания) сохранялся только на участке от плотины Камской ГЭС до города Краснокамска (60 км). На этом участке все потамобионты через два года полностью исчезли.

В самом Воткинском водохранилище, по наблюдениям автора и Н. М. Попомаревой, потамифилы год от года обнаруживаются все реже. В 1966 году некоторые виды, например *Pisidium supinum*, еще встречались в нижнем поясе водохранилища. Из ручейников в водохранилище в 1963 году появился *Neureclipsis bimaculata* и встречался в пробах до 1966 года — последнего года наших наблюдений.

За последние годы в чистом Сыдовском заливе Камского водохранилища появились *S. curvispinum* и *Dreissena polymorpha*. Последней очень много во всем заливе. Встречается она и на защитных решетках Камской ГЭС (Громов, 1965а, 1965б). Из залива водитеры дрейссены и рачки выносятся течением в нижний бьеф. В Воткинском водохранилище и в зоне выклинивания до 1967 года водитеры не приживались, встречались они только в течение одного сезона (табл. 1). Летом 1968 года немного взрослых дрейссен обнаружено на древесине ниже города Оханска у села Осы.

Район Камы от устья реки Витеры до города Перми (свыше 250 км) загрязняется сточными водами промышленных предприятий городов Соликамска и Березняков. До 1950 года их отрицательное влияние в сезоны открытой воды было заметно лишь на протяжении нескольких километров ниже коллекторов (Фридман, 1939; Таусон, 1951, 1955). После постройки Камской ГЭС в 1954 году загрязнение постоянно нарастает (Печеркин и др., 1967). Влияние всех сточных вод усиливается тем, что из-за подпора летом и осенью они скапливаются на ограниченной территории: примерно город Соликамск — поселок Орел (40 км). Зимой при сработке воды до 8 м, разбавленные сточные воды транспортируются вниз по течению и загрязненным оказывается уже все водохранилище. Большой кислородный дефицит наблюдался не только в первые, но и во все последующие годы его существования (Балабанова, 1961). По данным И. Ф. Губановой, в марте 1965—1967 годов в былом русле Камы у города Чермоза и в придошлой струе притокающего участка кислорода было очень мало — 6,0% нормального насыщения. Следовательно, в районе Витера—Пермь после 1954 года увеличилось отрицательное влияние загрязнения и нарушился нормальный для реки гидрологический режим: летом течения нет или оно очень слабое, особенно от поселка Орел до плотины. Однако выше города Соликамска до поселка Орел, то есть в зоне выклинивания, наблюдаются почти речные условия. Годовые изменения фауны потамобионтов этого района приводятся в табл. 1 и 2, составленной на основании наших наблюдений и опубликованных работ (Бенинг, 1929; Граевский и Погаккин, 1937; Фридман, 1939; Таусон, 1951, 1955; Грандильевская-Дексбах, 1961). Большинство массовых и характерных видов потамобионтов в этом районе такое же, как и во всей Средней Каме, но *D. haemobarphes* был замечен только в нижнем участке, а *S. curvispinum* выше устья реки Яйвы не было (Громов, 1956). После маловодных лет с большим зимним дефицитом кислорода (в начале 40-х годов) *S. curvispinum* исчез в русле всей Средней Камы (Громов, 1958) и сохранился только в притоке Чусовой — реке Сылве (Громов, 1959). Из трех рассматриваемых видов амфинод первым выпад *S. curvispinum*, затем в 1947 году — *D. haemobarphes*. После постройки Камской ГЭС в верхних водохранилищах встречались только *P. sagrei* (Грандильевская-Дексбах, 1961), но и он после 1958 года в пробах не был обнаружен. Все другие потамобионты до образования водохранилища, видимо, были в этом районе обычны, хотя встречались более редко и в меньшем количестве. В водохранилище от плотины ГЭС до города Соликамска при заилении грунтов и возрастающем загрязнении все потамобионты исчезли. Выше города Соликамска они встречаются реже и в меньшем количестве: в 1965—1966 годах отдельные экземпляры *H. ornata* и некоторых других потамобионтов обнаружены только весной, но и в это время чистый песок на течении почти близка не.

На Средней Каме, от реки Витеры до города Перми, с 1925 года до начала 40-х годов видовой состав потамобионтов не изменился. В дальнейшем, постепенно, до 1954 года все реже встречались большинство потамобионтов. После образования Камского водохранилища потамобионты к 1965—1966 годам почти полностью исчезли не только в нем самом, но и в верхних у города Соликамска и выше, видимо, до реки Витеры, где сохраняются речные условия. В Витере и ее притоках в 1963 и 1966 годах в небольшом количестве были найдены *P. sagrei* и *D. haemobarphes* (наблюдения Шилковой Е. В.).

По нашим наблюдениям, в 1937 году в этом районе Камы наиболее богаты бентосом были каменистые группы правобережья с средней летней биомассой около 28,5 г/м². В 1947—1951 годах после гибели разнообразных

и уменьшения количества других потамобонтов средния летняя биомасса понизилась до 8,5 г/м².

Из сказанного следует, что под влиянием антропогенных факторов (постройка ГЭС, загрязнение) почти во всей Средней Каме — от реки Ишеры до города Чайковского — потамобонты бентоса из числа речкообразных, личинок насекомых и моллюсков к 1966 году практически исчезли. В связи с этим уменьшилась и кормовая база рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Беляев А. Л. 1929. Материалы по гидрофауне реки Камы. Работы Волж. биол. ст., т. 9, № 4—5.
- Балабанова З. М. 1961. Гидрохимическая характеристика Камского водохранилища. Тр. Урал. отд. ГосНИОРХ, 5.
- Бельтюкова К. П., Лейкина Г. А. 1964. Кровососущие мошки (Diptera Simuliidae) Среднего Прикамья. Уч. зап. Перм. гос. ун-та.
- Граевский З. И., Поганкин М. В. 1937. Материалы по гидрофауне р. Камы и ее поймы в районе г. Соликамска — р. Чуовой. Изв. Биол. науч. инст. Перм. гос. ун-та, II, в. 3—4.
- Градиловская-Доксбах М. Л. 1961. Основные черты донной фауны и питание рыб Камского водохранилища (1955—1959). Тр. Урал. отд. ГосНИОРХ, т. 5.
- Громов В. В. 1941. Влияние отходов бумажного комбината на донную фауну р. Камы. Изв. Биол. науч. инст. Перм. гос. ун-та, т. 12, в. 1.
- Громов В. В. 1949. Сезонные и годовые изменения биоценозов р. Камы у г. Оханска. Уч. зап. Молотов. гос. ун-та, № 5, в. 1.
- Громов В. В. 1951. Изменение донной фауны Камы под влиянием сточных вод промышленных предприятий. Изв. Ест. науч. инст. Молотов. гос. ун-та, т. 13, в. 2—3.
- Громов В. В. 1956. Современные изменения в распространении каспийских форм в р. Каме. Зоол. ж., т. 35, № 5.
- Громов В. В. 1958. Влияние сточных вод промышленных предприятий на гидрофауну и уловы рыб в Средней Каме. Вопр. ихт., в. 10.
- Громов В. В. 1959. Донная фауна нижнего течения р. Сылвы. Изв. Ест. науч. инст. Перм. гос. ун-та, т. 14, в. 3.
- Громов В. В., Полимарова Н. М. 1965. Бентос Воткинского водохранилища на р. Каме в первые годы его существования (1962—1963). Зоол. ж., т. 45, № 6.
- Громов В. В. 1965а. Распространение *Dreissena polymorpha* Pallas в Сылвинском заливе Камского водохранилища. Зоол. ж., т. 44, № 7.
- Громов В. В. 1965б. Распространение каспийского рачка *Corophium* Сылвинском заливе Камского водохранилища. Научн. докл. высш. шк., «Биол. науки», № 4.
- Тавсон А. О. 1947. Водные ресурсы Молотовской области. Молотовгаз.
- Тавсон А. О. 1955. Влияние промышленных сточных вод и лесосплава на донную фауну рек. Уч. зап. Молотов. гос. ун-та, № 6, в. 2.
- Тавсон А. О. 1955. Влияние промышленных сточных вод и лесосплава на донную фауну р. Камы и ее притоков. Уч. зап. Молотов. гос. ун-та, № 7, в. 3.
- Фридман Г. М. 1939. Материалы по изучению влияния промышленных стоков на донную жизнь реки Камы. Тр. Биол. науч. инст. Перм. гос. ун-та, т. 8, в. 3—4.

БЕНТОС КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА ДЕСЯТЬ ЛЕТ ЕГО СУЩЕСТВОВАНИЯ (1956 — 1965)*

С. М. Лихов

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

Бентос Куйбышевского водохранилища основательно исследовался с первых лет его существования Институтом биологии внутренних вод АН СССР, а затем его Куйбышевской станцией и Татарским отделением ГосНИОРХ. В работах Ф. Д. Мордухай-Болтовского (1961) и Г. В. Аристовской (1960) подробно освещены первые этапы формирования бентоса водохранилища. Для них характерны следующие моменты: быстрый распад речных псаммо- и литореофильных биоценозов; в первое лето — массовое распространение по всей акватории мотыля *Chironomus*, личинкам которого являлась затопленная наземная растительность; массовое размножение рачка *Asellus*; выход на поверхность грунта почвенных олигохет. С разложением и потреблением наземной растительности численность мотыля сократилась, *Asellus* и олигохеты исчезли, и бентос водохранилища вступил в следующий длительный период своего формирования.

Куйбышевская станция, начиная с 1957 года и по настоящее время, проводит на водохранилище в период навигации регулярные ежемесячные комплексные рейсы, во время которых на стандартных станциях проводятся сборы количественных проб бентоса. В 1957—1959 годах, в период интенсивного формирования гидробиологического режима водохранилища, бентос собирался на десяти разрезах, в общей сложности примерно на 50 станциях. С 1960 года, с введением так называемой «службы многолетних наблюдений», количество стандартных станций было сокращено до 20—25. В июне 1963 года была проведена бентосемка водохранилища, когда за короткий период (7—8 дней) на двух экспедиционных судах было сделано 360 станций. В общей сложности для суждения о бентосе водохранилища мы располагаем более чем 2000 проб.

При взятии проб обычно применялся утяжеленный дночерпатель Петерсена с площадью захвата $1/10$ м². В стандартных рейсах, как правило, брались по две пробы на каждой станции, при проведении бентосемки — по одной. Грунт отжимался и промывался через шелковый газ № 15, обеспечивающий сохранность молоди бентических организмов. При подсчете средних величин количества и биомассы организмов применяются вариационно-статистические методы с подсчетом средней ошибки.

Ниже мы оперируем следующими понятиями: встречаемость, то есть процент проб, в которых встречена данная форма; среднее обилие, то есть средняя численность особей вида в тех пробах, где он встречен, средний остаточная биомасса вида для всех проб данного года или биотона.

* В докладе использованы количественные материалы по бентосу водохранилища, принадлежащие М. Я. Карпиченко (1957—1958 гг.) и П. Д. Бородин (1964—1965 гг.). За предоставление этих данных автор приносит им благодарность.

Остаточная биомасса представляет собой величину, результирующую многообразные и сложные процессы продукции и деструкции органического вещества в водоеме. При всей своей статичности она все же может характеризовать уровень трофичности водоема в целом, или его отдельных биотопов, или плавающие трофичности водоема во времени.

Как было показано ранее (Ляхов, 1963), в Куйбышевском водохранилище особое положение занимает Волжский плес, где происходит седиментация alloхтонной органики в течение летне-осеннего периода, когда снижаются скорости течения. Весной, во время паводка, эта органика смывается и перерабатывается в нижележащих плесах водохранилища.

В самом водохранилище заметно выделяются следующие биотопы:

1. Бывшее русло Волги, где главным образом происходит седиментация allo- и автохтонной органики. В отдельных местах эти отложения разрушаются усиливающимися в период паводка течениями.

2. Бывшие пойменные водоемы (затопы, озера, старицы) с сохраняющимися в них исходными иловыми отложениями, которые дополняются новыми.

3. Бывшая суша, на которой до последнего времени чрезвычайно слабо происходит седиментация иловых отложений. Можно предполагать, что эфемерная плактогенная органика на открытых, свободных от остатков древесной растительности пространствах залитой суши замучивается во время штормовой погоды, подхватывается затем дрейфовыми течениями и переносится в пониженных рельефа (бывшее русло, бывшие пойменные водоемы).

4. Прибрежная зона до изобаты 5—6 м ниже НПГ, осушаемая во время зимней сработки водохранилища. Здесь происходит выветривание грунта: период между его весенним обсыханием и новым залитием паводковыми водами. Немалую роль в разрушении иловых отложений прибрежной зоны играет волновой режим водохранилища. Вследствие тех же причин (выветривание и волнобой) в прибрежной зоне отсутствуют макрофиты.

Отдельные плесы водохранилища, начиная с Тетюшинского и ниже, не обнаруживают существенных отличий в характере основных биотопов, в населяющей их фауне и в статистически достоверных различиях количественного развития бентоса.

В Волжском плесе донная фауна достаточно разнообразна. Здесь довольно часты сфериды, упиониды, несколько видов пиявок. Из хироноид помимо обычных для водохранилища *Chironomus f. l. semireductus* и *Procladius* встречается ряд типичных пелореофилов (*Ch. f. l. thummi*, *Ch. f. l. reductus*, *Cryptochironomus fuscimanus* и др.). Весьма обыкновенны гаммариды *Dikerogammarus haemobaphes* и *Pontogammarus obesus*.

На всем последующем протяжении водохранилища фауна чрезвычайно монотонна. Исчезают сфериды. Гаммариды весьма редки и обнаруживаются главным образом между дружинами дрейссены. Состав хироноид резко сокращается. В основном донная фауна водохранилища состоит из тубифицид, мотыля и *Procladius*. На всем протяжении водохранилища широко распространена дрейссена.

Из тубифицид в водохранилище встречены 8 видов*. Три из них — *Limnodrilus claredeanum*, *Tubifex tubifex* и *Psammocetes barbatus* — встречаются сравнительно редко. Для пяти видов, систематически встречающихся на всему водохранилищу, на основе материалов бентосных 1963 года удалось получить статистически достоверные показатели их распространения по основным биотопам водохранилища (табл. 1). Пе-

* Принято благодарности Т. Л. Поддубной и П. Г. Ежариницкой за консультацию при определении тубифицид.

лороофильный *Isochaetides newaensis* — гигант среди других видов гребневидных филлий, часто определяющий собой биомассу бентоса водохранилища. Он обнаруживает яркую приверженность к бывшему руслу. Его количественные показатели в бывших пойменных водоемах ниже. На зимнюю смену

Таблица 1

Встречаемость (р) и среднее обилие на 1 м² (а) тубифициан на разных биотопах Куйбышевского водохранилища (%)

Биотопы	Бывшее русло			Бывшие пойменные водоемы			Заливные суши		
	р	а	ум	р	а	ра	р	а	ра
<i>Isochaetides newaensis</i>	91	145 ± 16	13195	44	126 ± 34	5544	14	32 ± 5	418
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	51	59 ± 9	3009	66	61 ± 13	4026	62	52 ± 3	3844
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	22	75 ± 19	1650	50	105 ± 22	5250	26	39 ± 5	1014
<i>Eulyodrilus moldaviensis</i>	50	70 ± 6	3500	56	34 ± 10	1904	50	39 ± 5	1950
<i>Eulyodrilus hammoniesis</i>	20	40 ± 9	800	50	36 ± 10	1800	11	23 ± 3	322

значение *I. newaensis* падает до минимума. Остальные четыре вида, являющиеся пелофилами, обнаруживают в общем сходные показатели на всех биотопах с некоторым увеличением их в бывших пойменных водоемах.

Рассмотрим многолетнюю динамику биомассы бентоса в водохранилище (табл. 2).

Таблица 2

Среднегодовая остаточная биомасса бентоса (г/м²) в Куйбышевском водохранилище за 1957—1964 годы

Годы	Волжский плес	Бывшее русло Волги	Заливные суши
1957			4,8 ± 0,6
1958	3,2 ± 0,5	3,9 ± 0,5	1,0 ± 0,1
1959	15,4 ± 3,7	11,6 ± 1,5	0,3 ± 0,1
1960	16,8 ± 3,1	10,6 ± 1,9	0,4 ± 0,1
1961	7,6 ± 1,8	5,4 ± 0,7	0,5 ± 0,1
1962	5,3 ± 0,7	4,9 ± 0,8	0,6 ± 0,1
1963	6,0 ± 0,8	4,0 ± 0,4	0,4 ± 0,1
1964	4,5 ± 0,7	4,9 ± 0,6	0,8 ± 0,1
1965	7,2 ± 0,9	6,4 ± 1,0	0,8 ± 0,2

Уровень остаточной биомассы в Волжском плесе в среднегодовых показателях был сравнительно низок в первые годы и резко возрос в 1959 и 1960 годах — до 17—18 г/м². В дальнейшем биомасса упала и начиная с 1960 года колеблется в пределах 5—10 г/м². Это понижение может быть обусловлено выеданием бентоса рыбами. Известно, что в Волжском плесе бентоядные рыбы, главным образом лещ, характеризуются высокими показателями количественного развития.

Примерно сходную картину обнаруживает динамика количественного развития бентоса на бывшем русле Волги. В 1959 и 1960 годах среднегодовая биомасса выражалась величинами порядка 10,5—11,5 г/м². С 1960 года она составляет 4,0—5,5 г/м² со статистически недостоверными отклонениями по годам. Лишь в 1965 году намечается некоторое увеличение (до 6,5 г/м²).

Для заливной суши характерны чрезвычайно низкие среднегодовые показатели биомассы бентоса, не превышающие 1 г/м². Лишь в первые годы существования водохранилища за счет массового развития мотыли средние

годовая биомасса составила около 5 г/м^2 . Так же как и на бывшем русле, в последние годы (1964—1965) намечается тенденция к увеличению биомассы и на залитой суше.

Многолетняя динамика хирономид характеризуется следующими данными (табл. 3).

Таблица 3

Встречаемость в % (а) и среднее обилие в экз/м² (р) хирономид за 1959—1963 годы

Годы	Chironomus		Procladius	
	а	р	а	р
1959	51,1	377 ± 51	68,0	167 ± 23
1960	67,2	285 ± 70	71,4	93 ± 19
1961	55,6	110 ± 15	45,1	56 ± 14
1962	63,0	140 ± 10	83,7	35 ± 6
1963	51,8	120 ± 5	31,8	23 ± 5

Встречаемость мотыля колеблется в пределах 50—70%. Одно это свидетельствует о невысоком его значении в бентосе водохранилища. Что же касается среднего обилия, то с 1959 по 1963 год оно неуклонно снижалось — с 400 до 120 экз/м². Procladius при сильно колеблющейся встречаемости так же обнаруживает резкое снижение численности.

Ранее подчеркивалось, что дрейссена является в водохранилище биотическим фактором огромного значения, причем основная ее масса располагается на затопленных древесных субстратах (Ляхов и Михеев, 1964; Ляхов, 1967). Между тем, и на грунте количество дрейссены было очень велико, и ее биомасса во много раз превышала биомассу всех прочих бентических организмов. Сравнительные статистически достоверные данные о распространении дрейссены на грунте по дночерпательным сборам получены в 1959 году во время стандартных рейсов и в 1963 году во время бентостемки (табл. 4).

Таблица 4

Дрейссена в дночерпательных сборах в 1959 и 1963 годах

Годы	Встречаемость в %	Среднее обилие (в экз/м ²)	Средняя биомасса (в г/м ²)
1959	25,9	900 ± 160	190 ± 35
1963	9,0	710 ± 150	475 ± 95

За четыре года почти в три раза уменьшилась встречаемость дрейссены вследствие разрушения мелких субстратов и изменений в грунтах водохранилища. Среднее обилие не обнаруживает статистически достоверных различий, зато средняя биомасса возросла приблизительно в 2½ раза, поскольку к этому времени популяция дрейссены стала старше на 4 года.

Приведенные данные свидетельствуют о низком уровне развития и в Куйбышевском водохранилище обычного бентоса (без дрейссены). Особо это относится к огромным пространствам залитой суши, по своей площади значительно превышающей площадь русла Волги и пойменных водоемов, где уровень биомассы в несколько раз ниже. Следует отметить, что бентос в водохранилище состоит преимущественно из олигохет. Что же касается мотыля, то численность его начиная с 1960 года последовательно снижается. Бентическая продукция в целом по водохранилищу

поддерживается на высоком уровне лишь за счет дрейссены, основная масса которой располагается не на грунте, а на остатках древесной растительности — на стволах затопленных деревьев, пнях.

В настоящее время вырисовываются общие черты биологической структуры Куйбышевского водохранилища. Для него характерна высокая трофичность пелагиали, проявляющаяся в массовом размножении синезеленых водорослей, обусловленном аккумуляцией богатых биогенами подковых вод. На затопленных древесных субстратах в огромных количествах развивается типичный потребитель сестоны — дрейссена. Однако процессы грунтообразования в водохранилище идут крайне медленно, отчего дно его бедно жизнью.

Как указывалось выше, в последнее время десятилетнего периода существования водохранилища намечается некоторое повышение уровня биомассы бентоса. Насколько оно закономерно, должны показать последующие систематические многолетние наблюдения, необходимость которых очевидна.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Г. В., 1960. Формирование бентоса Куйбышевского водохранилища в первые годы после полного заполнения водоема. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 9.
- Ляхов С. М., 1967. Бентос Горьковского, Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ. Гидробиол. ж., т. 111, № 3.
- Ляхов С. М., Михеев В. П., 1964. Распределение и количество дрейссены в Куйбышевском водохранилище на седьмом году его существования. Сб. Биология дрейссены и борьба с ней. Изд. «Наука».
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1961. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 4 (7).

ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЕНТОСА ВОДОХРАНИЛИЩ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Н. Ю. Соколова, А. А. Львова-Качанова

(Кафедра зоологии беспозвоночных МГУ)

Исследования бентоса проводились нами на четырех водохранилищах: Можайском, Рузском, Озернинском и Учинском*. Первые три расположены в верховьях реки Москвы и сходны по своему характеру. Они русловые, редуцируемые, с сильно колеблющимся уровнем (до 6 м). Площадь зеркала каждого водохранилища около 30 км², площадь водосбора в 30—40 раз больше, максимальные глубины — 21—22 м, средние — около 7. Учинское — последнее в каскаде водохранилищ нападения на Москву, отстойное. Оно озероподобное с почти постоянным уровнем летом (сработка бывает зимой на 1,5—2 м). Площадь его зеркала около 20 км², площадь водосбора равна площади водоема. Максимальная и средняя глубины сходны с глубинами других указанных водохранилищ.

Формирование бентоса в русловых водохранилищах по продольной оси происходит неодинаково. В верхнем районе в бентосе сохраняются некоторые реофильные элементы, а количество лимнофилов невелико. На участке выклинивания речного подпора в первый год существования водохранилища бентос характеризовался более ранним, сравнительно с остальной акваторией, массовым появлением личинок *Chironomus* и *Gluctotendipes* и наибольшей их продуктивностью. Заливы в долинах небольших притоков этого участка представляют собой в миниатюре как бы речные верховья основной ветви водохранилища. Закономерности формирования бентоса в среднем и нижнем районах, занимающих большую часть площади водоема, в общем, аналогичны таковым в лопадном типе водохранилищ, где верхний проточный район отсутствует.

Процессы формирования бентоса в бывшем русле, в бывших пойменных водоемах и на затопленной суше принципиально различны.

В бывшем русле после зарегулирования стока реки происходит разрушение речных биоценозов, гибель реофилов, местами сохраняется лишь небольшое количество видов олигохет и моллюсков, наиболее выносливых к дефициту кислорода. Средняя биомасса бентоса низкая. Массовое появление личинок *Chironomus* рিশозия старшего возраста наблюдается к осени первого года, за счет чего биомасса бентоса резко возрастает.

В бывших пойменных водоемах (прудах, озерах) условия обитания гидробионтов не сильно отличаются от тех, что были до затопления, поэтому состав и число донных животных в этих местах водохранилищ вначале мало меняется. Только в последующие годы здесь происходит уменьшение численности. Значение пойменных водоемов особенно велико в начальном этапе формирования бентоса водохранилищ, так как они являются поставщиками лимнофильной фауны. Чем больше в районе за

* Подробные сведения о бентосе этих водохранилищ имеются в статьях Н. Ю. Соколовой, 1947, 1979 а и б, 1981, 1983, 1984.

топления пойменных водоемов, тем быстрее и интенсивнее заселяются гидробионтами водохранилища.

На затопленной суше сначала появляются пойменные животные, которые постепенно исчезают, а вскоре эти места заселяются хирономидами. Среди последних доминирует *Ch. plumosus* или, если площадь мелководий (в особенности затопленных лесов) значительна, *Glyptotendipes*. Заселение дна водохранилища хирономидами происходит от берега. Чем дальше от него и глубже, тем менее разнообразным становится состав хирономид. На глубинах свыше 6 м из-за дефицита кислорода могут появляться лишь личинки *Ch. plumosus*. К середине лета в первом году затопления поймы не только численность, но и биомасса хирономид на мелководье выше сравнительно с глубинными участками. К этому сроку реофильная фауна в бывшем русле реки полностью еще не вымирает, вследствие чего в данном биотопе также наблюдается высокая численность и биомасса бентоса (рис. 1). Если в первый год уровень воды не достиг проектной отметки, то при затоплении новых площадей поймы на следующий год исчезновение пойменной фауны на затопленной суше совершается значительно быстрее. Это результат интенсивного выедания дождевых червей многочисленным стадом рыб урожайного поколения предыдущего года. Заселение на второй год этих площадей хирономидами происходит намного раньше и обильнее, чем в первый, вследствие большей численности исходной популяции. Благодаря этому средняя величина биомассы бентоса на пойме, затопленной на второй год существования водохранилища, в несколько раз больше, чем на участках поймы, затопленных в первый год, за те же сроки летнего сезона. Так, например, в Можайском водохранилище на пойме, залитой в год зарегулирования, биомасса составила 1,87 г/м², а на впервые залитой пойме на второй год (в те же сроки) — 17,14 г/м².

Средняя биомасса бентоса в исследованных водохранилищах достигала 9—15 г/м², а максимальная — 60—135 г/м². Столь большие величины обусловлены массовым развитием личинок *Ch. plumosus*, находящих в первые годы существования водохранилищ хорошую кормовую базу в виде детрита, который образуется при разложении затопленной наземной растительности и бактерий. Дефицит кислорода не только не препятствует (Константинов, 1968), но по мнению некоторых исследователей (Винберг, 1930, 1948; Слесзуга, 1962) даже является благоприятным фактором для развития личинок этого вида. Имеется в виду, конечно, не полное отсутствие кислорода, а низкая его концентрация.

В большинстве исследованных нами водохранилищ в первый год после зарегулирования уровень воды не достигал НПГ, окончательно они заводились весной следующего года. Затопление новых площадей суши летом второго года существования водоемов давало новую волну численности хирономид. Однако, несмотря на интенсивное заселение этих новых площадей, среднесезонная биомасса бентоса водохранилища на второй год, в зависимости от размеров залитой площади, была или меньше, или лишь немного больше, чем в первый год. Это объясняется тем, что начинала проявляться тенденция снижения численности и биомассы преобладающего вида (мотыля), все более прогрессирующая в последующие годы (рис. 2). Тем не менее этот вид продолжает доминировать и в дальнейшем. Другие виды рода *Chironomus* распределяются по разным биотопам, уступая ему по биомассе. В случае появления в водохранилище дрейссены последняя становится доминирующей.

Развитие *Ch. plumosus* и дрейссены в новых водохранилищах происходит, как и у акклиматизируемых видов (Зепкевич, 1951). Они запы-

* Исключение составляет Русское водохранилище, биомасса бентоса в котором в первый год была около 5 г/м².

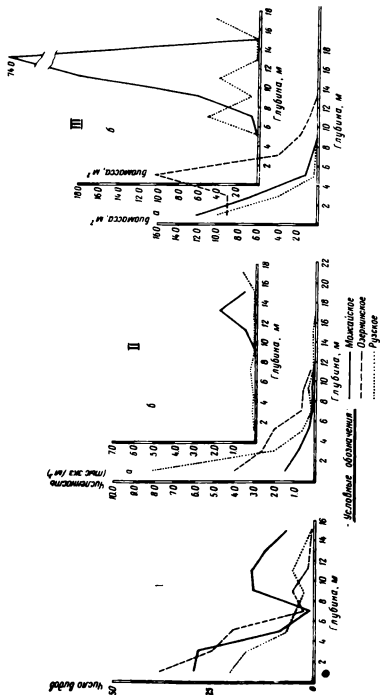


Рис. 1. Распределение по глубинам числа водорослей (I), численности (II) и биомассы (III) бентоса и водоразличных Москвитинского бассейна в первый год после зарегулирования стока по данным донорных станций (в Мозейском и Руцком водохранилищах и конце июня — начале июля — в Озеринском) — в середине августа.

100 экз./м³, 100 экз./м³, 100 экз./м³ — количество водорослей в 1 м³ воды.

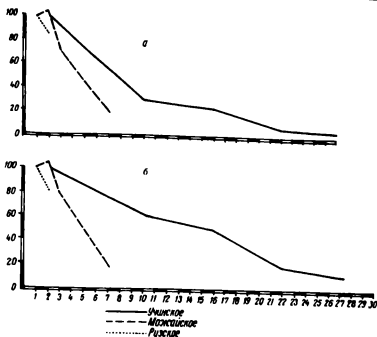


Рис. 2. Темп снижения биомассы бентоса личинок *Chironomus* (а) и общей биомассы бентоса без дрейссены (б) с изменением возраста водохранилищ водоснабжения (в % от исходной биомассы первого года)

ют либо свободные экологические ниши (*Ch. plumosus*), либо вытесняют менее стойкие виды. В Учлиском водохранилище, например, *Dreissena polythorpha* заполнила нишу, занятую ранее личинками *Glyptotendipes paripes*, и, будучи более активным фильтратором, вытеснила этот вид из водоема. Развитие дрейссены в Учлиском водохранилище типично для вселенца и тем, что после первой фазы мало заметного развития наблюдалось массовое размножение моллюска. После насыщения биотопа темп развития замедлился, а позже произошло снижение численности популяции до более или менее стабильного уровня. Дрейссена, проникнув в водохранилище в 1945 году (Фейгина, 1950; Соколова, 1963), расселилась по всему водоему и в 1951 году стала основным (по биомассе) компонентом донной фауны. В 1957 году была отмечена наибольшая величина ее биомассы — 544 г/м², а в последующие годы произошло ее снижение. Судя по данным двучерпательных съемок 1965—1967 годов, уровень ее развития относительно стабилизировался. В настоящее время поселения этого моллюска занимают обширные площади, начиная с глубин от 1,5 до 7 м (около 37% площади дна). По наблюдениям аквалангистов, почти сплошной пояс дрейссен тянется вдоль всего берега водохранилища. Среднегодовая биомасса моллюсков в зоне их основных поселений в среднем весе превышает 2000 тонн, а для всего водохранилища в целом составляет 3500 тонн.

Поселения дрейссены — мощный барьер биофильтраторов, осаждающий значительную часть детрита, бактерий, фитопланктона. Количество взвеси, осаждаемое моллюсками, колеблется в зависимости от содержания

ею в воде. Агглютинированная взвесь оседает на дно и сносится на большие глубины. Таким образом, дрейссена представляет собой важный регулятор аккумуляции и перераспределения органического вещества в водоеме.

Темп снижения среднегодовой биомассы бентоса (помимо дрейссены) и расселения первичноводных организмов по дну водохранилища различен в разных водоемах и зависит в основном от интенсивности седиментации и особенностей распределения отложений. В Можайском водохранилище к седьмому году существования водоема биомасса бентоса уменьшилась в два с половиной раза, а в Учинском водохранилище, где темп седиментации низкий, этот показатель за 27 лет снизился в три раза. В Учинском водохранилище малая величина биомассы мезобентоса (не считая дрейссены) компенсируется обилием микробентоса, среднегодовая биомасса которого, по данным М. И. Сахаровой, составляет 6—7 г/м².

По мере снижения численности нехищных хищников увеличивается количество личинок *Procladius* и возрастает их относительное и абсолютное значение в бентосе (см. таблицу). В Можайском водохранилище

Соотношение биомассы личинок *Chironomus* (числитель) и личинок *Procladius* (знаменатель) в % от общей биомассы хищников в разные годы существования водохранилища

Годы существования с начала заполнения	1	2	3	7	10	16	22	27
Рузское	81,6 1,0	54,4 8,3						
Можайское	83,0 1,0	81,5 1,0	24,0	57,2 24,3				
Учинское					70,8 3,0	55,0 3,9	32,5 16,7	47,3 28,0

биомасса *Procladius* на 7-й год после зарегулирования стока Москвы-реки составляла четвертую часть среднелетней биомассы хищников, а в Учинском водохранилище на 27-й год после начала заполнения водоема — треть биомассы. Численность личинок *Procladius* часто превышает таковую нехищных личинок хищников. Анализ питания личинок *Procladius* в природе (Коренева, 1957; Извекова, 1967) и опыты по выращиванию их на разных кормах в лаборатории заставили нас пересмотреть распространяемые взгляды на их «подрынную» роль в кормовой базе рыб. Пищевой спектр их очень широк — от крупных диатомовых водорослей до организмов микробентоса и личинок хищников. Следует принять во внимание и специфику питания отдельных видов, входящих в сборную группу, определяемую по таблицам А. А. Черновского (1949) как *Procladius* Skuze. Так, например, по наблюдениям Э. И. Извековой, личинки *Pelotanyrus imicola* в лабораторных условиях живут только на водорослевом корме и даже погибают, воспитываясь на животной пище. Основным кормом видов *Procladius* (*P. ferrugineus* и *P. choreus*) в естественных условиях Учинского водохранилища являются организмы микробентоса, преимущественно корненожки и рачки. Видимо, поисковые способности личинок *Procladius* находятся в зависимости от обилия доступной им пищи. При малой численности «мирных» личинок хищников они переключаются на другой вид подвижной пищи, находящейся в большом количестве. Поскольку личинки *Procladius* составляют значительную часть рациона бентосоядных рыб, они являются промежуточным пищевым звеном между рыбами и микробентосом, так как последний им мало доступен.

В первые годы после заполнения водохранилищ роль в бентосе первичноводных организмов (в частности, олигохет) невелика. Олигохеты и уцелевшие от замора сфинксы сосредоточены в бывшем русле и в бывших пойменных водоемах. По мере заиливания водохранилищ и нивелировки затопленных угодий первичноводные организмы выходят из русла на затопленную пойму. Вначале они встречаются лишь близ бывшего русла и прежних водоемов, а в дальнейшем расселяются по всей площади дна водохранилищ. В Можайском водохранилище, например, на 7-й год биомасса их (в основном, олигохет) составила уже около трети биомассы всего макробентоса. В Учинском водохранилище олигохеты имеют меньшее значение, составляя около 9—10% биомассы бентоса без дрейссены.

В Учинском водохранилище мы подсчитали продукцию хирономид и дрейссены. В основу определения продукции хирономид была положена методика Е. В. Борудского (1939) с некоторыми модификациями (Соколова, 1968). Годовая продукция хирономид в открытой части Учинского водохранилища оказалась очень низкой — около 20 кг/га в сухом весе (примерно около 100 кг/га в сыром весе) хирономид, принадлежащих ко второму трофическому уровню, и 3,7—4,5 кг/га хирономид третьего трофического уровня. Продукция *Chironomus* и *Procladius* составила около $\frac{3}{4}$ валовой продукции. Нами были вычислены P/B-коэффициенты (отношение продукции к среднегодовой биомассе) различных видов хирономид. Они низкие (2,9—6,0) у видов с длительным жизненным циклом (одна генерация в год), несколько выше у видов, имеющих одну полную и одну неполную генерацию в год (6,8—10,0), и еще более высокие (10,6—24,0) у литоральных видов с коротким жизненным циклом. У сборных групп видов *Procladius* и *Tanytarsini* P/B-коэффициенты оказались самыми высокими. Характерно, что отношение годовой продукции к максимальной биомассе (по терминологии некоторых авторов, остаточной) у всех исследованных видов было в пределах 1,3—5,1, а если отбросить крайние значения, от 2,3—3,0, что близко к величинам P/B, полученным Е. В. Борудским (1939) и Е. А. Яблонской (1947, 1968) для *Chironomus plumosus* из некоторых озер Подмосквы. Таким образом, отношение годовой продукции к остаточной или максимальной биомассе у хирономид, независимо от вида и характера водоема, оказалось величиной довольно постоянной. В целом отношение годовой продукции хирономид 2-го трофического уровня к среднегодовой биомассе их в Учинском водохранилище составило 6—8, а отношение к среднегодовой биомассе — 11.

В основу расчета продукции дрейссены, как и для хирономид, была положена формула Бойсен-Йенсена (Boysen-Jensen, 1919). Материалом для расчетов послужили данные съемки бентоса всего водохранилища, проведенной в августе 1967 года (среднелетняя биомасса), а также сборы дрейссены на четырех постоянных станциях в начале (май) и в конце сезона роста дрейссены (ноябрь), а также весной следующего года. Весной и осенью параллельно с диочерпательными сборами был проведен количественный учет дрейссены аквалагистами. В пробах учитывались моллюски длиной более 1,5 мм. Промерялась длина всех моллюсков и расчеты велось процентное соотношение размерных групп в средней пробе. Продукция моллюсков старших возрастов и сеголеток высчитывалась раздельно. Все расчеты проводились для зоны максимальной плотности дрейссены (глубины от 2 до 3,5 м). Данные по темпу роста моллюсков были получены в результате сравнения приростов их в эксперименте и в естественных условиях (ежемесячный учет размерных групп в пробах с глубины 2—3,5 м). В опытах дрейссены однородной группы (40—80 экз.) помещалась в садки из перфорированного полистирола и опускались в водохранилище. Примененный для изготовления садков материал не препятствовал нормальному водообмену и питанию.

По промерам в период осеннего прекращения роста установлено, что размеры сеголеток дрейссены колеблются от 1 до 17 мм, двухлеток — от 12 до 28 мм, трехлеток — от 15 до 36 мм. Продолжительность роста дрейссены составляет 3—4 года (сезон). На основании экспериментальных данных с учетом темпа роста особей в естественной популяции дрейссены в Учинском водохранилище были определены величины средних линейных приростов за 1967 год для дрейссены старших возрастов (длиной от 1 до 30 мм). Величина же прироста сеголеток зависит от времени оседания личинки и колеблется от 1 до 17 мм.

С целью установления связи между линейными и весовыми приростами были определены средние веса моллюсков. Перед взвешиванием изме-

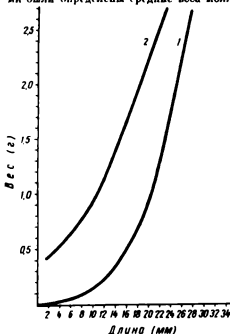


Рис. 3. Зависимость между сырым весом тела моллюска и длиной раковины (1); кривая 2 — среднегодовой прирост тела моллюска Δw .

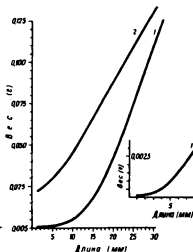


Рис. 4. Зависимость между сухим весом тела моллюска и длиной раковины (1); кривая 2 — среднегодовой прирост сухого веса тела моллюска Δw .

ряли длину, ширину и высоту моллюска (для дрейссены до 6 мм только длину) и отрезали биссус. После определения сырого веса дрейссен высушивали до постоянного сухого веса при температуре 105° . Вначале взвешивали вместе с раковинной, затем удаляли тело и взвешивали раковину, а по разности весов определяли вес тела. Взвешивание производили на дециферных весах с точностью до четвертого знака. Моллюски длиной до 6 мм взвешивались по 10—20 экземпляров, у более крупных особей определяли индивидуальный вес. Для расчета среднего веса дрейссены длиной до 6 мм было взвешено не менее 100 экземпляров каждой размерной группы, для расчета средних весов крупных, редко встречающихся особей, ограничили 30—40 экземплярами. В результате были получены кривые зависимости сырого веса (рис. 3) и сухого веса тела моллюска (рис. 4) от длины раковины. Были рассчитаны и величины среднегодового прироста — Δw (кривая 2 на рис. 3, 4).

Расчет продукции проводили по формуле:

$$P = B_e + B_2 - B_1,$$

где P — продукция, B_1 — биомасса популяции в начале сезона роста, в мае, B_2 — биомасса популяции в конце этого сезона роста, в октябре, B_e — элиминация, биомасса убыли популяции.

При расчете продукции дрейссей старших возрастных групп за начальную численность N_1 принимали численность дрейссей в начале сезона роста (май), за N_2 — численность в конце этого сезона (ноябрь). Расчет величины элиминации B_e проводили отдельно для моллюсков длиной до 15 мм и для более крупных особей. При расчете убыли мелких дрейссей, которые в Учинском водохранилище составляют значительную часть рациона плотвы, за величину B_e принимали $\frac{1}{2} (B_0 - B_2)$, где B_0 — потенциальная, а B_2 — осенняя биомасса. $B_0 = N_1 \cdot \Delta \bar{w}$. Крупными же дрейссейными плотва, как правило, не питается, и убыль их происходит за счет естественной смертности. Отмирают моллюски обычно осенью после окончания размножения (реже весной). Поэтому для крупных моллюсков при расчете убыли мы принимали $B_e = B_0 - B_2$.

При расчете продукции сеголеток за их начальную численность принималось количество осевших на пластины и завершивших метаморфоз (дефинитивная стадия по М. Я. Кириниченко, 1963).

Для определения выедания сеголеток рыбами брали пробы бентоса на участке дна, изолированном от рыб. Для этого на глубине 3 м участок дна (2×2 м²) накрыли садком, затянутым крупнопористой металлической сеткой. Крышка садка прикреплялась подвижно, что позволяло аквариалисту брать пробы внутри садка. Убыль сеголеток, рассчитанная на основании сравнения численности дрейссей в садке и вне его, оказалась близкой к 80% от числа завершивших метаморфоз личинок.

Продукция дрейссены за вегетационный период (май — октябрь) для зоны распространения моллюска составила 1660 г/м² (здесь и далее величины биомассы и продукция приведены в сыром весе). P/B_{max} -коэффициент (отношение продукции к осенней биомассе) оказался равным 1,3. P/B_{min} -коэффициент (отношение продукции к весенней биомассе) — равным 2. Годовая продукция дрейссей (от весны до весны следующего года), рассчитанная для той же зоны, составила 2150 г/м², а P/B -коэффициенты оказались соответственно равными 1,7 и 2,5. Полученные нами величины P/B -коэффициента, в 5 раз превышают P/B -коэффициенты рассчитанные З. Каяком для дрейссены одного из Мазурских озер — озера Толтовяско (Kajak, 1967).

ЛИТЕРАТУРА

- Борудний Е. В., 1939. Динамика биомассы *Chironomus plumosus* профундали Болого озера. Тр. Лимнол. ст. в Косиге, в. 22.
- Винберг Г. Г., 1930. Физиологические и экологические особенности представителей донной фауны. Сообщение I. Зоол. ж., т. 17, в. 5.
- Жадин В. И., 1938. Формирование биологического режима водохранилищ. Усп. современ. биол., т. IX.
- Жадин В. И., 1947. Закономерности массового развития жизни в водохранилищах. Зоол. ж., т. XXVI, в. 5.
- Жадин В. И., Давыльченко П. Г., 1941. Донная фауна в рыбы Учинского водохранилища. Тр. Зоол. инст. АН СССР, т. VII, в. 1.
- Зешкевич Л. А., 1951. Фауна и биологическая продуктивность моря. Изд. «Советская наука».

* В тезисах докладов I-й конференции по научению водоемов бассейна Волги ошибочно напечатано «к весенней» (стр. 154).

- Извскова Э. И., 1967. Питание личинок некоторых хирономид Учинского водохранилища. Информ. бюл. Инст. биол. внутр. вод АН СССР, № 1. Изд. «Наука».
- Киришченко М. Я., 1963. Изучение моллюска *Dreissena polymorpha pallasi* в Куйбышевском водохранилище. Тр. Зоол. совещ. по типол. и биол. обособ. рыбхоз. исполз. внутр. вод южн. зоны СССР. Кн. 11-12.
- Коренева Т. А., 1957. Систематика и биология *Pelotipinae* (Diptera) Учинского водохранилища. Канд. диссерт. М.
- Константинов А. С., 1969. Экологические факторы, влияющие на дыхание хирономид. Тез. докл. на XIII Межд. энт. конгр. М.
- Ласточкин Д. А., 1949. Динамика донного населения равнинных водохранилищ. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., т. 1.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1961. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 4 (7).
- Соколова Н. Ю., 1947. Бентос Учинского водохранилища по исследованиям 1944—1945 гг. Зоол. ж., т. XXVI, в. 1.
- Соколова Н. Ю., 1959а. Новые материалы по бентосу Учинского водохранилища (по исследованиям 1950—1951 гг.). Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., т. IX.
- Соколова Н. Ю., 1968. Продукция хирономид Учинского водохранилища, в ее сезонной динамике. Тр. VI совещ. по пробл. внутр. вод. М.—Л.
- Соколова Н. Ю., 1963. Донная фауна Можайского водохранилища в первый год его существования. Сб. Учинское и Можайское водохранилища. Изд. МГУ.
- Соколова Н. Ю., 1968. Продукция хирономид Учинского водохранилища. Сб.: Методы определения продукции водных животных, ред. Г. Г. Винберг. Изд. «Высшая школа». Минск.
- Соколова Н. Ю., Львова-Качанова А. А., 1968. Продуктивность бентоса водохранилищ водоснабжения бассейна Верхней Волги. 1-я конф. по внутр. водос. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Фейгина З. С., 1950. Пропилювание дрейссены в водную систему канала им. Москвы и способы борьбы с ней. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., т. II.
- Яблонская Е. А., 1947. Определение продукции *Chironomus plumosus* Медвежьих озер. Канд. диссерт. М.
- Яблонская Е. А., 1968. Опыт применения метода Е. В. Ворудского для определения продукции хирономид. Сб.: Методы определения продукции водных животных. Изд. «Высшая школа». Минск.
- Boysen-Jensen P., 1919. Valuation of the Limfjord. Studies on the Fish—Food in the Limfjord 1909—1917. Rep. Danish. Biol. St., XXVI.
- Czeczuga B., 1962. Ekologiczno-fizjologiczne aspekty zaszczepienia larw niektórych gatunków Tendipedidae (Diptera) w zbiorniku wodnym. Roczn. Ak. Medycznej w Białymoku, s. 8. Warszawa.
- Kajak Z., 1967. Uwagi w sprawie metod badania produkcji bentosu. Ekologia Polska, seria B. XIII.
- Sokolowa N. J., 1961. Die Entwicklung der Bodensauna des Utscha—Wasserbeckens. Verh. Int. Verein. theor. u. angew. Limnol., XIV.
- Sokolowa N. J., 1966. Biologie der Massenarten und Produktivität der Chironomiden im Utscha—Stausee. Verh. Int. Verein. theor. u. angew. Limnol., XVI.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ *PARAMYSIS INTERMEDIA* CZERN В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ И НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ЕЕ БИОЛОГИИ

Н. Д. Бородин, Ф. К. Гавлена

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

Для повышения кормовой базы рыб в различные участки Куйбышевского водохранилища в 1957—1966 годах было выпущено свыше 22 млн. мизид четырех видов. Из них широко распространилась по водоему лишь *P. intermedia*. Два вида — *P. kowalevskyi* и *P. baeri*, видимо, не прижились, так как до сих пор не обнаружены; *P. ullskyi* считать акклиматизированной нельзя, поскольку она встречалась в Волге и ее притоках до образования каскада водохранилищ (Беншиг, 1924; Мордухай-Болтовской, 1957).

К 1967 году *P. intermedia* заняла в водохранилище все подходящие для нее биотопы (рис. 1). Особенно богато ею заселены песчаные отмели левого берега нижних плесов водохранилища: Ульяновского, Новодевичьенского и Приплотинного. Осенью 1968 года на отдельных участках Приплотинного плеса численность мизид достигла 524 экз/м², биомасса — 1650 мг/м². Мизиды начали входить в пищевой рацион некоторых массовых рыб.

Поскольку сведения по биологии этого вида очень разрознены, одновременно с изучением распространения по водохранилищу были проведены наблюдения для выяснения отдельных сторон биологии *P. intermedia* и ее отношения к внешним факторам среды в новых условиях существования.

Регулярные наблюдения за популяцией *P. intermedia* в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища были начаты весной 1966 года. Для лова мизид применялся скребок-ловушка с площадью входного отверстия 75×15 см, которым облавливались участки протяженностью 50 м. Мизиды отлавливались два раза в месяц с глубины 20 см, 50 см, 1,0 и 1,5 м. Глубже дно до 3 м имело большой уклон, и это не позволяло брать пробы, выдерживая определенный горизонт. На глубине 3 и более метров рельеф дна позволял применять легкий салязочный трал такого же размера, как скребок-ловушка. Трал приносил заглывший песок, сильно загрязненный древесными отходами лесопилы. На этих глубинах мизиды, как правило, отсутствовали или встречались в пробах единичными экземплярами. Поэтому большая часть собранного нами материала относится к горизонтам 0,2—1,5 м. Мизиды фиксировались 4% формалином. Обработка собранного материала сводилась к следующему: популяция мизид разделялась на самцов, самок и ювенильные особи, измерялась длина каждой особи от конца антеннальных чешуек до конца тельсона, особи распределялись по размерным группам с интервалами в 1 мм и определялись вес органоэпизмов каждой группы. Взвешивание производилось на торсионных весах с точностью до 0,5 мг. У личиночных самок считали количество зародышей в маргариновых сумках, определяли стадию их развития и размер.

В прибрежной зоне песчаного мелководья мизиды появляются вскоре после освобождения водоема ото льда при температуре воды около 3°.

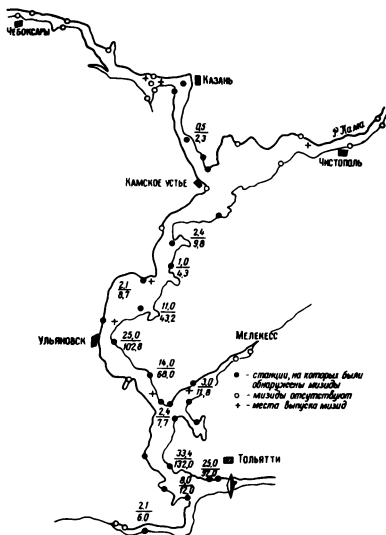


Рис. 1. Распространение *Paramysis intermedia* Czern. в Куйбышевском водохранилище (по материалам 1967 года):
 * числитель — средняя численность (экз./м³), а знаменатель — средняя биомасса (мг/м³)

Популяция в это время представлена крупными особями размером от 6,1 до 14,0 мм, причем 78% составляют экземпляры размером 9—12 мм.

Поскольку характер кривых размерного состава популяции *P. intermedia* в исследуемые годы был очень близким, а численность мизид в 1968 году была значительно выше, мы приводим данные лишь за названный год. Из данных 1967 года рассмотрим только кривую размерного состава популяций в ноябре и декабре (рис. 2).

В ноябре 1967 года при температуре воды 5—7° средний размер осо-

би в популяции был 8,9 мм, в декабре — 9,3 мм, основная масса мизид имела размеры 8—11 мм. 13 декабря, когда отбиралась последняя проба, шел снег, температура воды была 0,1°, мизид в прибрежной зоне почти не осталось.

14 мая 1968 года при температуре воды около 7° средний размер особи в популяции составил 10,1 мм. Кривая размерного состава, по сравнению с кривой в декабре, переместилась вправо на одну размерную группу. Видимо, в зимние месяцы рост мизид или совсем прекращается и возобновляется ранней весной, или очень замедлен.

Весной, несмотря на довольно низкую температуру воды (среднесуточная за вторую декаду мая составляла 7,4°, а за третью декаду — 11,7°), развитие мизид протекало довольно быстро. Так, 14 мая яйценосные самки составляли 19,5% общего количества самок, а 28 уже 79,5% самок имели в маршупальных сумках зародышей, большая часть которых находилась в III стадии развития.

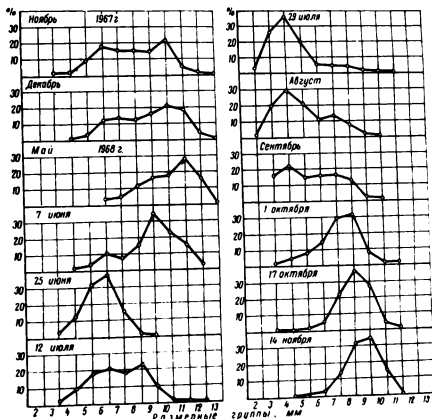


Рис. 2. Размерный состав популяции *Paramysis intermedia* в Припильтовом плесе (1967—1968 годы)

В начале июля происходило отрождение молоди и гибель крупных самок генерации предыдущего года. В конце июля вся популяция была представлена молодыми особями новой генерации; 15% имело размеры

7,1—8,0 мм, то есть были половозрелыми, но яйценосных самок в популяции еще не было. Яйценосные самки появились только в июле. В середине июля большинство особей первой генерации достигло половой зрелости и приступило к размножению. В конце июля в популяции преобладали особи второй генерации размером 4,1—5,0 мм, наряду с ними в небольшом количестве в пробах встречались крупные особи черной генерации. В августе происходило созревание и размножение особей второй генерации. В сентябре популяция состояла из молодых особей третьей генерации и крупных, размножающихся особей второй генерации. В октябре особи третьей генерации становятся половозрелыми, часть из них начинает размножаться, но большая часть продолжает расти. Эти особи достигают максимальных размеров и размножаются только весной следующего года.

В южных областях Советского Союза: водоемах Украины (Журавель, 1959), дельте Дона (Иоффе, 1958), в Каспийском море и низовьях Волги (Карпевиц, 1960; Осадчих, 1963), в Цимлянском водохранилище (Мирошниченко, 1962) мизиды имеют по 4 генерации в год. Апалпэ линейных размеров *P. intermedia* в Куйбышевском водохранилище показывает, что в Среднем Поволжье мизиды имеют три генерации. Возможно, что в годы с более продолжительным периодом оптимальных температур воды часть особей третьей генерации успеет завершить полный цикл своего развития и дать четвертое поколение.

Половозрелыми *P. intermedia* становятся по достижении 7,1—8,0 мм. Большинство самок этой размерной группы имеет в марсупиальных сумках зародыши. Однако в 1966 году и среди самок размером 6,1—7,0 мм встречались экземпляры с зародышами, но единично. В среднем эти самки имели по 7 зародышей. В последующие годы (1967—1968) среди особей этой размерной группы половозрелые формы не встречались.

Количество зародышей у самок одного размера изменяется в широких пределах, но в общем между числом эмбрионов и размерами самки имеется определенная зависимость: чем крупнее самки, тем больше зародышей. Эта зависимость была прослежена рядом авторов у мизид различных видов (Державин, 1939; Иоффе, 1958; Марковский, 1955; Касимов, 1965 и др.). У *P. intermedia* Куйбышевского водохранилища она выражается следующими цифрами (табл. 1).

Минимальное количество зародышей — 7 имели самки размером 6,1—7,0 мм, особи размером 7,1—8,0 мм — 10, максимальное количество — 45 зародышей имели самки размером 12,1—13,0 мм.

Таблица 1

Плодовитость *Parasysis intermedia* в зависимости от длины тела

Размер самок (мм)	Количество зародышей	
	среднее	максимальное
6,1—7,0	7	10
7,1—8,0	10	20
8,1—9,0	11	22
9,1—10,0	13	28
10,1—11,0	15	30
11,1—12,0	19	31
12,1—13,0	26	45
13,1—14,0	30	36

По данным А. Н. Державина (1939), число выплываемых зародышей у *P. intermedia*, обитающих в Северном Каспии и низовьях Волги, колеблется от 7 до 41, но наименьшее количество зародышей, от 7 до 11 (в среднем 9,2), имеют самки размером 8—10 мм; в Куйбышевском водохрани-

лицо особи такого размера имеют в среднем 12 зародышей, максимум — 28. По Державину, особи размером 13—15 мм имели от 23 до 41 зародыша (в среднем 30,5). У нас 41—45 зародышей имели самки размером 12,1—13,0 мм. Особи крупнее 14 мм ни разу не были обнаружены, а особи размером 13—14 мм были отмечены только 14 раз, поэтому говорить о максимальном для них числе зародышей нельзя. В Северном Каспии, по данным В. Ф. Осадчих (1963), *P. intermedia* размером 13—14 мм имеют до 48 яиц. Весьма вероятно, что близкой величиной характеризовалась бы плодовитость мизид Куйбышевского водохранилища, если бы мы располагали большим материалом по этой размерной группе. Во всяком случае, приведенные данные показывают, что плодовитость *P. intermedia* Куйбышевского водохранилища не ниже, чем в Северном Каспии.

Размножаются мизиды в течение всего летнего периода. Сроки начала и конца размножения определяются температурными условиями. По данным ряда исследователей (Державин, 1939; Марковский, 1955; Паули, 1956; Иоффе, 1958 и др.), в Северном Каспии, низовьях Дона, дельтах Дуная мизиды размножаются с середины марта — начала апреля по октябрь. В октябре при температуре воды 15—16° размножение мизид в Северном Каспии заканчивается (Осадчих, 1963).

Куйбышевское водохранилище освобождается ото льда в середине или конце апреля (в 1969 году — 8 мая), поэтому яйценосные самки появляются только в мае. К осени их количество снижается с 79,5% до 4,9%.

В 1967 году последние яйценосные самки были обнаружены первого ноября, при температуре воды около 9°. В марсупальных сумках было по 8—11 эмбрионов V стадии развития. В 1968 году в последней декаде октября температура воды была около 6°. Последние яйценосные самки были обнаружены 17 октября (температура 10,4°). Большая часть эмбрионов находилась в V стадии развития, эмбрионы в III стадии встречались единично. Отсюда следует, что при понижении температуры воды до 8—10° размножение мизид в Куйбышевском водохранилище прекращается.

Размерный состав яйценосных самок в течение периода размножения

Таблица 2

Размерный состав яйценосных самок *Paramysis intermedia* летом 1968 года
(в % от общего числа яйценосных самок)

Месяцы	Размерные группы, мм						
	7,1—8,0	8,1—9,0	9,1—10,0	10,1—11,0	11,1—12,0	12,1—13,0	13,1—14,0
Май			7,0	20,0	49,4	21,8	1,8
Июнь		8,1	27,0	40,5	21,6	2,8	
Июль	16,2	55,0	25,9	2,9			
Август	21,5	50,6	19,6	8,3			
Сентябрь	16,8	65,3	17,5	0,4			
Октябрь		4,5	36,2	57,5	1,8		

не остается постоянным (табл. 2). Наиболее крупные самки встречаются в популяции весной — это особи генерации предыдущего года; они достигают максимальных размеров (11,1—14,0 мм) и имеют наибольшее число эмбрионов. В 1968 году все они дали потомство в первой половине июня и в последующие месяцы в водоеме не встречались. В июле—сентябре среди яйценосных самок преобладали особи размером 8,1—9,0 мм, наиболее крупные имели 10,1—11,0 мм. Очевидно, летнее повышение температур способствует ускорению процессов обмена, организмы созревают быстрее и начинают размножаться при меньшей длине тела. Значение температуры как одного из основных факторов, определяющих

плодовитость мизид, подтверждается тем, что в июле, августе и начале сентября при средней температуре воды 18—20° плодовитость особей одной размерной группы была практически одинаковой. Например, у самок размером 9,1—10,0 мм в среднем было 13,6—14,6 зародышей. В октябре, в связи с понижением температуры с 17,0 до 10,4°, процесс размножения замедлился, плодовитость самок тех же размерных групп снизилась (для рассматриваемой группы до 9,7), а индивидуальные размеры особей увеличились. В октябре среди яйценосных самок преобладала группа размером 10,0—11,0 мм, они составляли 57,5% всех яйценосных особей.

Таблица 3

Сезонное изменение плодовитости самок *Parameysia intermedia* в 1968 году
(в среднем на 1 самку)

Месяцы	Размерные группы, мм						
	7,1—8,0	8,1—9,0	9,1—10,0	10,1—11,0	11,1—12,0	12,1—13,0	13,1—14,0
Май			14,2	19,4	21,2	22,7	25,0
Июнь		11,3	13,5	17,0	18,0		
Июль	10,0	10,8	14,6	17,8			
Август	9,0	10,4	13,6	21,0			
Сентябрь	8,5	11,7	14,1	16,4			
Октябрь			9,7	13,8	18,0		

Плодовитость в течение сезона размножения также не остается постоянной (табл. 3). В весенне-летнее время среднее количество зародышей у самок одного размера выше, чем осенью. Например, для особей размером 10,1—11,0 мм среднее количество зародышей в мае 1968 года было 19,4 (максимальное — 24), в сентябре — 16,4 (20) и в октябре — 13,8 (18).

Развитие у мизид прямое. Весь цикл от яйца до сформировавшегося организма протекает в marsupialной сумке матери. По данным Ц. Н. Ноффе (1958), в процессе эмбрионального развития мизиды проходят 6 этапов. Мы провели определение размеров зародышей на всех стадиях: I стадия — 0,45—0,6 мм, II — 0,7—0,9 мм, III — 0,9—1,3 мм, IV — 1,4—1,5 мм и V — 1,6—2,0 мм. Вышедшая из marsupialной сумки молодь имеет длину около двух миллиметров.

У изучавшихся нами мизид пол начинает различаться у особей с четырех миллиметров. Большую часть года соотношение полов (δ/ϕ) в по-

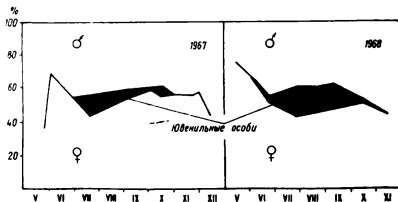
Рис. 3. Соотношение полов в популяции *Parameysia intermedia*

Таблица 4

Соотношение между длиной тела и весом *Paramysis intermedia*
(в числителе — средний вес, в знаменателе — количество проанализированных особей)

О С О Б И	РАЗМЕР (мм)											
	2,1— 3,0	3,1— 4,0	4,1— 5,0	5,1— 6,0	6,1— 7,0	7,1— 8,0	8,1— 9,0	9,1—10,0	10,1— 11,0	11,1— 12,0	12,1— 13,0	13,1— 14,0
ВЕС (мг)												
ЮВЕНИЛЬНЫЕ	0,35 9	0,5 532										
САМКИ	без зародышей			0,8 683	1,5 514	2,2 550	3,5 370	4,7 203	6,1 83	8,2 38	10,8 24	13,2 17
	с зародышами				3,2 12	4,5 369	5,4 439	7,1 182	10,0 59	12,3 32	15,1 27	17,2 14
САМЦЫ				0,8 412	1,5 513	2,3 553	3,5 621	4,7 231	6,0 41	9,4 29	11,6 14	13,6 12

пуляции *P. intermedia* Прилотицкого плеса составляло 1:1,2 (рис. 3). Только весной, в период размножения перезимовавших особей, самки численно преобладали над самцами. В 1967 году они составляли в это время 70%, самцы — 30%, в 1968 году самок было 72,3%, самцов — 27,7%. После отрождения нового поколения соотношение между полами выравнивается и сохраняется почти на одном уровне до поздней осени.

В заключение приводим таблицу соотношения между длиной тела и весом самок, самок и ювенильных особей популяции *P. intermedia* (табл. 4). Разницы в весе самок и самок одной размерной группы до момента наступления полового созревания не наблюдается. Вес самок начинает заметно возрастать с появлением яиц в марсупиальных сумках. Чем больше число эмбрионов и выше стадия их развития, тем больше вес яйцепосной сумки той или иной размерной группы. У самок и яйцепосных самок разница в весе начинает проявляться при длине тела 10 и более мм — вес самок начинает превышать вес самок соответствующей размерной группы.

Поскольку средние веса отдельных размерных групп установлены на большом материале, ими можно пользоваться для восстановления веса мизид при вычислении частных и общих пищевых индексов и индексов наполнения кишечника рыб.

Изложенные материалы показывают, что основные биологические показатели *P. intermedia* Куйбышевского водохранилища не отличаются от биологических показателей *P. intermedia*, обитающих в южных районах Союза и дающих там популяции большей плотности. Поэтому можно ожидать, что в Куйбышевском водохранилище количество мизид будет увеличиваться. Об этом свидетельствуют высокие темпы нарастания численности мизид в Прилотицком плесе, наблюдавшиеся в 1967 и 1968 годах.

ЛИТЕРАТУРА

- Бейлинг А. Л., 1924. К изучению придонной жизни реки Волги. Саратов.
Державин А. Н., 1939. Мизиды Каспия. Баку.
Журавель П. А., 1950. Некоторые данные о биологии и экологии мизид, введенных в опытный порядок в водохранилища и другие водоемы Украины для обогащения кормовой базы рыб. Зоол. ж., т. XXXVIII, в. 7.
Иоффе Ц. И., 1958. Обогащение донной фауны Цимлянского водохранилища. Изв. ВНИОРХ, т. 45.

- Карпневич А. Ф., 1960. Биологическое обоснование акклиматизации мизид в Аральском море и некоторых других солоноватых водоемах. Тр. ВНИРО, т. 43.
- Касымов А. Г., 1965. Биологический режим Мингечаурского водохранилища. Баку.
- Марковский Ю. М., 1955. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути исследования. Часть III. Киев.
- Мирошник М. П., 1967. Определение количества генерации хирономид и мизид в естественных условиях. Гез. докл. к совещ. по методике гидробиол. исследований в целях рыбхоз. освоения водоемов.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1957. Каспийские мизиды в р. Шексне. «Природа», № 7.
- Осадчик В. Ф., 1963. Биология и экология северокаспийских мизид. Тр. КаспНИРО, т. XVII.
- Пауль В. Л., 1956. Определитель мизид Черноморско-Азовского бассейна. Тр. Совест. биол. ст., т. IX.

ЭКОЛОГИЯ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИХ СТАДИЙ ДРЕЙССЕНЫ В ВОЛГЕ И КАМЕ

М. Я. Кирпиченко

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

В Волге и Нижней Каме речная дрейссена является одним из многочисленных и распространенных беспозвоночных животных. В верхнем бьефе Пермского (Камского) водохранилища в настоящее время проходит северо-восточная окраина ее ареала. Здесь дрейссена довольно обильно заселяет Сылвенский и Чусовской заливы, но выше, вплоть до города Борзнаиков, где сейчас наблюдается сильное промышленное загрязнение, этот моллюск отсутствует полностью. На это указывает также В. В. Громов (1965).

Дрейссена как обрастатель гидротехнических сооружений давно обратила на себя внимание биологов и гидростроителей.

Результаты классического морфо-эмбриологического изучения дрейссены (Meisenheimer и др., 1901) мы дополнили данными изучения экологии, роста и подразделили ее онтогенез на следующие стадии и подстадии (Кирпиченко, 1962, 1964, 1965):

- 1) трохофора — планктическая личинка;
- 2) велигер — планктическая личинка с подстадиями а) парящий и б) оседающий велигеры;
- 3) поствелигер — бентическая личинка;
- 4) стадия сифовообразования с подстадиями: а) пресифонной и б) брахисифонной;
- 5) дефинитивная стадия.

Дрейссена — животное с невыраженным половым диморфизмом, выделяет половые продукты в воду, где и происходит оплодотворение. Планктические стадии играют решающую роль в расселении и становлении ее популяции. Этому благоприятствует растянутое размножение моллюска и огромная численность личинок; в отдельные годы их количество достигает 550 тыс. экз. в 1 м³ воды (рис. 4).

Велигеры оседают на твердые субстраты, когда достигают длины 200—250 мк. В течение теплого периода года оседаний наблюдается довольно много, хотя основная масса поствелигеров появляется после пиков численности парящих личинок. Осенью сеголетняя популяция дрейссены состоит из огромного количества разновозрастных и разноразмерных особей длиной от 0,2 до 16 мм. В таком размерном составе одиолетняя популяция зимует. В связи с неоднородностью популяции изучение роста моллюсков сильно затруднено, так как вариационно-статистическая обработка материала исключает возможность расчета средних показателей размеров, темпа роста и других признаков. Рост дрейссены на разных стадиях онтогенеза определяется, в первую очередь, временем отрождения и экологическими условиями существования. Личинки, появившиеся осенью, растут значительно медленнее июльских даже при сходных температурных условиях (см. рис. 4). Наиболее интенсивно растут поствели-

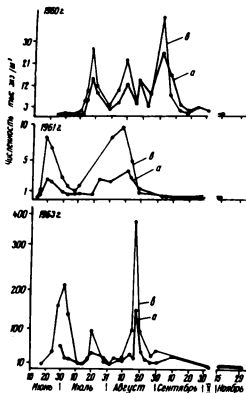


Рис. 1. Динамика численности вейлергов в Куйбышевском водохранилище:

а — интегрированная численность для всей толщи воды;
б — численность у поверхности

димо учитывать, на каких биотопах взяты животные, в противном случае сравнения будут лишены реального смысла.

Дрейссена на всех стадиях развития обладает высокой резистентностью и может выживать в среде отолитно до полиптина таких факторов, как температура и кислород. Однако она весьма чувствительна даже к самым незначительным колебаниям этих факторов в окружающей среде и реагирует на них изменением интенсивности роста и развития. Рост и превращение моллюска от вейлера до дефинитивной стадии сопровождается образованием на раковине поствейлергов 4 линий роста (колец). Кроме того, кольца могут возникать при воздействии на дрейссену: а) зимовки, б) эпизодического ухудшения условий среды — дефицита O_2 , резкого понижения температуры и других факторов, когда у животных временно прекращается или сильно замедляется рост. Определение возраста дрейссены по «годичным кольцам», а тем более темпа роста, может быть весьма неточным.

В Куйбышевском водохранилище вейлеры, по нашим многолетним наблюдениям, появляются при температуре воды не ниже 15° . Поэтому время появления вейлергов в зависимости от сроков прогревания может колебаться в пределах трех недель (с 8 до 28 июня). Осенью полного

геры, осевшие в защищенных от волнения мелководьях. В Куйбышевском водохранилище личинки, осевшие в июне, достигают за теплый сезон года длины 10—16 мм. На глубоких местах с ясно выраженной кислородной и температурной стратификацией рост моллюсков сильно угнетается, за это же время они успевают вырасти не более чем до 9 мм. В местах с неблагоприятным температурным и кислородным режимом дрейссена почти не растет и не развивается. Корреляция между приростами и глубиной ядна из такого эксперимента. Перезимовавшие поствейлеры одинакового возраста и размеров были опущены весной в садочках на глубины 2—10—20 м. Через 20 дней жизни на указанных глубинах размеры этих групп по длине относились, как 1:1, 3:1,7 (за единицу приняты размеры животных из глубины 20 м). Отсюда следует, что при сравнениях роста дрейссены из разных водоемов необходимо

исчезновение личинок не наблюдалось, единичные экземпляры уходили в зиму.

В динамике численности велигеров я отмечаю пять периодов. Первый период краткосрочный, личинки появляются в незначительном количестве от 1 до 100 экз/м³. Второй период — массовое появление велигеров, выражаемое обычно одним пиком. Третий период: сначала наблюдается минимальное количество личинок, затем оно быстро увеличивается, достигая максимума. Четвертый период: личинки разбиваются в большом количестве с одним или несколькими пиками. Пятый период возникает после прекращенного размножения дрейссены и характеризуется резким уменьшением численности велигеров, при этом поздно отродившиеся входят в зиму. Такая динамика численности велигеров свойственна дрейссене в основном по всему ареалу. В Пермском водохранилище в 1964 году я наблюдал в динамике численности этих личинок только три полных периода; в четвертом же периоде падение их максимальной численности сильно замедлилось, и она мало изменялась до холодов. Таким образом, свойственное дрейссене растянутое размножение, полностью протекающее в более южных районах ареала, на севере в момент самой высокой интенсивности прерывается резким понижением температуры воды в конце краткого теплого периода года. Поэтому в северных районах ее ареала велигеры во время массового отрождения не успевают закончить развитие и входят в зиму в большем количестве, чем в более южных (в Куйбышевском водохранилище велигеры уходят в зиму единичными экземплярами в 1 м³, а в Пермском — до 3374 экз/м³).

Мы пришли к заключению, что дрейссена не сможет восстанавливать своей популяции и распространяться на север, в районы, где летом преобладают температуры воды ниже 15° и когда теплый период так мал, что она не успеет выметать яиц или же личинки из них не успеют развиться.

В динамике популяции дрейссены существенную роль играют отдельные стадии ее индивидуального развития. В связи с этим в формировании популяции дрейссены можно выделить ряд этапов. Первый этап мы называем велигерным, когда дрейссена расселяется на огромном пространстве, используя подвижную толщу воды. Постоянное поподвижение популяции велигеров при растянутом размножении и непрерывное оседание поствелигеров можно охарактеризовать как непрерывный «посев» личинок на субстраты, на которых они и поселяются. Второй этап — поствелигерный, когда дрейссена «осваивает» твердые субстраты. Третий этап — массового

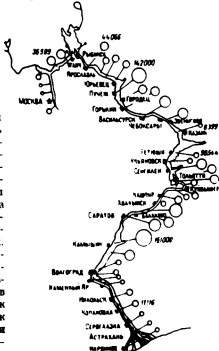


Рис. 2 Распределение велигеров в Волге по данным экспедиции 1967 года

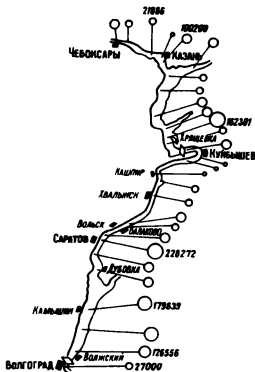


Рис. 3. Распределение вельгеров в Волге от Чебоксар и от ГЭС им. Ленина до Волгограда (1965, 1966 и 1967 годы)

ковского водохранилища популяция вельгеров дрейссены обладала невысокой плотностью (от 1880 до 3780 экз/м³). Резко повышалось количество личинок на участке Большая Волга—Кимры (43 000 экз/м³). В Волге, у Углича и Рыбинска, включая Рыбинское водохранилище, плотность колебалась в пределах 199—866 экз/м³. Вниз от Рыбинского водохранилища наблюдались десятки тысяч вельгеров на м³ с максимумом в Горьковском водохранилище у г. Пучежа (142 тыс.). Плотность популяции вельгеров на всем отрезке Волги от Горького до Тольятти, включая Куйбышевское водохранилище, высокая. Значительное количество личинок выпоспело в нижний бьеф Куйбышевского водохранилища и, как всегда (по наблюдениям до образования Саратовского водохранилища), оно вниз по течению вплоть до города Сызрани постепенно уменьшалось. У Кашпир (ниже Сызрани) численность вельгеров резко повышалась и вскоре снижалась в районе реки Чагры и города Хвалынска. В районе выплывания Волгоградского водохранилища у Балакова количество личинок опять возрастало и достигало максимума у Камышина (161 тыс. экз/м³). Вниз до плотины численность личинок значительно снижалась, сохраняя свой относительно высокий уровень (15 тыс./м³). На участке реки от Волгограда до Волго-Донского канала численность вельгеров значительно уменьшалась (7258 экз/м³), оставался на таком, несколько сниженном уровне по всему отрезку Волги до пристаней Бортуль и Икриное ниже Астрахани. Исследование распределения вельго-

сифонообразования, на котором окончательно отсеиваются слабые недоразвившиеся особи и в следующий многолетний этап переходят наиболее приспособленные. Четвертый этап, дефинитивный, является конечным результатом образования популяции дрейссены, и ее дальнейшая динамика определяется условиями среды, свойственными водоему или его отдельному району.

В условиях зарегулированных рек расселение дрейссены на первом этапе протекает особенно бурно.

Изучение распределения вельгеров в системе Волги проводилось sporadически в течение нескольких лет (1965, 1966 и 1967) от ГЭС им. В. И. Ленина до Сызрани и Волгограда. В 1966 году был собран материал от Рыбинского водохранилища до Волгограда и в 1967 году — от Москвы (Химкинского водохранилища) до Астрахани (рис. 2 и 3).

Результаты последней экспедиции показали, что от Химкинского до Ивань-

ров в Волге и ее водохранилищах от города Чебоксар до Волгограда продолжалось в течение трех лет. Средние параметры численности личинок за это время во многом совпадают с параметрами одноразовой, выше описанной экспедиционной съемки (рис. 2 и 3). Многолетние деталильные наблюдения позволяли выработать правильное представление о некоторых случайных явлениях в распределении личинок.

Распределение велигеров дрейссены в системе Волги характеризуется огромным количеством их в зарегулированных районах реки (в водохранилищах) и значительно меньшей численностью в речных условиях. В водохранилищах

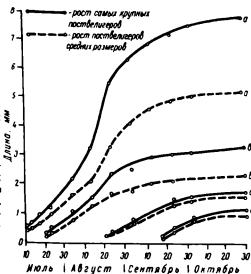


Рис. 4. Логистические кривые роста дрейссены. Куйбышевское водохранилище. 1963 год.

а — оседание 10 июля; б — оседание 20 августа; в — оседание 20 сентября; г — оседание 20 октября.

максимальное количество велигеров наблюдается в центральных районах и меньшее — в приплотинных плесах. На участках, где в придаточной системе реки (заливы, протоки) наблюдаются скопления дрейссены, количество личинок несколько увеличивается и вскоре опять уменьшается. Такое распределение велигеров повторялось всегда, несмотря на то, что в природе существует огромное количество факторов, способных парусить любые схемы, которые мы создаем. Здесь нужно учитывать сроки размножения дрейссены в различных районах Волги, местные микроклиматические условия, гидрологические условия в реке, химизм воды и так далее. Так, например, на участке Волги Углич—Рыбинск и несколько ниже в материалах двух экспедиций 1966 и 1967 годов было очень мало велигеров; по-видимому, это зависело от местного размножения дрейссены, не совпадающего во времени с ее размножением в других более южных местах. В этом отношении представляет интерес следующий пример: большое количество велигеров в 1967 году в Волге возле Васильсурска и Чебоксар, вероятно, зависело от одноразовой вспышки массового размножения дрейссены, так как в материалах предыдущих и последующих экспедиций их было здесь не больше, чем в других местах не зарегулированной реки.

В основном дно Волги образовано подвижными песками, и дрейссена его не заселяет. Местами в русле реки на течении встречается каменистое дно, состоящее из щебенки и крупной гальки. Здесь дрейссена поселяется в значительном количестве, образуя большие колонии «дружки». Особенно богатые поселения этого моллюска наблюдаются в различных местах придаточной системы реки, откуда ее личинки постунают в русло Волги. Однако перерабатывающая способность потока реки быстро уменьшает численность велигеров.

В не зарегулированной Волге от Волгограда до Астрахани наблюда

ется почти равномерное распределение и пониженная численность велигеров, так как здесь очень быстрое течение и в воде всегда содержится сравнительно много мелкого взвешенного песка. Если будет создано Нижне-Волжское водохранилище, то в этом районе количество велигеров может увеличиться до огромных, более высоких масштабов, чем в выше расположенной зарегулированной Волге. Но если оно будет сильно заилиться, то массовое размножение дрейссены в нем может очень скоро прекратиться.

В зарегулированной Волге численность велигеров огромна и в зависимости от местных условий существования может значительно колебаться, оставаясь на высоком уровне. В настоящее время всю систему Волги от Москвы до Астрахани и Каму от Перми до устья дрейссена заселяет в большом количестве.

В водохранилищах с непостоянным уровнем воды огромная масса осевших поствелигеров в осушенной зоне почти полностью погибает весной. Несмотря на это, численность дрейссены в водохранилищах Волги и Камы очень высокая. Еще рано говорить о точном количестве моллюсков и их биомассе во всей системе Волги, так как не было проведено соответствующих исследований. В литературе описан учет численности дрейссены в Куйбышевском водохранилище с помощью водолазов (Ляхов и Михеев, 1964). По их данным, средняя численность дрейссены в районах затоплений древесно-кустарниковой растительности составляет 3150 экз. с биомассой 1860 гр/м².

В водохранилищах мощному обрастанию дрейссеной подвергаются различные гидротехнические сооружения, что создает существенные помехи работе агрегатов ГЭС, бытовых и технических водоводов, систем охлаждения. В результате в гидробиологии возникла серьезная проблема защиты гидротехнических сооружений от обрастаний дрейссеной.

На Куйбышевской станции Института биологии внутренних вод АН СССР разработана система борьбы с такими обрастаниями, получившая кодовое название «Метод оптимальных периодов» (Кирпиченко, Михеев, Штерн, 1962). Биологическим обоснованием этого метода послужили наши материалы по фенологии онтогенетических стадий дрейссены, их динамике, численности и росту.

ЛИТЕРАТУРА

- Громов В. В., 1905. Распределение *Dreissena polymorpha* Pallas в Камском водохранилище. Тез. докл. II совещ. по изуч. моллюсков. Л.
- Кирпиченко М. Я., 1962. Изучение биологии моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas. Докл. совещ. по тивол и биол. обосн. рыбохоз. использ. внутр. (пресн.) вод экос. зоны СССР (тез. докл. 1960). Кипшинев.
- Кирпиченко М. Я., 1964. Фенология, динамика численности и рост личинок дрейссены в Куйбышевском водохранилище. Сб.: Биология дрейссены и борьба с ней. Изд. «Наука».
- Кирпиченко М. Я., 1965. Экология ранних стадий онтогенеза *Dreissena polymorpha* Pallas (в связи с предотвращением обрастаний гидротехнических сооружений). Канд. диссерт.
- Кирпиченко М. Я., Михеев В. П., Штерн Е. П. 1962. О борьбе с обрастаниями дрейссеной на гидроэлектростанциях. «Электр. станции», № 5.
- Ляхов С. М., Михеев В. П., 1964. Распределение и количество дрейссены в Куйбышевском водохранилище на седьмом году его существования. Сб.: Биология дрейссены и борьба с ней.
- Meisenheimer J., 1901. Entwicklungsgeschichte von *Dreissena polymorpha* Pallas. Zeitschr. f. Wissenschaftl. Zool., Bd. 69 Leipzig.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА ВОЛГИ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ВОЛГОГРАДСКОГО ГИДРОУЗЛА

М. П. Миросинченко
(Волгоградское отделение ГосНИОРХ)

Зарегулирование Волги у Волгограда внесло существенные изменения в гидрологический режим реки ниже плотин (Москаленко, 1968). Уменьшился объем стока половодья, изменились его сроки, сократилась продолжительность. Возникли суточные и недельные колебания уровня воды в реке. Первые распространяются примерно на 50—60 км ниже Волгоградского гидроузла, вторые прослеживаются на 500 км и более вниз по Волге. На расстоянии 400—500 м от работающих агрегатов гидроузла отмечается зона с наибольшими скоростями течения — до 2 м/сек; у водосливной плотины наблюдается обратное течение со скоростью более 1 м/сек. На расстоянии 1,5—2,0 км от плотины режим скоростей течения выравнивается. В период паводка (апрель — май) максимальные скорости на расстоянии 15—20 км от ГЭС достигают 2 м/сек. В межениное время поверхностные скорости снижаются до 0,40—0,60 м/сек, придонные — до 0,25—0,47 м/сек. Количество взвешенных наносов у Волгограда снизилось на 25—35%, средняя мутность уменьшилась с 73 до 50 г/м³. Изменялась и термика этого участка — весной вода стала несколько холоднее (на 2—3°), во вторую половину лета — теплее (на 1,0—1,5°).

Перераспределение водного стока отразилось на гидрохимическом режиме (Зенца, Васильев, 1961).

После создания Волгоградского водохранилища зоопланктон становится более разнообразным (70 форм против 54), увеличивается доля рачков. По данным М. Г. Бухаркиной, ветвистоусые составляют 31,4%, веслоногие — 30%, коловратки — 38,6%. До зарегулирования Волги, как отмечала О. Г. Кафтаникова, первые составляли 10%, вторые — 25%, коловратки — 60% общего числа видов.

Степень развития массовых форм коловраток в 1963—1964 годах резко снизилась. Наибольшее количество их в 1964 году равнялось 14,4 тыс., а в 1963 — менее 5 тыс. экз/м³. Доминирующая роль в планктоне 1963—1964 годов переходит к низшим ракообразным. Количество их возрастает от единично встречающихся особей в зимний период до 130 тыс. экз/м³ и более в июне—июле.

Динамика численности кладочера характеризуется в основном одовершинной кривой с максимумом летом и определяется развитием *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *D. hyalina*, *D. cucullata*.

Преобладание среди ракообразных *Chydorus sphaericus* и *Diaphanosoma brachyurum* и увеличение относительной численности дафний связано с выносом их из Волгоградского водохранилища. Например, *Diaphanosoma brachyurum* встречалась на исследуемом участке реки в

1958 году единично и редко. В 1959 году у плотины она стала ведущей. То же самое можно отметить в отношении *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longiripa* и других форм, в массе развивающихся в водохранилище. Попадая в нижний бьеф, они продолжают играть видную роль в составе зоопланктона и этого участка реки.

Количество копепоид в Нижней Волге после ее зарегулирования у Волгограда также возросло — в 1959 и 1963 годах в полтора, а в 1964 году более чем в три раза.

Динамика развития копепоид определяется в основном такими формами: *Diaptomus gracilis*, *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops oithonoides*, *M. leuckarti*, *Eurytemora velox*, *E. lacustris*. Ход сезонных изменений численности рачков выражается двухвершинной кривой. Первый максимум в мае — июне выше, чем второй — в августе — сентябре.

Таким образом, если в бытовых условиях реки общую численность зоопланктона определяли коловратки, то создание Волгоградского водохранилища привело к значительному увеличению численности и биомассы кладоцер и копепоид.

Зоопланктон в основное русло реки из Волгоградского водохранилища больше всего поступает в период паводка. Годовой сток его в 1963 году составил 28 тыс. тонн, из которых 24,4 тыс. тонн, или 86,4%, падает на май, когда наблюдается максимальный расход воды (до 32 тыс. м³/сек). В 1964 году сток зоопланктона остался почти таким же (25 тыс. тонн), однако доля майского стока (в пик паводка расход был до 24 тыс. м³/сек) снизилась в два раза (13 тыс. тонн), что составляет 51% к сезону. Остальная часть стока зоопланктона (45%) приходилась на июнь (6 тыс. тонн, или 24%) благодаря интенсивному развитию в это время копепоид и на июль (5,3 тыс. тонн, или 21%), преимущественно за счет кладоцер. Осенний сток зоопланктона очень невелик — в пределах одного процента и меньше от годового.

С зарегулированием Волги значительно обогатился видовой состав донной фауны в нижнем бьефе гидроузла (Дремкова, Мирошниченко, 1964; Мирошниченко, 1967). Произошло увеличение количества видов всех основных групп зообентоса (с 50 в 1958 до 133 в 1963—1964 годах) и особенно олигохет и высших ракообразных (с 6 до 22 и с 8 до 28 соответственно).

Однако численность этих организмов в реке остается невысокой, так как до 90% для реки занято песчаными грунтами, слабо заселенными донными беспозвоночными. Средние показатели развития бентоса на этом биотопе, по данным летней съемки 1963 года, составляли 800 экз. и 13,3 г/м², причем большую часть биомассы составляли моллюски и лишь 0,4 г приходилось на долю других организмов.

Песчаные грунты коренного русла Волги, ее протоков и затонов в основном заселены высшими ракообразными, из которых преобладают *Stenogammarus macrurus*, *Pontogammarus robustoides*, *Niphargogammarus minutus*, *Gammarus warchowskyi*; численность и биомасса их невелики и не превышают 160 экз. и 0,6 г/м². Из олигохет здесь обычен *Procladius volki*, численность которого иногда достигает 9000 экз/м². Реже встречаются *Isochaetides newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. clavigeranus*.

В бытовых условиях реки для песчаных грунтов отмечались низкие показатели биомассы. Это обуславливалось подвижностью и низкой трофической группой.

В 1959 году псаммофилный биоценоз стал богаче. Залужение данного участка Волги способствовало развитию пелореофильных форм, особенно личинок хироноид. Численность их достигала более 3 тыс. экз/м². Среди них преобладали *Chironomus f. l. thummi*, *Ch. f. l. reductus*, *Limno-*

chironomus ex gr. nervosus, *Cryptochironomus ex gr. fuscimanus*, *C. ex gr. defectus*, *Procladius*.

На песчанистых грунтах в зависимости от заиления сильно изменяется количественное развитие бентофауны. Даже небольшая примесь ила приводит к увеличению средней биомассы более чем в два раза, при большем заилении — более чем в 5 раз. Здесь больше олигохет, личинок хирономид, высших ракообразных и моллюсков. Более чем в три раза возрастает средняя численность и биомасса высших ракообразных, в десятки раз — моллюсков.

Из 80 примерно видов, встречаемых на этом бентопе, доминировали: из ракообразных — *P. rodustoides*, *P. obesus*, *S. macrurus*, *N. deminutus*, *Dikergammarus haemobaphes*, из моллюсков — *Dreissena polymorpha*, *Viviparus viviparus*.

Наибольшим разнообразием фауна заиленного песка отличалась в коренном русле реки (38 видов), в затоках обнаружен 31 вид, в протоках — 23 вида.

В ходе сезонных изменений псаммопелореофильного биоценоза максимальное развитие организмов отмечается летом, когда по численности и биомассе доминировала *D. polymorpha* (до 2240 экз. и 521 г/м²). Кроме того, высокой численностью отличались *Corophium curvispinum* (до 1280 экз/м²) и до некоторой степени — *L. hoffmeisteri*, *I. newaensis*, *P. volki*, *Procladius*, *C. burganadzeae*. Осенью остаются преобладающими *D. polymorpha*, *C. curvispinum* и к ним добавляется *P. obesus*.

Бентос илстого дна отличается значительным богатством. Наиболее разнообразный пелореофильный комплекс организмов развивается в затоках, где преимущественно осаждается и накапливается ил с повышенным содержанием органического вещества (до 26%, по Пирожникову, 1954). Он включает 80 видов, среди которых основные: из олигохет — *Isochaetides newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Propappus volki*; из ракообразных — *Pontogammarus robustoides*, *P. obesus*, *Niphargogammarus deminutus*, *Dikergammarus haemobaphes*; из хирономид — *Chironomus f. l. semireductus*, *Procladius sp.*, *Polypedilum ex gr. nubeculosum*; из моллюсков — *Dreissena polymorpha*, *Viviparus viviparus*. Численность их достигает 8120 экз., биомасса — 336 г/м². Первое место занимают моллюски (3642 экз., — 327,1 г/м²), второе — высшие ракообразные (2184 экз., — 5,2 г/м²), третье — олигохеты (1875 экз., — 2,5 г/м²).

В коренном русле Волги и протоках пелореофильный биоценоз небогат. Биомасса его обычно не превышает 1 г/м² и только в отдельных случаях (за счет дрейссены и живородки) возрастает до 1000 экз. и 386 г/м². Кроме того, он носит временный характер, так как отложения ила в поймоделье ежегодно сносятся. На твердых каменистых грунтах с крупным песком, галькой и ракушечником обычны *Dreissena polymorpha*, *Dikergammarus haemobaphes*, *Pontogammarus robustoides*. На заиленном песке в углублениях между камнями — *Pontogammarus obesus*, *Propappus volki* и на иле — *Isochaetides newaensis*, *I. michaelsoni*, *Limnodrilus udekemianii*, *L. hoffmeisteri*, *Pristina rosea*, *Tubifex tubifex*.

Обычно весной (апрель, май) и осенью (сентябрь, октябрь) общую картину динамики бентоса на этом бентопе определяют олигохеты. Численность их достигает 5—7 тыс. экз., биомасса — примерно 19 г/м². Летом нитевидные развиваются моллюски и высшие ракообразные. За счет них бентомасса возрастает до 1700 экз. и 394 г/м².

Таким образом, анализ фауны беспозвоночных Нижней Волги после зарегулирования ее стока и сопоставление с данными по развитию зоопланктона и зообентоса в бытовых условиях реки свидетельствует о положительном влиянии Волгоградского водохранилища на нижний бьеф. Наблюдается обогащение видового состава, прежде всего иловых и вы-

ших ракообразных и повышение насыщенности биоценозов планктона и бентоса.

ЛИТЕРАТУРА

Дремкова П. П., Мирошниченко М. П., 1964. Зообентос р. Волги у Волгограда и его динамика. Уч. зап. Волгоград. пед. инст., в. 16.

Земля А. А., Васильев В. А., 1961. Режим биогенных и органических веществ и газового состава в воде р. Волги до ее зарегулирования (1954—1955 гг.). Гидрохим. матер., т. 32.

Мирошниченко М. П., 1967. Зообентос Волги ниже плотин Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС. Тр. Волгоград. отд. ГосНИМОРХ, т. III.

Москаленко А. В., 1968. Изменения гидрологического режима дельты в связи с зарегулированием стока Волги. 1-я конф. по науч. вод. басс. Волги (тез. докл.) Тольятти.

Пирожников П. Л., 1954. Кормовая база и рыбопродуктивность Сталинградского водохранилища (прогноз и основные мероприятия по рыбохозяйственному освоению Сталинградского водохранилища). Изв. ВНИОРХ, т. XXIV.

ФОРМИРОВАНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В. П. Вьюшкова, Л. И. Белявская

(Саратовское отделение ГосНИОРХ, Саратовский мединститут)

Исследования планктона и донной фауны Волгоградского водохранилища проводились Саратовским отделением ГосНИОРХ в плане разработки вопросов рационального использования естественных запасов рыб. Регулярные наблюдения начаты в 1959 году, с момента образования водохранилища. Сбор проб производился ежемесячно по всему водохранилищу и на стационарном пункте в районе Саратова. Для сбора и обработки материала применялась обычная гидробиологическая методика. Полученные данные частично опубликованы, но полный анализ их не завершен. Описан качественный и количественный состав организмов зоопланктона и зообентоса, их сезонные изменения и распределение в водоеме.

Эти материалы отражают результаты большого природного эксперимента, заключающегося в перестройке водной фауны и флоры под влиянием изменения внешних условий в результате зарегулирования Волги.

Наша задача: в должной мере оценить результаты этого эксперимента, выявить закономерности успешней биопецовозов и оценить факторы, их обуславливающие.

Зоопланктон очень быстро реагировал на изменение внешних условий. Качественно это выразилось, в первую очередь, в изменении соотношения рачков и коловраток. Состав зоопланктона не может быть охарактеризован однозначно, так как существуют сезонные комплексы, которые характеризуются различным составом как в общем, так и по доминирующим видам. Зимний ценоз количественно очень беден — 0,3—12,2 тыс. экз/м³, биомасса 0,0013—0,48 г/м³, состоит из представителей некоторых видов копепоид и коловраток. Для этого периода характерны *Asplanchna priodonta* и *Keratella quadrata*, встречаются *Brachionus calyciflorus*, из копепоид преобладают *Cyclops vicinus*.

С конца мая и в июне в зоопланктоне появляется и приобретает доминирующее значение *Bosmina longirostris*. Более разнообразной становится фауна коловраток, но массовыми формами остаются вышеперечисленные виды, иногда к ним добавляется *Polyarthra* sp. Из веслоногих ведущими остаются виды *Cyclops*, но появляются *Mesocyclops leuckarti* и *Acanthocyclops viridis*.

Происходит количественный рост зоопланктона. Его показатель колеблется от 3,8 до 507,0 тыс. экз/м³, биомасса — от 0,046 до 4,6 г/м³.

В конце июля и в июле ведущая роль в зоопланктоне переходит от *Bosmina longirostris* к *Daphnia longispina*. Комплекс коловраток еще более расширяется, ведущие формы остаются прежними, к ним добавляются *Kellicottia longispina* и *Brachionus angularis*. У веслоногих на смену *C. vicinus* приходит *M. leuckarti* и *A. viridis*, особенно многочисленны молодые стадии копепоид. В массе появляются личинки *Dreissena polymorpha*. Количественное развитие зоопланктона варьирует от 21,9 до 534,9 тыс. экз/м³, биомасса 0,535—15,4 г/м³.

В августе *D. longispina* сохраняет значение как ведущая форма, но к ней присоединяется и *Diaphanosoma brachyurum*. Резко меняется комплекс коловраток, и ведущее значение переходит к *Euchlanis dilatata*. Сохраняется большое количество молоди копепоид и личинок дрейссены. Общее количество зоопланктона колеблется от 38,0 до 443,2 тыс. экз/м³, биомасса — 0,3—7,0 г/м³.

Осенью при понижении температуры бывает новая небольшая вспышка *B. longirostris*, и при дальнейшем снижении температур зоопланктон переходит к зимнему коловраточно-копепоидному комплексу. Более или менее постоянный видовой состав зоопланктона устанавливается на девятый год существования водохранилища.

Организмы из состава зоопланктона принадлежат в основном к двум последовательным звеньям пищевой цепи: а) первичные потребители — растительно-и детритоядные виды, к которым принадлежит большинство коловраток, ветвистоусых и каланойда; б) вторичные потребители — хищники, к которым относятся из коловраток — *A. priodonta*, из ветвистоусых — лептодора и битотрефес, из веслоногих — все циклопоиды. По нашим наблюдениям, в 1964 году соотношение продукции мирных и хищных составляло 10:1.

За год средние показатели развития зоопланктона колебались от 0,4 до 7,9 г/м³.

На развитие зоопланктона оказывают влияние высота паводка и температурный режим. Так, в 1965 году развитие зоопланктона было наименьшим: биомасса его составила в верхней части водохранилища 0,4, в средней — 1,2 и в нижней — 0,4 г/м³. Этот год отличался самыми низкими паводком и наименьшей суммой тепла. В 1966 году эти показатели были наиболее благоприятными для зоопланктона и развитие его достигало 2,4 в верхней, 7,9 в средней и 4,2 г/м³ в нижней зоне. Однако в ряде случаев такая закономерность нарушается, поскольку оказывает воздействие комплекс факторов и их влияние зависит от их соотношения. В 1967 году, при небольшом паводке, по значительной сумме тепла показатели зоопланктона были высокими — 3,5 в верхней, 3,3 в средней и 2,9 г/м³ в нижней зоне; отрицательное влияние низкого паводка оказалось невыраженным. Наблюдения над количественным распределением зоопланктона показали, что в средней части водохранилища он, как правило, развивается более интенсивно.

Максимум развития зоопланктона в водохранилище приходится на июнь — июль, иногда он сдвигается на август.

Основные преобразования бентоса идут в направлении замены реофильных комплексов на пело- и пелерофильные, что объясняется снижением скоростей течения в водохранилище, ведущим к увеличению заиления дна. Если в незарегулированной реке крупный и мелкий чистый песок занимали 60—70% площади дна, а на долю заиленного песка и ила приходилось 10—20%, то к 1964 году в верхней зоне заиленные грунты занимали 40—50%, в средней — около 60—70% и в нижней — 70—90%.

Преобразование сопровождается общим обеднением донной фауны. Так, в 1959 году, первом году существования водохранилища, при затоплении водоемов поймы было встречено 72 вида, в 1954 году, шестом году существования водоема, при стабилизации его условий, — 55 видов.

Из состава малакофауны выпали р. р. *Sphaerium*, *Unio* и *Planorbis*. Такие виды, как *Cryptochironomus rolli*, *C. demijerel*, *C. zabolotzkii*, *Procladius volki*, сохраняются только в верхней части водоема и занимают там подчиненное положение. Увеличивается количество *Polypedilum* ex gr. *nubeculosum*, *Chironomus plumosus*, *Isochaetides newaensis*, *L. hoffmeisteri*, *Dreissena polymorpha*.

Однако в Волгоградском водохранилище, в отличие от других водных водохранилищ (Куйбышевского, Горьковского), заселение водоема личинками хирономид, в частности, *Ch. plumosus*, незначительно. Это может быть объяснено бедностью исходного биоценоза этих личинок, сравнительно высокой проточностью водоема (коэффициент водообмена 7,3), отсутствием прибрежной растительности, частыми сильными ветрами, относительно большой глубиной водоема и значительным развитием в фауне хищных личинок хирономид.

Бентофауна Волгоградского водохранилища представлена в основном следующими биоценозами: литопсаммофильными, псаммофильными, пело-псаммофильными, пелофильными, аргиллофильными и биоценозом заиленной почвы. Наибольшее распространение во все годы существования водохранилища имели литопсаммофильный биоценоз и биоценоз заиленной почвы с остатками растительности.

Общая биомасса организмов литопсаммофильного биоценоза достигала в верхней зоне 198 г/м², в средней — 350 г/м² и в нижней — 201 г/м², без моллюсков соответственно 4,69; 2,6 и 2,7 г/м². Наибольшая общая биомасса допных животных на заиленной почве с остатками растительности равнялась в верхней зоне 48 г/м², в средней — 114 и в нижней — 1650 г/м²; без моллюсков соответственно 5,6; 11,4 и 12,1 г/м².

Хирономиды и олигохеты заселяли, главным образом, заиленные пески, ил, глину и заиленную почву с остатками растительности. На этих биотопах во всех зонах водохранилища наблюдались наиболее высокие показатели численности и биомассы хирономид и олигохет. Численность хирономид в отдельные годы достигла 435 экз/м², биомасса — 3,4 г/м². Олигохеты на этих грунтах были представлены еще большим количеством (численность — до 605 экз/м², биомасса — 7,3 г/м²).

Доминирующими видами из хирономид были *Ch. plumosus*, *P. ex gr. pubesculosum*, *P. ex gr. scalaenum*, *Procladius* sp., *Ch. heterodontatus*, из олигохет — *L. hoffmeisteri* и *I. newaensis*, то есть пелофильные формы. На илистых грунтах пелофильные формы хирономид и олигохет находят наиболее благоприятные условия для своего обитания, так как иловые отложения по количеству органического вещества обладают большей пищевой ценностью. Кроме того, илы вследствие своей полужидкой консистенции легко доступны для закапывающихся организмов.

Литопсаммореофильный биоценоз представлен главным образом высшими ракообразными и моллюсками. Наибольшая численность и биомасса высших ракообразных отмечена на песчано-галечном грунте в верхней зоне в 1965 году (численность — 1303 экз/м², биомасса — 4,03 г/м²). Доминирующими видами этой группы животных были *Dikerogammarus haemobaphes*, *Pontogammarus obesus* и *P. sarsi*. Кроме того, большое количество высших ракообразных встречено на заиленной почве с остатками растительности, особенно в последние годы наблюдения. Так, в 1967 году в нижней зоне численность рачков составляла 4070 экз/м², биомасса — 10,28 г/м². В основном они были представлены корифидами и мизидами. Наряду с этим увеличилось количество бокоплавов (*Pontogammarus* и *Dikerogammarus*), что, возможно, объясняется их приспособлением к новым условиям в течение 8-летнего периода.

Доминирующим видом из моллюсков во все годы существования водохранилища и во всех его зонах была *Dreissena polymorpha*. Этот моллюск в качестве субстрата использует гальку, камни, остатки растительности.

В сезонной динамике бентоса установлена следующая закономерность: биомасса его имеет особенно низкие показатели в июле — июле, когда происходит размножение организмов, крупные особи старого поколения погибают, а молодые имеют небольшой вес. Максимальные пока-

затели к осени составили в верхней зоне 82,5 г/м², в средней зоне — 184,7 г/м², в нижней — 82,5 г/м².

Благоприятно отразилось на количественном развитии донной фауны акклиматизация мизид, благодаря чему повысилась доля ракообразных в средней и нижней зонах.

Сопоставление продукции организмов кормовой базы с продукцией рыбы может быть проведено различными способами. Исходя из ее величины можно по кормовому коэффициенту определить возможное количество рыбы. С другой стороны, из рациона, из кормовых коэффициентов и запасов на водоеме можно рассчитать количество корма, необходимого для образования рыбной массы, и сопоставить эту величину с продукцией кормовой базы.

Под продукцией мы понимаем количество органического вещества, образующегося в единицу времени в данном водоеме. Одним из показателей ее служит предложенный Л. А. Зепкевичем коэффициент Р/В, выражающий скорость оборачиваемости биомассы. Двухлетние исследования на Волгоградском водохранилище показали, что для зоопланктона Р/В-коэффициент равен приблизительно 30—37, Р/В-коэффициенты разных видов колеблются в сильной степени, но весь зоопланктон в целом представляет собой устойчивое сообщество, развитие которого определяется доступной пищей, а отдельные компоненты системы взаимосвязаны. Коэффициент 30 мы использовали для подсчета продукции зоопланктона на Волгоградском водохранилище.

Для подсчета продукции зообентоса Р/В-коэффициенты были взяты из литературных источников. Для олигохет — 4, для ракообразных — 13, для хирономид — 10, для моллюсков — 3, для прочих — 4. На эти коэффициенты умножали средние показатели биомассы организмов Волгоградского водохранилища.

Полученные таким образом величины продукции кормовых организмов были сопоставлены с вычисленными показателями о необходимом количестве корма для образования имеющегося в водоеме количества рыбы. Это давало возможность судить о степени использования корма рыбами и о возможности получения дополнительной рыбной продукции. Рацион рыб определяли как средневзвешенный на основании осредненных данных по видовому составу. Данные об общем рационе (Небольсина, 1962, 1965) показывают, в каком проценте используются различные компоненты кормовой базы и в какой степени продукция рыб образуется за счет каждого из этих трех источников.

Компоненты	Зоны водохранилища								
	Верхняя			Средняя			Нижняя		
	%	Абс. вел. (ц)		%	Абс. вел. (ц)		%	Абс. вел. (ц)	
		1966	1967		1966	1967		1966	1967
Бентос	87,6	32,0	28,0	71,4	40,0	59,9	79,6	10,8	12,7
Зоопланктон	6,8	2,5	2,2	21,3	12,0	17,8	14,7	2,0	2,4
Растительность и грунты	5,6	2,0	1,8	7,3	4,1	6,1	5,7	0,8	0,9
Итого		36,5	32,0		56,6	33,8		13,6	66,0

Таким образом, на 70—88% источником рыбопродукции на Волгоградском водохранилище служит зообентос, это определяется тем, что бентофаги преобладают в фауне рыб. Зоопланктон большую роль играет в нижней зоне, где он обильнее. Он потребляется небольшим числом планктофагов, молодым рыб и в некоторой части бентофагами — лещом и стерлядью (Небольсина, 1962, 1965).

Сопоставляя величины продукции бентоса и ее потребления, мы установили, что имеется некоторый остаток, за счет которого может быть получено от 13,7 до 24,8 кг/га дополнительной рыбной продукции в верхней зоне, от 23,8 до 40,7 — в средней и от 21,5 до 46,6 кг/га — в нижней. Избыточная продукция бентоса складывается в основном за счет моллюсков. Это говорит о целесообразности введения в фауну моллюскоедов, например, черного амура. За счет зоопланктона может быть получена дополнительная продукция зоопланктофагов, например, пестрого толстолобика 7—13,5 кг/га.

Волгоградское водохранилище на основании показателей гидрохимического режима и развития организмов может быть отнесено к водоемам мезотрофного типа. По рыбопродуктивности оно не достигает такого уровня, что свидетельствует о возможности повышения запасов рыб при проведении соответствующей системы мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- Небольсина Т. К., 1962. Питание леща, плотвы, густеры, синеца в первые годы образования Волгоградского водохранилища. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. VII.
- Небольсина Т. К., 1965. Качественная и количественная оценка питания леща, густеры и плотвы Волгоградского водохранилища. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. VIII.

IV. ИХТИОЛОГИЯ И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

БИОПРОДУКЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ ПОДПОРА КРУПНЫХ РЕК И ЕГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

П. Л. Пирожанков

(ГосНИОРХ)

Гидробиологические исследования на различных реках СССР до и после перекрытия их плотинами дали богатейший материал для разносторонней характеристики биопродукционных последствий подпора.

В этой проблеме следует различать прямое и косвенное влияние перекрытия реки на видовой состав и количественное развитие планктона, бентоса и пектона в сфере подпора (верхний бьеф) и в сфере измененного гидрологического и иного режима в нижних бьефах гидроузлов.

В 50-х годах, когда было начато большое гидростроительство на Волге, Дону и Днепре, задача ряда научных учреждений состояла в подготовке прогнозов гидробиологического режима, ихтиофауны и рыбопродуктивности не только будущих водохранилищ, но и южных морей, продуктивность которых находится в большой зависимости от водного, биогенного и иного стока названных выше рек.

Авторы прогнозов гидробиологического режима будущих водохранилищ исходили из того, что превращение подпираемых участков рек плотинами гидроэлектростанций в водоемы замедленного стока улучшает условия обитания большинства компонентов фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Определенное значение придавалось затопляемым угодьям как субстрату моллюсков и других беспозвоночных и как дополнительному источнику биогенов и органики, на базе которых возможно образование богатого планктона.

Данные о перанчной продукции, бактериопланктоне, зоопланктоне и донном населении водохранилищ свидетельствуют о том, что количественные показатели биопродукционных процессов в водохранилищах, созданных на Дугаве, Немане, Днестре, Днепре, Дону, Волге и Каме, оказались, как и предполагалось в прогнозах, значительно выше тех величин, которые были характерны для этих рек до зарегулирования их стока.

Положительные последствия подпора для роста численности и общей биомассы планктона и бентоса отмечены и в водохранилищах, созданных на Иртыше, Оби и Ангаре. Об этом свидетельствуют работы Казахского и Сибирского институтов рыбного хозяйства (Киселева, 1967; Гуслякова, 1966; Пильгук, 1966; Тютеньков, 1966; Битюков, 1964, 1965) и Иркутского биолого-географического института (Васильева, 1964; Кожкова, 1966, 1967; Шульга, 1966).

Данные, приводимые в табл. 1, показывают, что численность компонентов зоопланктона резко возрастает при переходе из чисто речных участков в водохранилища. Максимальные величины количества и общей биомассы приходятся на средний или нижний отдел водохранилищ. Это закономерное увеличение плотности зоопланктона, хотя и в разной степени, но отчетливо выражено в водохранилищах, даже резко разли-

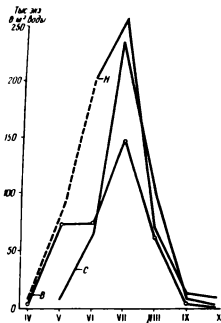


Рис. 1. Общая численность зоопланктона в Волгоградском водохранилище в 1962 году и ее изменение с апреля по октябрь. По данным В. П. Вьюшковой (1965):

B — верхняя зона; C — средняя зона; H — нижняя зона

мы от соответствующих рек. Характерный для питающей реки планктокомплекс непрерывно пополняет водохранилище. В условиях замедленного перемещения водной массы уже на протяжении речного или хвостового участка водохранилища происходит осаждение минеральной взвеси. Отрицательное действие такой взвеси на многих кладоцер, диаптомид и беспанцирных коловраток отмечали В. М. Рылов (1940), Б. С. Грезе (1936) и другие исследователи. Частичное (в начале лета) и полное (летом и осенью) устранение этого фактора обеспечивает резкое увеличение выживаемости названных беспозвоночных, а также олигохет и циклопов, а в южных реках еще и личинок дрейссены (рис. 3).

Высокий темп партеногенетического размножения коловраток и кладоцер, несомненно, связан с количественным развитием бактериопланктона и отдельных массовых форм из числа диатомовых, зеленых и синезеленых. Данные С. И. Кузнецова (1959), Т. Д. Дымчишиной (1964), А. Д. Примаченко (1967), И. В. Потопкой (1965), О. М. Кожовой

чающихся по географическому положению. Значит, данное явление представляет собой закономерность, характерную для водохранилищ как водоемов замедленного стока.

Рост численности и общей биомассы компонентов речного зоопланктона в водохранилищах — яркое проявление биопродукционного эффекта подпора речных участков плотинами того или иного назначения (рис. 1).

Но оставляет сомнения обратная зависимость численности коловраток и кладоцер от скоростей течения по продольной оси водохранилища, что было ранее установлено при исследовании планктона крупных рек (Пирожников, 1937 а; В. Грезе, 1953). Отличие состоит в более высоких количественных показателях этого процесса в водохранилищах по сравнению с тем, что характерно для рек*. Возникает вопрос о происхождении таких показателей. Возможно следующее объяснение.

Водохранилища, создаваемые путем перекрытия речных участков плотинами, леотделены от соответствующих рек. Характерный для питающей реки планктокомплекс непрерывно пополняет водохранилище. В условиях замедленного перемещения водной массы уже на протяжении речного или хвостового участка водохранилища происходит осаждение минеральной взвеси. Отрицательное действие такой взвеси на многих кладоцер, диаптомид и беспанцирных коловраток отмечали В. М. Рылов (1940), Б. С. Грезе (1936) и другие исследователи. Частичное (в начале лета) и полное (летом и осенью) устранение этого фактора обеспечивает резкое увеличение выживаемости названных беспозвоночных, а также олигохет и циклопов, а в южных реках еще и личинок дрейссены (рис. 3).

* Недавно это хорошо показал Э. П. Битюков (1965). Он проследил за численностью зоопланктона той водной массы, которая поступает в Новосибирское водохранилище и перемещается до плотины ГЭС в течение 14 суток. За это время биомасса зоопланктона в результате размножения отдельных массовых видов коловраток, кладоцер и copepod увеличилась с 0,02 до 2,25 г/м³ (рис. 2).

Таблица 1

Количественные показатели летнего зоопланктона в основных зонах водохранилищ и на вышележащих речных участках

Водохранилище	Численность (тыс. л/м³)				Общая биомасса (г/м³)			
	Река	Верхняя	Средняя	Нижняя	Река	Верхняя	Средняя	Нижняя
Каунасское¹)	5,5	—	35,0	—	0,4	—	2,5	3,7
Дубоссарское²)	7,9	31,0	680,6	297,7	—	+	+	+
Кременчугское	43,0³)	411,3⁴)	243,5⁴)	345,4⁴)	0,97⁵)	6,0	6,56	10,0
Цинлианское³)	343,0	474,0	492,0	382,0	1,05	1,6	1,86	0,8
Горьковское⁶)	—	—	—	—	—	—	—	—
(1967 г.)	—	119,2	213,7	346,7	—	1,1	2,8	2,6
Волгоградское⁷)	38,0	99,2	194,4	88,7	0,88	1,4	4,7	1,7
Новосибирское⁸)	4,5	32,7	138,2	133,4	0,02	0,4	1,5	2,2
Братское⁹)(1966 г.)	4,0	22,4	36,7	53,5	0,1	0,2	0,9	0,8

¹) По данным И. Л. Манюкаса (1964).

²) По А. И. Набережному (1964).

³) По данным В. С. Травинко и Я. Я. Цееба (1967).

⁴) По С. Л. Гусынской (1967), июль 1963 года.

⁵) По данным О. Г. Кафтаниковой (1965). Речной участок в сфере подпора.

⁶) По Э. П. Устелеишовой и И. К. Вилковой (1968).

⁷) По В. П. Вышковой (1965), июль 1964 года.

⁸) По данным Э. П. Битюкова (1964, 1965). Л. М. Баранова (1967) указывает биомассу 1, 03; 1,80 и 2,87 г/м³.

⁹) По данным Е. Л. Шульги (в печати).

(1964) и других исследователей свидетельствуют о такой численности в водохранилищах сапрофитных и других бактерий и называемых выше водорослей, которая во много раз превышает величины, обычные на вышележащих речных участках.

Эти и другие авторы раскрывают причины массового развития в равнинных водохранилищах диатомовых и синезеленых, в виде которых за общий период вегетации создается очень большая первичная продукция в пелагиали водоемов. Отдельные исследователи придают большое значение синхронным определением величины деструкции той органики, которая образуется в виде автотрофных организмов. Они приходят к пессимистическим выводам, поскольку деструкция нередко преобладает. При этом упускается из виду, что на базе массы отмерших водорослей, особенно синезеленых, развивается сапрофитная микрофлора, которая играет важную двойную роль: во-первых, в качестве редуцента органики и во-вторых, в качестве непосредственной пищи планктонных фильтраторов. Не менее существенно и то, что массовая вегетация синезеленых в это время продолжается, а диатомовых, после высоких летних температур, возобновляется.

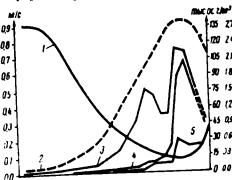


Рис. 2. Рост численности и биомассы речного зоопланктона при перемещении последнего к плотине По Битюкову (1965), с дополнениями автора:

1 — скорость течения; 2 — численность; 3-5 — биомасса: 4 — диатомовых, 5 — синезеленых.

Осенний максимум диатомовых в равнинных водохранилищах значительно превышает весенний.

При оценке биопродукционного эффекта подпора речных участков плотинами необходимо учитывать, что высокие показатели численности тех или иных групп бактерий, водорослей и беспозвоночных свойственны резко увеличенным объемам водной массы, а точнее — пелагиали с ее подразделениями, хорошо выраженными в теплое время года. Поэтому суммарным эффектом подпора на каждом трофическом уровне в пелагиали целесообразно считать произведение численности или биомассы соответствующих организмов на объем населенной ими толщи воды.

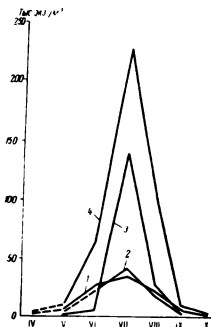


Рис. 3. Структура зоопланктона Волгоградского водохранилища в 1962 году и ее изменение с апреля по октябрь. По данным В. П. Вьюшковой (1965):

1 — численность коловод, 2 — численность клadoцер, 3 — численность личинок дрейссены, 4 — общая численность

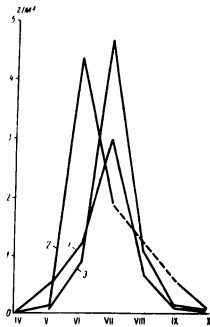


Рис. 4. Динамика биомассы зоопланктона в Волгоградском водохранилище в 1962 году — 1, 1963 году — 2 и 1964 году — 3. По данным В. П. Вьюшковой (1965).

Планктон равнинных водохранилищ, благодаря высоким Р/В-коэффициентам большинства его компонентов, продуцируется в количествах, во много раз превышающих величины, характерные для речных участков до подпора их плотинами. Уместно отметить, что в реках планктоноядные рыбы приурочены к затонам и не образуют больших популяций, в водохранилищах же создались мощные популяции планктофагов, из которых синопс приобрел промышленное значение (табл. 5).

Можно считать твердо установленным, что в равнинных водохранилищах темп размножения организмов каждого трофического уровня резко повышается по сравнению с темпом в исходных реках, но в то же время усиливается деструкция органики, увеличилось потребление планктонных

Таблица 2

 Средняя численность летнего зоопланктона в водохранилищах и ее изменение
(тыс. экз./м³)

Водохранилище	Год образова- ния	Исходная числен- ность	Год после заполнения								Автор
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Дубосарское	1954	5,48	13,9	438,8	683,6	611,0	1282,0				Набережный, 1964
Кремленбургское	1959	3,93		245,6	125,6	345,4					Гусынская, 1967
Казанское	1955		132,5	383,0	165,0 ¹⁾	148,2 ¹⁾					Щеб 1964
Шамальское	1952	64,2	184,0	323,5	621,8						Дзюбан, 1958
Мингечурское	1953		5,7	6,7	20,8	8,0	29,1	20,6	19,2		Касьянов, 1965
Рыбинское ²⁾	1947		72	65	130	93	126	106	83	77	Лиферова и Монаков, 1966
Горьковское	1956	102	190	150	150	220	до 231		85 ¹⁾	346 ¹⁾	Лиферова, 1963
Перское ³⁾	1956	1,8	67,8		43,1	58,5					Уломский, 1959, 1961
Курбашинское ⁴⁾	1956	35,8	8,3—76,5 ⁴⁾	4,3—61,6	48—320	84,8	61,3	30,5			Сохлова и Чернышева, 1958, 1960, 1964
Волгоградское	1958	16—38	107,5	152,5	117,1	135,0	349,9	150,1	208,0	324,0	Гавришкова, 1965, 1968
Новокубышевское	1957	4,5				138,2					Битюков, 1965
Вратское	1962	2,4			44,6	77,4	36,7	48,8			Шуляга, 1968

1) Годы резкого увеличения численности тины.

2) Приведены данные за 9—16-й годы существования водохранилища.

3) Данные 11 К. Вилковской (1968) за 1964 и 1967 годы.

4) Данные по численности коловод и клещей.

5) По данным июльских съемок. Для 1—3-го года заселения и пов слое (0—2 м), для 4—6-го года — среднее для

всей толщи по сборам из центрального плеса.

Общая биомасса зоопланктона в водохранилищах и ее изменение
(г/м³)

Водохранилище	Исходная биомасса	Год после наполнения							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Кременецкое	11,8	6,7	6,6	8,7	21,2	—	8,46	18,29	—
Днепропетровское ¹⁾	3,64	10,69	—	4,40	—	—	1,8—7,7	0,8—2,5	—
Каховское	0,9—5,7	1,9—15,7	0,5—1,3	0,4—3,9	1,0—2,6	—	1,7	2,8	1,1 ²⁾
Цимлянское	—	2,3—8,0	2,8—19,7	2,2	2,5	—	1,30	0,86	—
Мингчелурское	0,49	0,39	0,52	0,41	1,12	—	0,38	0,38	—
Рыбинское ³⁾	0,31	0,49	0,44	0,43	0,73	—	0,5—5,2	0,69	—
Горьковское ⁴⁾	1,07	1,99	1,02	2,28	—	—	—	1,0—2,84	—
Перское	0,12	0,37—1,06	0,41—6,92	0,62—1,93	—	—	—	—	—
Кувшиновское ⁵⁾	—	0,27	0,58	1,19	1,86	—	1,45	2,61	—
Волгоградское	0,98	1,37	1,04	1,18	0,7—3,6	—	2,51	1,98	7,0—3,8
Новосибирское ⁶⁾	0,35	0,8	0,90	—	—	—	—	3,6—7,5	—
Братское, сред. уч.	0,03	—	0,86	2,17	0,88	—	—	—	—

¹⁾ Биомасса в центр. части на 12—18-й год после наполнения (Мельников и Галинский, 1967).

²⁾ На 9—11-й год. 1,18; 1,24; 1,0.

³⁾ Данные Л. А. Луферовой и А. В. Монахова (1966) за 1956—1963 годы.

⁴⁾ Данные Э. П. Усташенцевой (1964) за 1956—1960 годы и И. К. Винковой (1968) за 1964 и 1967 годы.

⁵⁾ Биомасса копепода и кладоцер (в условиях потребления планктофагами).

⁶⁾ По данным Л. М. Барановой (1967).

бактерий и водорослей на уровне зоопланктона и при всем том усилилось плообразование за счет осаждения планктонного детрита.

Если учесть роль последнего в питании планктонных, пектобентических и доонных беспозвоночных, а также роль зоопланктона в питании самых различных видов рыб, образующих ихтиофауну водохранилищ, то станет ясно, сколь большое и разностороннее значение имеет в этих водоемах планктон (Пирожников, 1961). Отметим, что с течением времени планктон не беднеет, хотя его численность подвержена тем или иным колебаниям, природа которых еще не вполне ясна (табл. 2). Это характерно и для биомассы зоопланктона (табл. 3, рис. 4).

Биопродукционные последствия зарегулирования рек хорошо выражены и в бентали подпорных участков. Они изучались на Днепре, Волге, Днестре и других реках. Первые обобщения по этому вопросу принадлежат В. И. Жадяну (1940, 1950). Гидростроительство на реках, осуществленное в 50-х и 60-х годах, заставило увеличить объем гидробиологических исследований на этих водоемах. Ц. И. Иоффе (1961) подвергла детальному анализу изменения видового состава донной фауны на 9 речных участках, подпорных плотинами и превратившихся в водохранилища. Она же обобщила данные по плотности и биомассе бентоса 23 водохранилищ.

Подтвердились выводы, сделанные ранее В. И. Жадяным, Ф. Д. Мордухай-Болтовским (1961), Ц. И. Иоффе (1958) и другими исследователями, изучавшими процесс формирования донного населения тех или иных водохранилищ (Лубянов, 1955; Аристовская, 1964; Громова и Ионоварева, 1966; Вершинина, 1967; Благовидова, 1967; Мирошниченко, 1965; Белянская, 1965; Оливари, 1964; Ярошенко, 1964).

Число видов, образующих донную фауну рек, в первые годы на подпорных участках уменьшается. Здесь из состава донной фауны выпадают почти все литореобиты, аргиллореофилы и псаммореофилы. Фауна становится менее разнообразной, особенно в бентали прилотиной части, для которой характерна гипераккумуляция органики в донных отложениях.

Плотность донного населения на подпорных участках оказывается резко различной в области затопленного русла реки и вне его, то есть на различных земельных угодьях в зоне подпора. За немногими исключениями, она значительно превышает величины, которые были характерны для бентали тех же участков с песчаным дном до их перекрытия плотинами. Существенно, что с течением времени воспроизводство основных групп бентоса не снижается (табл. 4). Это связано, по нашему мнению, с таким постоянно действующим фактором, как плообразование за счет планктонного детрита. Господствующими в бентали волжских водохранилищ становятся несколько видов олигохет и личинки двух видов хирономид (Ляхов, 1967). По биомассе резко выделяется дрейссена.

Сходная картина наблюдается на днепровских водохранилищах. Как показала Г. А. Оливари (1967), средняя биомасса продуктивного бентоса в русловом участке Каховского водохранилища после максимума на 2-м году (71 г/м^2) уменьшилась до $1,4-2 \text{ г}$, но на 8-м году составляла $19,4 \text{ г/м}^2$. В районе Копеевских плавней наибольшая биомасса, наблюдавшаяся на 3-м году (339 г), снижалась до 77 г, но затем вновь возросла до 303 г. На среднем участке максимум приходится на 2-й год — 62 г, а на нижнем — на 2-й (1961) и 8-й год, причем последний был очень высоким — 249 г/м^2 , то есть 2490 кг/га .

Следует иметь в виду, что количественные показатели бентоса в летнее время значительно ниже зимних, поскольку в это время происходит массовое окуливание хирономид и интенсивное потребление бентоса лещом и другими донными рыбами.

Таблица 4
Средняя биомасса белтоса в водохранилищах (г/м³) и ее изменения с возрастом водоемов
(числитель — общая биомасса, знаменатель — без моллюсков)

Водохранилище	Исходная (в гект.)	Год после наводнения										Автор
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Каменское	1,97	63,0	280 ¹⁾	210 ¹⁾								Гасинов, 1961
Дубосарское	2,87	7,8	20	28	40,0	94,3						Ярошский, 1961
Кременчугское	2,8—4,9	14,2	110	81,9	50,8							Олигар, 1967
Калинское ²⁾	1,78	12,4	131,2	3,4	1,6				8,6	117,0		Щеб, Олигар, Гусин- ская, 1967
Ишанское ³⁾	3,00	6,8	13,1	1,76	6,25	3,35		3,52	7,5	16,1		Мирошницкий, 1965
Мингачурское		6,2	2,3	1,47	3,76	2,68		3,24	50,6	51,3	122,5	
Рыбинское				2,36	3,34	2,72			5,4	5,2	6,8	
		3,78 ⁴⁾		4,97 ⁴⁾								
Горьковское, в целом	1,62	1,9—11,4	0,9—15,4	0,5—13,4	0,5—4,8	1,1—24,6						Касиков, 1965
озероная		3,3—15,4	0,9—7,0	7,2—17,0	0,0—18,0				0,47—	0,15—	0,6—	Полудубная, 1958
часть									2,17	3,44	3,0	
Камское												Стругач, 1965
Кульбешское,	2,3—11,8	0,4—9,6	0,4—18,2	0,9—22,4	8—24,2	7—18,5						Мордухай-Богатовой, 1961
в целом ⁵⁾	1,3—14,1	17,5	38,8	43,2	53,2		65,7	34,5	15,5	118,0		Грандильская, 1961
Кульбешское,	0,8—5,3	1,3—11,6	10,4	5,2	4,3	6,4	4,9	4,1	8,4	9,4		Аристовская, 1964
припой часть ⁶⁾												Мордухай-Богатовой, 1961
Волгоградское	3,38	3,2—26,4	1,5—7,7	0,8—10,7	235,0	61,22	40,80	106,1	47,8	146,9	298,4	Белая, 1965, 1968
Новосибирское	0,47	36,57	73,36	68,90	2,46	2,41	2,31	1,7	4,7	3,9	4,6	Благолюбова, 1967
	0,53	2,61	1,25	1,60	4—28							
		3,5—11,93	9—16,0	4,0—11								

¹⁾ Принадлежностью Дзержинск.

²⁾ Данные по среднему участку. Биомасса белтоса на Камском участке составляла 12г; 16,7; 77,6 г; 341 г и 900 г, в том числе 790 г моллюсков.

³⁾ Биомасса белтоса на 11—14-й год составляла 65,5; 45,5; 168,3 и 204 г/м³, в том числе кормовых белтос — 8,4; 6,5; 29,0 и 26,7 г.

⁴⁾ В том числе 9,6 г — амфиподы.

⁵⁾ По данным И. И. Иорфе (1954).

⁶⁾ Исходная биомасса указана для Волжского отрога (верхняя строка) и Камского (нижняя строка).

⁷⁾ Область русла Волги, данные за июль и август.

Правильное представление о донном населении водохранилищ, его плотности, образуемой биомассе и соотношении компонентов могут дать зимние наблюдения. Проведение таких работ относится к числу назревших задач гидробиологических исследований на крупных водохранилищах. Будучи приурочены к зимнему времени, когда потребление бентоса рыбами сведено до минимума, эти работы позволят судить о донном населении как кормовой базе соответствующих видов рыб неизмеримо точнее, чем летние материалы*.

Фауна различных водохранилищ обладает важными зоогеографическими особенностями, имеющими то или иное рыбохозяйственное значение. Такими особенностями в фауне водохранилищ, относящихся к бассейнам южных морей, являются каспийские элементы: моллюски *Dreissena polymorpha* (или *D. bugensis*) и *Monodonta colorata*, полихеты *Nurania* и *Nuraniola*, амфиподы *Corophium* и некоторые виды *Pontogammarus*, отдельные виды мияд, кумовых и рыб.

Из них печальную известность приобрела дрейссена, поскольку на некоторых гидроузлах она представляет серьезную помеху для работы. Массовое развитие дрейсены в водохранилищах, созданных на Днестре, Днэпре, Дону и Волге, является следствием подпора ряда участков этих рек плотинами гидроэлектростанций, что привело к более широкому пассивному расселению дрейсены и значительному улучшению физических и биотических условий обитания личинок, молоди и взрослых особей этого вида. Дрейссена имеет большое значение для питания тараня в днепровских водохранилищах и для питания плотвы и густеры — в волжских.

Численность и общая биомасса высших ракообразных в Цимлянском и Волгоградском водохранилищах после периода депрессии, обусловленной ухудшением в бентале газового режима в первые годы, теперь значительно выше, чем была в речных условиях. Популяции местных и вселенных видов приурочены к верхним участкам и субрипид средней и нижней зон.

Наблюдения Л. А. Благовидовой (1967) и Н. В. Вершинина (1967) показали, что перекрытие Оби у города Новосибирска и Ангара у города Братска вызвало уменьшение числа видов в составе донной фауны в сфере подпора, но в последующие годы фауна восстанавливалась, хотя и не полностью.

Плотность донного населения в Новосибирском и Братском водохранилищах значительно превышает показатели речного периода.

Особенно интересными были изменения, происходившие на участке Ангара, подпортом плотинной Братской ГЭС. Еще в 30-х годах было показано, что в состав фауны Енисея входят ряд байкальских моллюсков, олигохет, гаммарид и др. (Пирожников, 1937). Единственной артерией, связывающей Енисей с Байкалом, была и остается Ангара. Здесь число «байкальцев», как показал М. М. Кожов (1962), еще больше.

Перекрытие Ангара плотинной у Братска, наполнение нового водохранилища до НПГ, возникновение больших глубин, очень замедленное течение в бентале, обильное илообразование — все это привело к исчезновению реофильной фауны и к формированию популяций лимнофильных видов олигохет, хирономид, обычных пресноводных моллюсков и рыб. Из байкальских амфипод в фауне подпорного участка Ангара сохранился *Gmelinoidea fasciatus* (Dyb.) Stebb.

По данным Н. В. Вершинина (1967), этот разок натурализовался в Братском водохранилище, заселив бенталь с различными грунтами в

* Предполагается, что пищевые спектры этих рыб хорошо известны по данным летних работ.

Годовые уловы планктонных и бентосоядных рыб в отдельных водохранилищах (тыс. ц) Таблица 5

Водохранилище	Год. население														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Планктофаги (гл. обр. синьки)															
Казовское		5.84	11.64	6.95	2.58	4.19	10.9	11.43	14.91	8.58	9.30				
Цимлянское		1.92	12.88	19.45	14.69	13.21	11.11	7.76	9.74	7.12	7.50	10.8	7.3	5.8	10.5
Рыбинское							0.67	2.10	4.36	3.24	4.82	4.28	2.33	1.4	1.2
Бентофаги (гл. обр. лещ)															
Казовское		0.25	0.19	0.06	0.36	4.5	11.23	13.45	18.04	41.31	42.4				
Цимлянское		10.46	14.14	13.96	4.04	18.87	27.24	44.72	42.79	37.65	48.56				
Рыбинское		0.8	3.63	5.70	7.10	7.97	16.50	24.11	16.85	10.32	13.70				
Кузнецкое		0.5	0.2	0.58	0.98	1.58	2.69	3.95	5.44						
Волгоградское*															

*Только лещ. Данные неполные. Много леща вылавливается местным населением.

Годовые уловы рыб-эврифагов и хищных в отдельных водохранилищах (тыс. ц) Таблица 6

Водохранилище	Год. население														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Эврифаги															
Казовское		10.67	17.46	17.5	29.9	25.0	22.7	15.5	15.1	11.1	12.0				
Цимлянское		4.26	11.57	10.75	7.03	15.59	20.23	30.28	27.43	44.48	30.04	29.1	19.7	19.3	25.6
Рыбинское		20.9	9.8	6.3	7.7	6.8	4.9	5.7	8.5	5.9	12.8				
Кузнецкое	5.6	7.9	7.1	10.4	16.2	16.5	17.9	19.5							
Волгоградское	4.3	7.7	11.7	18.6	21.1	16.3	15.3								
Хищные															
Казовское		4.1	12.2	16.2	10.9	13.7	14.5	15.2	16.2	19.2	15.0				
Цимлянское		2.7	10.0	16.4	19.4	17.0	12.0	9.2	13.3	17.4	23.9	27.0	34.0	29.3	22.8
Рыбинское		10.5	17.7	17.6	16.0	10.6	13.5	15.0	20.3	12.3	11.9				
Кузнецкое	2.2	10.4	18.1	21.2	16.5	16.2	12.1	7.6	о.б						
Волгоградское*		1.1	1.4	3.2	5.9	7.9	3.9	4.0							

*Необходимо учитывать, что на этих водоемах большое развитие получил любительский лов судака и щуки.

аюне от уреза воды до 20-метровой глубины. Процесс заселения продолжался несколько лет. При этом средняя численность рачка от 168 экз/м³ в 1962 году увеличилась на отдельных бптотках до 2048 экз/м³, биомасса соответственно от 0,9 г/м³ до 12,2 г/м³. Оптимальными для рачка являются условия в зоне 0—5 м с умеренным захлапением. Его количество здесь составляет до 2360 экз/м³, с глубиной же уменьшается до 300 и менее, что связано с чрезмерным захлапением бентали. Гмеллиноид приобрел важное значение для питания сига, ельца и других рыб.

Биомасса бентоса в Новосибирском водохранилище в 1961 году, то есть на 5-м году после пачала заполнения водоема, в области бывшего русла Оби составляла осенью около 30 г, а в области затопляемых земельных угодий — более 50 г/м², между тем до перекрытия реки плотной она не превышала 0,53 г в русле и 14 г в заливах (Благовадова, 1967).

В бентали крупных рек и водохранилищ обитает разнообразная микрофауна. В Кременчугском и Каховском водохранилищах (Гурвич, 1967) обнаружено соответственно более 103 и более 112 видов, образующих микробентос. Значительным разнообразием отличается здесь и мезобентос: соответственно 105 и 174 вида. И. П. Лубянов, А. М. Бузакова и Ю. К. Гайдаш (1967) показали, что численность придонного зоопланктона в Днепровском водохранилище, будучи весьма значительной в 1961 году (85—165 тыс. экз/м³), возросла до 535 тыс. особей! Примечательно, что здесь, как и в Пермском водохранилище (Уломский, 1961), это — циклопы, массовое развитие которых, несомненно, связано с очень высокой численностью микробентоса в перечисленных водоемах.

Таким образом, можно считать твердо установленным весьма значительное увеличение биомассы планктона и бентоса в водохранилищах, созданных на различных реках. Это увеличение является следствием интенсификации разведения и повышенной выживаемости ряда компонентов планктона и донного населения в условиях замедленного стока, характерного для большинства водохранилищ.

Для питания массовых компонентов бентоса непосредственное значение имеет та или иная степень захлапения дна, то есть опять-таки фактор, являющийся функцией замедленного стока.

Перекрытие крупных рек плотинами гидроузлов оказало большое влияние на распределение, питание, рост и размножение тех видов рыб, которые обитали в зоне будущего подпора.

Этому вопросу уделялось серьезное внимание еще в 50-х годах, то есть в прогнозах ихтиофауны и рыбопродуктивности будущих водохранилищ. К тому же периоду относится идея направленного формирования рыбных запасов в этих водоемах. Она основывалась на предположении о неярности образования в водохранилищах мощных кормовых (для рыб) ресурсов и быстрого роста численности в этих водоемах плотвы и других малоценных видов рыб (Паврожников, 1965).

Многолетние наблюдения подтвердили правильность этих прогнозов и ряда мероприятий по созданию в водохранилищах солидных популяций леща и некоторых других рыб.

Табл. 5 и 6 не оставляют сомнений, что зоопланктон и зообентос являются мощной кормовой базой промысловых и других рыб, сформировавшихся в водохранилищах как водоемах замедленного стока, продуктивность которых во много раз превышает соответствующие участки рек до перекрытия их плотинами гидроэлектростанций.

Вместе с тем определялись факторы, препятствующие нормальному воспроизводству фитофильных рыб, продукция которых в настоящее время ниже потенциальной. Одной из реальных мер по созданию дополнительной рыбопродукции на базе недостаточно используемых кормовых ресурсов является введение в фауну днепровских и волжских водохрани-

лиц болото и пестрого толстолобиков, как быстро растущих планктоноядных рыб.

Гидростроительство на Волге, Дону и Днепре еще в 50-х годах заставило ряд научно-исследовательских учреждений подвергнуть анализу вопрос о возможных последствиях зарегулирования стока этих рек для биопродуктивности южных морей. Особенную остроту приобрела эта проблема на Каспии, поскольку заполнение крупных волжских водохранилищ могло привести к дальнейшему понижению уровня и рыбопродуктивности этого ценнейшего рыбохозяйственного водоема. В связи с этим был подготовлен прогноз тех изменений, которые, по мнению его авторов, были неизбежны в кормовой базе и воспроизводстве рыб Северного Каспия. На этой основе были намечены мероприятия по сохранению и увеличению запасов ценных промысловых рыб Каспийского моря (Бердичевский, 1954; Карпеняч и Виноградов, 1954), а также большие работы по изучению биогенного стока Волги, планктона и бентоса Северного Каспия. Аналогичные работы велись в низовье Дона и в Тагайрогском заливе, поскольку и здесь ожидалось понижение биопродуктивности, как результат зарегулирования стока этой реки Цимлянским водохранилищем.

Материалы регулярных наблюдений, проводившихся Каспийским и Азовским научно-исследовательскими институтами рыбного хозяйства, позволяют охарактеризовать последствия зарегулирования стока Волги и Дона для биопродуктивности Северного Каспия и Тагайрогского залива, хотя и не с той полнотой, которая необходима при работах над данной проблемой.

Известно, что влияние волжского стока весьма рельефно проявляется в западной части Северного Каспия. В частности, это видно из серии карт в работе Л. А. Леснякова и Р. П. Матвеевой (1959). Биомасса зоопланктона в сфере влияния волжского стока в одни годы, например в 1947, не превышала 1 г/м^3 , в другие, как в 1949 и 1953 годах, достигала 3—5 г.

Как показала М. С. Кун (1965), общая биомасса зоопланктона в западной части Северного Каспия в июне 1954 и 1955 годов составляла 620 и 605 мг м^{-3} , в июне 1956 года понизилась до 423 мг, но в 1957 возросла до 651 мг, в 1959 и 1960 годах сократилась до 337 и 371 мг, а к 1961 году — до 142 мг. Данные о распределении биомассы зоопланктона указывают на уменьшение района с биомассой до 2 г/м^3 лишь в 1960 году, когда сток в период весеннего половодья сократился на 11 км^3 в сравнении с 1959 годом (Бесчетнова, 1967).

Известно, что численность и биомасса планктонных фильтраторов зависит от степени обилия определенных компонентов фитопланктона и бактериопланктона, которая определяется в Северном Каспии волжскими биогенным и детритным стоком.

Богатый сток освещен в работах Л. А. Барсуковой (1965, 1967), детритный сток специальному изучению не подвергался. Первичная продукция определялась Н. И. Вишняковой (1965), но применявшаяся методика не позволяла судить о соотношении продукции даже основных систематических групп автотрофных организмов, образующих фитопланктон.

Данные Н. И. Вишняковой показывают, что первичная продукция в западной части Северного Каспия в мае—июне в 1935—1950 годах не превышала $0,96 \text{ мл О}_2/\text{д}$, в 1951—1962 годах она варьировала от $0,85 \text{ мл}$ до $0,36 \text{ мл}$, включая высокие величины в 1958 и 1959 годах ($1,68$ и $1,44 \text{ мл}$), когда уже образовались Куйбышевское и Волгоградское водохранилища. В 1960—1962 годах продукция понизилась до $0,72$ — $0,48$ и $0,46 \text{ мл}$, что уместно связать с сокращением половодного стока.

Многолетние данные о фитопланктоне Северного Каспия приведены в работе В. Д. Левшаковой (1967). Они показывают, что максимальные

количества диатомовых и зеленых в авандельте и юго-западном районе Северного Каспия приходились на 1959 и 1960 годы, когда значительным был вынос биогенов, включая кремний. В последующие годы общая биомасса фитопланктона в авандельте снизилась до $0,98 \text{ г/м}^3$, а юго-западном районе — до $0,39$, но в 1963 году была очень высокой — $6,9 \text{ г/м}^3$. К сожалению, данные по зоопланктону Северного Каспия за 1962—1965 годы в печати не появлялись.

В работе Е. К. Курашовой (1967) опубликованы результаты изучения зоопланктона Нижней Волги с 1958 по 1960 и в 1964 году, то есть с досадным пропуском трех лет. Эти материалы показывают, что июльская биомасса зоопланктона была высокой в 1959 и 1960 годах (соответственно $0,76$ и $0,96 \text{ г}$), но июльская и августовская оказались наибольшими в 1964 — $1,03$ и $0,55 \text{ г/м}^3$. Оценивая эти показатели, не следует упускать из виду, что они превышают те величины, которые были характерны для Нижней Волги до гидростроительства.

Не менее важным представляется вопрос и о донном населении Нижней Волги, которое недавно изучалось М. П. Мирошниченко.

Эти работы охватили Волгу от района плотины Волгоградского гидроузла до района города Замьяны. Они показали, что население бентали коренного русла, проток и затонов состоит из 110 видов моллюсков, олигохет, гаммарид, мизид, личинок хирономид и других групп.

Плотность донного населения в летнее время, то есть в период интенсивного питания молоди осетровых и других придонных рыб, варьирует от 9 до 1537 особей на м^2 дна, биомасса — от $0,06$ до 248 г/м^2 . Она значительно превышает те показатели, которые были характерны для Нижней Волги до перекрытия ее плотной ГЭС, и является следствием повышения детритного стока из Волгоградского водохранилища.

Важнейшее значение имеет вопрос о донном населении Северного Каспия, как кормовой базе осетровых, леща и других промысловых рыб. Многолетняя динамика бентоса Каспия недавно обстоятельно рассмотрена в работе Н. Н. Романовой и В. Ф. Осадчих (1965). Общая биомасса бентоса в Северном Каспии в 1933—1935 годах составляла в среднем $40,2 \text{ г/м}^2$, в 1956 году — $38,9$, в 1962 — $104,2 \text{ г}$.

Интересно, что в западной части Северного Каспия, то есть в сфере непосредственного влияния планктонного и детритного стока Волги, биомасса моллюсков увеличилась до $131,8 \text{ г}$, червей — до $6,9 \text{ г}$ и высших ракообразных — до $3,8 \text{ г}$. Весьма существенно, что около 35% общей биомассы бентоса образуют здесь виды, введенные из Азовского моря и имеющие важное значение для питания осетровых и других рыб.

Одна из основных причин роста численности моллюсков, червей и высших ракообразных в бентали Северного Каспия кроется, по нашему мнению, в массовом развитии планктона в Волгоградском водохранилище и Нижней Волге, которые стали мощными поставщиками детрита в западную и центральную части Северного Каспия. Коагуляция волжского и местного планктонного детрита приводит к пополнению донных отложений, то есть создает благоприятные трофические условия для местных и введенных компонентов бентоса.

Аналогичные процессы протекают и в низовьях других южных рек, способствуя повышению продуктивности притусьевых и солоноватоводных районов соответствующих морей.

Таковы в самом общем виде биопродукционные последствия подпора крупных и средних рек плотинами гидроэлектростанций в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Г. В., 1964. Бентос Кубышевского водохранилища за период с 1960 по 1962 гг. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10. Казань.
- Баранова Л. М., 1967. Зоопланктон Новосибирского водохранилища. Вопр. рыбод. и гидробиол. Зап. Сибири. Барнаул.
- Барсукова Л. А., 1965. Биогенный сток Волги в первые годы зарегулирования стока у Волгограда. Тр. КаспНИРО, т. 20.
- Барсукова Л. А., 1967. Биогенный сток Волги в 1963—1964 гг. Тр. Касп. науч. инст. рыб. хоз., т. 23.
- Белявская Л. И., 1965. Донная фауна Волгоградского водохранилища в 1959—1964 гг. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. 8.
- Бердячевский Л. С., 1954. Воспроизводство запасов ценных промысловых рыб в Волго-Каспийском бассейне в связи с гидростроительством. Тр. Всесоюз. конф. по рыб. хоз., в. 1. Изд. АН СССР.
- Бесчетнова Э. И., 1967. Изменение основных элементов гидробиологического режима нижнего течения Волги после зарегулирования ее стока. Тр. Касп. науч. инст. рыб. хоз., т. 23.
- Битюков Э. П., 1964. Основные черты зоопланктона Новосибирского водохранилища. Изв. ГосНИОРХ, т. 57.
- Битюков Э. П., 1965. О формировании зоопланктона в условиях повышенной проточности. Гидробиол. ж., т. 1, № 5.
- Благовидова Л. А., 1967. Динамика бентоса Новосибирского водохранилища. Вопр. рыбод. и гидробиол. Зап. Сибири. Барнаул.
- Васильева Г. Л., 1964. Некоторые итоги изучения зоопланктона Иркутского водохранилища в 1957—1962 гг. Бюл. Иркут. водохр. Изд. АН СССР.
- Вершинин Н. В., 1967. Биология и расселение *Gmelinoides fasciatus* Stebb. в условиях Братского водохранилища. Зоол. ж., т. 46, в. 7.
- Вилисова И. К., 1968. Лист «Зоопланктон» в Атласе промысл. карт Горьковск. водохр. Фонды ГосНИОРХ.
- Виницкая Н. И., 1965. Первичная продукция Сев. Каспия. Тр. Касп. науч. инст. рыб. хоз., т. 20.
- Вьюшкова В. П., 1965. Зоопланктон Волгоградского водохранилища по материалам 1962—1964 гг. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. 8.
- Гасюнас И. И., 1964. Кормовая база донных рыб Каунасского водохранилища и ее направленное формирование. Тр. АН Лит. ССР, серия В. 2 (34). Вильнюс.
- Грандильская-Дексбах М. Л., 1961. Основные черты донной фауны Камского водохранилища. Тр. Уральск. отд. ГосНИОРХ, т. V.
- Грезе В. С., 1936. О планктоне реки Чу и окрестных водоемов. Тр. Киргизск. комп. эксп., т. III, в. 1.
- Грезе В. Н., 1953. Продукционно-биологический очерк реки Енисей. Тр. Бараб. отд. ВНИОРХ, т. VI, в. 1.
- Громов В. В., Пономарева Н. М., 1966. Бентос Воткинского водохранилища в первые годы его существования. Зоол. ж., т. 45, в. 6.
- Гулая Н. К., 1966. Численность бактерий в воде Бухтарминского водохранилища. Бюл. основы рыб. хоз. Сред. Азии и Казахстана. Алма-Ата.
- Гурвич В. В., 1967. Микро- и мезобентос Днепра и его водохранилищ в первые годы их существования. Гидробиол. режим Днепра в условиях зарегуляр. стока Киев.
- Гусынская С. Л., 1967. Сезонная динамика зоопланктона Кременчугского водохранилища. Гидробиол. режим Днепра в услов. зарегулиров. стока. Киев.
- Дзюбан Н. А., 1958. Зоопланктон Цимлянского водохранилища. Изв. ВНИОРХ, т. 45.
- Дымчишина Т. Д., 1964. Бактериологические процессы Сб.: Дубоссарское водохр. Изд. «Наука».
- Жадин В. И., 1940. Фауна рек и водохранилищ. Тр. Зоол. инст. АН СССР, т. V, в. 3—4.
- Жилин В. И., 1950. Жизнь в искусственных водоемах. Сб.: Жизнь пресных вод СССР, т. 1. Изд. АН СССР.
- Нюффе Ц. И., 1954. Донные кормовые ресурсы Цимлянского водохранилища. Изв. ВНИОРХ, т. 34.
- Нюффе Ц. И., 1958. Обогащение донной фауны Цимлянского водохранилища. Изв. ВНИОРХ, т. 45.
- Нюффе Ц. И., 1961. Формирование донной фауны водохранилищ СССР. Изв. ГосНИОРХ, т. 50.
- Карпевич А. Ф., Виноградов Л. Г., 1954. Изменения в кормовой базе рыб Сев. Каспия в связи с понижением уровня моря. Тр. Всесоюз. конф. по рыб. хоз., в. 1. Изд. АН СССР.
- Касимов А. Г., 1965. Гидрофауна Нижней Куры и Мингечаурского водохранилища. Баку.

- Кафтанникова О. Г., 1965. Зоопланктон Цимлянского водохранилища за 1955—1962 гг. Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ, т. 1.
- Киселева В. А., 1967. Формирование гидробиологического режима Усть-Мелекского водохранилища. Автореф. диссерт. Алма-Ата.
- Кожов М. М., 1962. Биология озера Байкал. Изд. АН СССР.
- Кожова О. М., 1964. Фитопланктон Иркутского водохранилища. Сб.: Биол. Иркутского водохранилища. Изд. АН СССР.
- Кузнецов С. И., 1959. Динамика численности бактерий в Рыбинском водохранилище в 1958 г. Биол. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 5.
- Куп М. С., 1965. Планктон Каспийского моря в условиях зарегулирования стока Волги. Измен. биол. комплексов Касп. моря за последние десятилетия. Изд. «Наука».
- Курашова Е. К., 1967. Состав и изменение зоопланктона Нижней Волги. Тр. Касп. науч. инст. рыб. хоз. т. 23.
- Левшакова В. Д., 1967. Многолетние изменения весеннего фитопланктона Сев. Каспия. Тр. Касп. науч. инст. рыб. хоз., т. 23.
- Лесников Л. А., Матвеева Р. П., 1959. О характере влияния волжского стока на зоопланктон Сев. Каспия. Тр. ВНИРО, т. 38.
- Лубиков И. П., Бузакова А. М., Гайдаш Ю. К., 1967. Изменение в составе микро- и макрозообентоса Днепровского водохранилища. Гидробиол. режим Днепра в услов. зарегулиров. стока. Киев.
- Луферова Л. А., 1963. Формирование зоопланктона Горьковского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, к. 8 (9).
- Луферова Л. А., Монаков А. В., 1966. Зоопланктон Рыбинского водохранилища в 1956—1963 гг. Сб.: Планктон и бентос внутр. водоемов. Изд. «Наука».
- Ляхов С. М., 1967. Бентос Горьковского, Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ. Гидробиол. ж., т. III, № 3.
- Манюкас И. Л., 1964. Иктофауна Каунасского водохранилища и ее правильное формирование. Тр. Ал. Лит. ССР., серия В. 2 (34).
- Мирошниченко М. П., 1965. Формирование зообентоса Цимлянского водохранилища (1952—1961 гг.). Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ, т. 1.
- Мирошниченко М. П., 1967. Материалы по развитию зообентоса Цимлянского водохранилища в 1962—1965 гг. Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ, т. III.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1961. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 4 (7).
- Набережный А. И., 1964. Зоопланктон. Сб.: Дубоссарское водохр. Изд. «Наука».
- Оливары Г. А., 1967. Закономерности изменения бентоса Днепра в связи с зарегулированием его стока. Гидробиол. режим Днепра в услов. зарегулир. стока. Киев.
- Пильгук В. Я., 1966. Формирование зоопланктона Бухтарминского водохранилища. Биол. основы рыб. хоз. Ср. Азии и Казахстана. Алма-Ата.
- Пирожников П. Л., 1937а. Зоопланктон реки Енисей и Енисейской губы. Тр. Всесоюз. Аркт. инст., т. 98.
- Пирожников П. Л., 1937б. Морские и байкальские элементы в фауне реки Енисей. Биол. Моск. общ. испыт. природы, т. 46, в. 3.
- Пирожников П. Л., 1954. Кормовая база и рыбопродуктивность Волгоградского водохранилища (прогноз). Изв. ВНИОРХ, т. 34.
- Пирожников П. Л., 1961. Зоопланктон водохранилищ и его значение для питания рыб. Изв. ГосНИОРХ, т. 50.
- Пирожников П. Л., 1965. Биологические основы рыбного хозяйства на водохранилищах. Сб.: Вопр. гидробиол. Изд. АН СССР.
- Потоцкий И. В., 1965. Интенсивность развития и сезонная динамика фито-планктона Цимлянского водохранилища. Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ, в. 1.
- Примаченко А. Д., 1966. Фитопланктон Волги от Ярославля до Волгограда в первые годы после сооружения Горьковской и Куйбышевской плотин. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. II (14).
- Романова И. П., Осадчих В. Ф., 1965. Современное состояние зообентоса Каспийского моря. Измен. биол. комплексов Касп. моря. Изд. «Наука».
- Рылов В. М., 1940. Об отрядательном значении минерального состава и пяти нип планктонных Eutimostoga. Докл. АН СССР, т. 29, № 7.
- Стругач М. Б., 1965. Бентос Горьковского водохранилища (по материалам 1956—1960 гг.). Изв. ГосНИОРХ, т. 59.
- Травинко В. С., Цеев Я. Я., 1967. Зоопланктон верхнего Днепра в условиях его нипы. Гидробиол. режим Днепра в услов. зарегулир. стока. Киев.
- Тютельков С. К., 1968. Значение бентофауны исходных водоемов в формировании кормовой базы рыб Бухтарминского водохранилища. Биол. основы рыб. хоз. Ср. Азии и Казахстана. Алма-Ата.

Уломский С. Н., 1961. Материалы по формированию планктона Каменого водохранилища (1955—1959). Тр. Уральск. отд. ГосНИОРХ, т. V. Свердловск.

Устоленичева Э. П., 1964. Зоопланктон Горьковского водохранилища. Изв. ГосНИОРХ, т. 57.

Цесб Л. Я., Оливари Г. А., Гусынская С. Л., 1967. Кормовая база рыб Каховского и Кременчугского водохранилищ и возможности рыбохозяйственного использования их мелководий. Гидробиол. режим Днепра в услов. зарегулир. стока. Киев.

Шульга Е. Л., 1966. Материалы по изучению зоопланктона Братского водохранилища. Совет. по биол. продукт. вод. Сибири. Иркутск.

Ярошепко М. Ф., 1964. Формирование донной фауны. Сб.: Дубоссарское водохр. Москва.

ВОЛГА И РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ УХУДШЕНИЯ ВОДНОГО И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Л. С. Бердичевский

(Ихтиологическая комиссия)

Бассейн Каспийского моря — важнейший внутренний рыбопромысловый район нашей страны. В нем обитают наиболее ценные виды рыб (осетровые, лососевые, карповые, судак и др.), являющиеся источником значительных промысловых уловов.

На протяжении всей истории рыболовства в нашей стране Каспий занимал особое положение. До революции он давал свыше 60% общего улова рыбы в России. В первые годы Советской власти, в годы гражданской войны и иностранной интервенции Каспий был основным, а в некоторые периоды и почти единственным источником снабжения Красной Армии и населения рыбой. Этот бассейн, с его благоприятным географическим положением и огромными природными биологическими ресурсами, можно и в дальнейшем сохранить как источник получения для страны ценных рыбных продуктов в огромных количествах, если проявить о нем заботу и не допустить снижения его продуктивности.

Запасы ценных видов рыб Каспийского моря за последние 30 лет сильно уменьшились, а качественный состав промысловых уловов резко ухудшился (табл. 1 и 2).

В прошлом в Каспийском море добывалось на 2 млн. ц рыбы больше, чем в настоящее время, причем в общем улове было 93—94% ценных видов рыб. Теперь же ценных видов добывается в восемь раз меньше, а малоценных (в основном кильки) в десять раз больше.

На снижение запасов и уловов ценных видов рыб оказали влияние, с одной стороны, причины, связанные с изменением климата, что привело к снижению уровня моря на 2,5 м, а с другой стороны, последствия хозяйственной деятельности человека: зарегулирование речного стока в связи с гидростроительством, изъятие значительной части речного стока на

Таблица 1

Динамика уловов основных промысловых видов рыб в Каспийском море
(тыс. ц)

Виды рыб	Годы							
	1913	1920	1940	1940	1960	1965	1967	1968
Общий улов	6627	6058	3452	3136	3864	4606	4678	4655
В том числе:								
Осетровые	283	133	89	129	104	149	151	165
Сельдь	3295	1341	1245	511	549	35	5	6
Нолька	1425	2634	523	553	610	181	191	139
Судак	—	909	344	314	146	68	86	53
Лещ	—	374	612	754	234	189	265	217
Сазан	—	139	195	338	76	40	35	49
Килька	—	39	96	217	1760	3133	3590	3674

Таблица 2

Динамика уловов ценных и малоценных рыб в Каспийском море

Показатели	Годы							
	1913	1930	1940	1950	1960	1965	1967	1969
Общий улов:								
тыс. ц	6627	6058	3452	3136	3864	4606	4678	4655
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Улов ценных рыб:								
тыс. ц	6189	5710	2915	2623	1903	898	880	785
%	93,4	94,2	84,4	83,6	49,0	19,4	18,5	16,9
Малоценных рыб:								
тыс. ц	438	348	537	513	1961	3733	3792	3870
%	6,6	5,8	15,6	16,4	51,0	80,6	81,5	83,1

Примечание. К ценным видам рыб отнесены осетровые, крупночешуйковые, сельди, вобля; к малоценным — килька и мелкий чирок.

приращению, прогрессирующее с каждым годом загрязнение водоема и чрезмерно интенсивное, неселективное рыболовство.

Климатические процессы привели к резкому уменьшению стока речных вод, вследствие чего уровень моря сильно понизился. За 25 лет только Волга недодала Каспию 1310 км³ воды, отчего уровень моря понизился на 2,5 м, а площадь Северного Каспия сократилась на 30 тыс. км², то есть более чем на 25%. Северный Каспий, который является мелководным, еще больше обмелел, появились новые острова. Береговая линия дельты Волги сместилась в сторону моря на 30 км и более. Обсохли многие районы дельты Волги, которые ранее в весенний период заливались и служили местом нереста промысловых рыб. Все эти изменения значительно ухудшили условия размножения ценных промысловых рыб, а также нагула молоди и взрослых рыб.

Высокая в прошлом рыбопродуктивность Каспийского бассейна определялась весьма благоприятным сочетанием ряда условий размножения и нагула рыб. Ежегодно в Каспий поступало огромное количество незагрязненной речной воды, богатой биогенными элементами, служившими основой для продуцирования мощной кормовой базы для различных видов рыб. Решающая роль в этом принадлежала Волге. Обширная дельта Волги ежегодно обводнялась весенними паводками на огромной площади (более 2 млн. га в многоводные годы) и служила местом размножения мощных стад полупроходных рыб (вобля, судак, лещ, сазан и др.) и нагула их молоди на первых этапах развития. На всем своем протяжении Волга была свободной для продвижения по ней к перестилицам проходных рыб — белорыбцы, белуги, осетра, севрюги, сельди-черноспинки и волжской сельди.

Северный Каспий, мелководный и хорошо прогреваемый, со слабо залежными водами был основным местом весьма эффективного нагула молоди и подрастающих поколений огромных промысловых стад полупроходных (карповые, судак) и проходных рыб. Средний и Южный Каспий служили местом нагула больших стад крупных рыб — белуги, осетра, севрюги, а также проходных и морских видов сельдей.

В общем, природные условия Каспийского бассейна и выпадающих в него рек, в первую очередь, Волги и ее дельты, несмотря на интенсивный промысел, все же обеспечивали благоприятное состояние рыбных запасов и высокие промысловые уловы. Один высокоурожайный год, определявшийся благоприятным сочетанием гидрологического и биологического режима, обеспечивал высокую рыбопродуктивность и благополучие рыбного хозяйства Каспия на ряд лет.

За последние два десятилетия под влиянием зарегулирования речного стока Волги и Куры в связи с мощным гидростроительством положение резко изменилось. Гидростроительство на Волге, особенно строительство Куйбышевской, Волгоградской и Саратовской ГЭС, коренным образом изменили гидрологический (термический, уровенный) режим низовьев Волги и ее дельты. Зарегулирование стока Волги изменило паводковый режим дельты — уменьшились паводковые расходы, снизилась высота весеннего половодья, сократились площади заливаемых нерестилищ, передвинулись сроки их заливания, ухудшилась связь отдельных банков дельты с морем.

Сооружение плотин на Волге и Каме нарушило нормальный естественный процесс размножения всех проходных видов рыб. Аккумуляция значительной части речного стока в созданных водохранилищах, оседание в них взвешенных питательных веществ резко обеднило речные водные массы, поступающие в Северный Каспий.

Практика показала, что отрицательное влияние осуществленного на Волге и Каме гидростроительства на рыбное хозяйство Каспийского бассейна оказалось гораздо сильнее, чем это предусматривалось при проектировании.

В результате зарегулирования речного стока заметно сократилась в нижнем течении и дельте Волги площадь покоев, затопляемых в период весенне-летнего половодья, резко ухудшилась их проточность. Это сказалось на составе и распределении наземной и водной растительности, имеющей важное значение в жизни рыб. В связи с плохой промываемостью островов дельты почвенный покров постепенно засоляется, появляется больше растительности полупустынного характера. В некоторых местах уже началось отступление тростниковых зарослей к морю. В последние годы в авандельте появилось большое количество хари, что является показателем обеднения и ухудшения режима ее водоемов. Изменение условий жизни ценных промысловых рыб в дельте Волги после 1956 года способствовало значительному увеличению численности туловых малоценных рыб: красноперки, густеры, окуни, линя и др. В водоемах нижней зоны дельты и в островной зоне авандельты в последние годы появилось много карася, который до зарегулирования стока встречался здесь очень редко. Все это свидетельствует о том, что дельта Волги постепенно приобретает черты речного водоема и перестает быть мощным источником воспроизводства важнейших ценных полупроходных промысловых рыб. В последние годы уже не наблюдается роста численности даже малоценных рыб, что объясняется главным образом ухудшением условий размножения.

Половодье на Волге до зарегулирования стока характеризовалось продолжительностью высоких уровней воды. Начиналось оно в середине апреля, межень устанавливалась в конце июля — первой декаде августа, то есть период половодья продолжался более трех месяцев. Подъем воды, затопление нерестилищ и поппжение уровня в дельте Волги происходили плавно.

Максимальный уровень воды в период весеннего паводка в годы, предшествовавшие зарегулированию Волги Куйбышевской и Волгоградской ГЭС (1946—1955), составлял по астраханской реке в среднем 286 см. Объем паводковых вод в апреле — июле равнялся 168 км³, в апреле — июле — 148 км³.

После постройки Волжской ГЭС им. В. И. Ленина и ГЭС им. XXII съезда КПСС все элементы половодья изменились в худшую для рыбного хозяйства сторону. Сток и пик половодья уменьшились, сократились периоды половодья и высоких уровней, резко уменьшилась продолжительность спада половодья. Продолжительность половодья в средней зоне дельты после зарегулирования стока колебалась от 31—78 дней вместо 81

в среднем за период 1946—1955 годов. В нижней зоне продолжительность половодья до зарегулирования стока достигала 120—135 дней, после зарегулирования она сократилась до 45—90.

Заливание дельты Волги и Волго-Ахтубинской поймы определяется стоком Волги и величиной попусков Волгоградской ГЭС; важное значение имеет продолжительность больших попусков, обеспечивающих полноту заполнения. После постройки Волгоградской ГЭС согласованные графики попусков для рыбного хозяйства систематически нарушаются. В последние годы при попусках Волгоградской ГЭС в 14—16 тыс. м³/сек затопление дельты (межрусловых пространств) начинается при более высоких отметках уровня, чем в 1930—1950 годы. Это вызвано тем, что происходит постепенное заиливание ильменей и половов, запос протоков и зарастание дельты.

В результате нарушения режима половодья наблюдаются следующие отрицательные явления:

- 1) сокращаются нерестовые площади, а часть их выпадает;
- 2) несвоевременно создаются полов, пригодные для нереста тех или иных видов рыб (1960, 1964 и 1967 годы — для нереста вохлы; 1959, 1960, 1964 и 1967 годы — для нереста сазана и леща), нерест рыб часто происходит в местах, не типичных для данного вида;
- 3) погибают икра и производители на нерестилищах (1959, 1960, 1964 и 1967 годы);
- 4) совмещаются сроки и места икрометания разных видов рыб, в том числе промысловых и не промысловых (1959, 1960, 1964 годы);
- 5) нарушаются и сокращаются сроки пребывания молоди на местах откорма — полах и сроки массовых миграций молоди с ильменно-половых нерестилищ в море. Молодь скатывается с нерестилищ, не достигнув покатного состояния.

Таблица 3

Характеристика величины половодья и затопления дельты
(По данным КаспНИИРХ)

Показатели	Годы							
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Сток за апрель—июнь (км ³)	119,0	95,0	116,8	78,1	99,8	158,1	66,6	104,5
Максимальные попуски (тыс. м ³ /сек)	25,8	25,5	28,2	25,2	23,0	33,2	25,0	27,0
Продолжительность попусков (дней):								
более 20 тыс. м ³ /сек	25	24	28	14	13	44	4	24
более 25 тыс. м ³ /сек	9	10	23	4	0	38	3	5
Максимальный уровень воды (см)	246	258	296	227	215	320	194	266
Затопляемая площадь (%)	63,1	49,4	70,3	48,2	50,5	83,0	33,0	60,0

Зарегулирование стока Волги оказало серьезное влияние на температурный и уровеньный режим нижнего бьефа. Так, в мае и июне 1959—1964 годов температура воды в нижнем бьефе Волгоградского водохранилища оказалась на 2° ниже, а в октябре и ноябре — на 2,5—3° выше, чем в соответствующие периоды до постройки водохранилища. В некоторые годы температура воды у Волгограда осенью была на 5—6° выше, чем до образования водохранилища.

Теплая вода, поступающая из водохранилища осенью, некоторое время задерживает охлаждение воды водоемов дельты. Весной же, наоборот, в дельту Волги из Волгоградского водохранилища приходит холодная вода и задерживает прогревание.

Биогенный сток, кормовая база, продуктивность

Общезвестно, что продуктивность Каспийского моря формируется под влиянием речного стока. Объем и качественный состав речного стока в значительной мере являются определяющими величиной его продуктивности.

До падения уровня Каспийского моря и зарегулирования Волги с волжскими водами в Северный Каспий поступало до 19 млн. т взвешенных веществ, около 6 тыс. т фосфора минеральных растворенных соединений, 17 тыс. т фосфора органического взвешенных веществ и 144 тыс. т органического азота взвешенных веществ. Сооружение плотин и создание крупных водохранилищ на Волге изменило режим водного стока, обеднило речные воды взвешенными веществами и минеральными растворенными соединениями биогенных элементов. Особенно резко снизился вынос взвешенных веществ после сооружения Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ: с 9—12 млн. т в маловодные годы перед зарегулированием у Куйбышева до 5—6 млн. т. Вдвое также уменьшился вынос взвешенных наносов и в многоводные годы.

Концентрация фосфатов в волжской воде снизилась более чем в три раза по сравнению с периодом 1936—1940 годов и в полтора раза по сравнению с их концентрацией в 1947—1955 годы. Вынос фосфатов в море уменьшился с 6,1 тыс. т в 1936—1940 годы и 3,4 тыс. т в 1947—1955 годы до 2,2 тыс. т в 1960—1964 годы.

Вследствие уменьшения мутности волжских вод, поступающих в Северный Каспий, усилилось использование водорослями фосфатов в нижнем течении реки и на взморье. Концентрация фосфатов, довольно высокая в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС, в волжской воде у Астрахани снижается вдвое.

Уменьшению выноса биогенных элементов в море способствует также происходящее интенсивное зарастание алабиделлы и мелководий Северного Каспия пиччаткой и макрофитами. Они создают своего рода биологический фильтр, используют биогенные элементы на пути их поступления в море и тем самым неблагоприятно влияют на развитие планктона и бентоса в самом Северном Каспии. В связи с сезонным перераспределением водного стока и уменьшением его объема в весеннее половодье сократилось поступление биогенных элементов с водами Волги в Северный Каспий в самое ответственное время вегетационного периода — весной. В результате оседания взвесей в водохранилищах и уменьшения площади заливаемых пойм в зарегулированных условиях сократился сток в море соединений фосфора, азота и взвешенных веществ.

Уменьшение объема водного и биогенного стока, сокращение продукции первичного органического вещества и неустойчивый солевой режим в Северном Каспии, который создается после зарегулирования Волги, оказывают продолжительное отрицательное влияние на кормовую базу полупроходных рыб и общую биологическую продуктивность Каспийского моря.

Уменьшение кормовой базы и ухудшение условий воспроизводства и патула полупроходных рыб немедленно сказалось на снижении промысловых уловов и продуктивности водоема.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что на протяжении последних тридцати лет происходит снижение рыбопродуктивности основных и наиболее массовых видов промысловых рыб Каспия, особенно резкое после зарегулирования Волги.

Наблюдаемые в Каспийском море процессы не только привели к ухудшению качественного состава промысловых запасов и уловов, снижению продуктивности промысловых стад, но и к резкому ухудшению

Таблица 4

Продукция кормовых организмов для полупроходных рыб в Северном Каспии
и уловы потребителей — леща и воблы
(По данным ВНИРО и КаспНИИРХа)

Показатели	Г о д ы				
	1931— 1935	1941— 1945	1950— 1959	1960— 1963	1966— 1968
Продукция кормовых организмов г/м³	78,0	38,3	46,8	29,6	24,0
%	204	100	122	77	62
Уловы леща и воблы тыс. ц	2051	1075	807	548	384
кг/га	20,5	12,8	9,5	6,5	4,5
%	191	100	75	51	36

природных качеств самих промысловых рыб, снижению темпа их роста, средних навесок и линейных размеров.

Весовой рост полупроходных рыб Северного Каспия — воблы, леща, судака характеризуется данными.

Таблица 5

Вес воблы, леща, судака Северного Каспия в граммах до и после
зарегулирования Волги
(По материалам КаспНИИОРХа)

Периоды	Годы	Возраст	
		4	5
До зарегулирования После зарегулирования	Вобла 1947—1950 1963—1967	168 128	223 171
	Разница	—40	—52
До зарегулирования После зарегулирования	Лещ 1946—1950 1963—1966	500 381	585 456
	Разница	—119 3 г.	—129 4 г.
До зарегулирования После зарегулирования	Судак 1948—1953 1960—1965	1059 920	1855 1433
	Разница	—139	—422

Таблица 6

Средние размеры и вес разных возрастных групп туркунского леща
(По материалам Азербайджанского отделения ЦНИОРХа)

Возраст	Г о д ы					
	1950—1951, до зарегулирования		1961—1962, после зарегулирования		Разница	
	длина (см)	вес (г)	длина (см)	вес (г)	в длину	в весе
2+	28,1	539	21,4	205	—6,7	—334
3+	29,2	598	26,3	301	—2,9	—297
4+	32,1	598	27,9	416	—4,2	—182
5+	33,3	889	29,3	435	—4,0	—454

Резко ухудшился темп роста промысловых рыб в Каспийско-Куринском районе (табл. 6 и 7).

Приведенные данные свидетельствуют, что в Каспийском море происходят и происходят коренные изменения, которые приводят в конечном итоге к снижению его рыбопродуктивности.

Таблица 7

Изменение темпа роста каспийского лосося
(По материалам Азербайджанского отделения ЦНИОРХа)

Возраст	До зарегулирования		После зарегулирования		Разница	
	длина (см)	вес (кг)	длина (см)	вес (кг)	в длину (см)	в вес (кг)
4	86	6,9	82	7,1	-4	+0,2
5	98	13,1	86	8,2	-12	-4,2
6	110	17,2	92	10,2	-18	-7,0
7	116	22,0	102	13,0	-14	-8,0
8	123	25,3	—	—		
9	130	28,5	—	—		

Масштабы снижения рыбопродуктивности Каспийского бассейна

Средние годовые уловы рыбы в Каспийском море до резкого падения его уровня в 1931—1935 годах составляли 4842 тыс. ц, в том числе крупночастиковых рыб — 1610 тыс. ц, воibly — 1779 тыс. ц, сельди — 773 тыс. ц, осетровых — 180 тыс. ц.

До зарегулирования Волги у Куйбышева (1951—1955 годы) средние годовые уловы в Каспийском море составляли 2898 тыс. ц, в том числе крупночастиковых рыб — 1085 тыс. ц, воibly — 785 тыс. ц, сельди — 540 тыс. ц, осетровых — 122 тыс. ц. Уменьшение уловов в период до сооружения Куйбышевского гидроузла является результатом, главным образом, отрицательного влияния на рыбные запасы падения уровня Каспийского моря и весьма интенсивного рыболовства. После сооружения Куйбышевской и особенно Волгоградской ГЭС средние годовые уловы (1961—1965 годы) составили 1244 тыс. ц, в том числе крупночастиковых рыб — 450 тыс. ц, воibly — 258 тыс. ц, сельди — 161 тыс. ц и осетровых — 150 тыс. ц.

Таблица 8

Среднегодовые уловы рыбы в Каспийском бассейне в различные периоды (тыс. ц)

Уловы рыб по группам и видам	Периоды в годы			
	До падения уровня моря, 1931—1935	Перед зарегулированием Волги у Куйбышева, 1951—1955	После зарегулирования Волги у Куйбышева, 1961—1965	Современный улов, 1966—1968
Крупночастиковые	1610	1085	450	498
Воibly	1779	785	258	162
Сельдь	773	540	161	150
Осетровые	180	122	160	150
Прочие (мелкий частик)	500	366	215	209
Итого без кильки	4842	2898	1244	1017
Уловы кильки	48	987	2725	3629
Всего	4890	3885	3969	4646

Таким образом, после сооружения на Волге и Каме каскада гидроэлектростанций среднегодовые уловы промысловых рыб сократились более чем вдвое, а ежегодные потери рыбного хозяйства Каспия достигли 1654 тыс. ц, в том числе крупночлениковых рыб — 635 тыс. ц, воблы — 527 тыс. ц, сельди — 379 тыс. ц.

Влияние гидростроительства на промысловые уловы осетровых рыб к этому периоду еще не сказалось, так как уловы состояли из особей, родившихся до сооружения Куйбышевской и Волгоградской ГЭС. С другой стороны, запасы осетровых с 1941 года улучшались благодаря запрещению морского промысла этих рыб и сосредоточению их лова в реках. Это привело к резкому увеличению

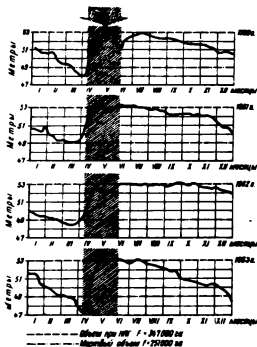


Рис. 1. Режим работы уровня Куйбышевского водохранилища.

Особенно резко снизились уловы сельдей, которые в 1967 и 1968 годах составляли всего лишь 5—6 тыс. ц против 500 тыс. ц в 1965 году, что вызвано, по-видимому, влиянием сильного нефтяного загрязнения моря, ухудшением условий их воспроизводства, а также ослаблением промысла.

Несомненно, влияние зарегулирования речного стока Волги и строительство каскада гидроэлектростанций, особенно Куйбышевской и Волгоградской, и впредь будет оказывать отрицательное воздействие на рыбное хозяйство. Но это влияние можно значительно ослабить, если своевременно осуществить комплекс мероприятий, направленных на улучшение водного, гидрологического и биологического режима Каспия.

к резкому увеличению средних размеров и навесок рыб, увеличению числа производителей, пропускаемых на нерестилища, а следовательно и к увеличению приплода молоди и повышению выхода икры.

Возрастающее использование речного стока на нужды сельского и других отраслей народного хозяйства, прогрессирующее загрязнение речных систем Каспия и самого моря продолжает оказывать отрицательное воздействие на рыбные запасы, что ведет к дальнейшему снижению промысловых уловов.

В самые последние годы (1966—1968) уловы снизились до 1017 тыс. ц, причем уловы ценных рыб упали до 785 тыс. ц (1968) и составляют около 17% всего каспийского улова. Это самый низкий уровень за всю историю каспийского рыболовства.

Вопросы регулирования рыболовства и рационального использования рыбных запасов

Биологически обоснованным регулированием рыболовства можно обеспечить не только наиболее рациональное и эффективное использование рыбных запасов, но и поддержание их на самом высоком уровне.

Каспийское рыболовство знает немало периодов в своей истории, когда в результате чрезмерно интенсивного промысла запасы промысловых рыб подрывались и уловы резко падали. Так было на протяжении многих десятилетий в дореволюционный период. Так было в годы гражданской войны, когда знаменитая по своим печальным последствиям «грозна яма» в дельте Волги привела к резкому сокращению основного фонда производителей проходных видов ценных рыб — леща, сазана, судака и др. Были и такие периоды, когда в результате применения огромного количества высокоуловистых орудий лова (распорных и сейнерных неводов, а также различных мелких ловушек на перестилщах) вылов производителей и молоди достигал громадных размеров. И хотя в указанные периоды запасы промысловых рыб держались на невысоком уровне, все же они давали возможность получать значительные промысловые уловы. Объясняется это, главным образом, тем, что природные условия естественного размножения, нагула и зимовки промысловых рыб были весьма благоприятными и обеспечивали непрерывное самовоспроизводство их запасов.

Положение резко ухудшилось, когда в результате климатических причин произошло снижение уровня Каспийского моря, а затем, после сооружения каскада гидроэлектростанций и водохранилищ на Волге и Курае, были частично или полностью потеряны перестилща проходных видов рыб, ухудшились условия размножения и существования всех проходных видов рыб.

Именно эти события, которые привели к резкому уменьшению запасов всех ценных промысловых рыб, вызвали необходимость изменить характер и интенсивность ведения каспийского рыболовства. Были запрещены орудия и способы рыболовства, приводившие к массовому вылову молоди ценных рыб, сокращены сроки промысла, расширены запретные зоны, увеличены промысловые размеры на рыб, которых можно вылавливать и т. д. Были полностью прекращены лов рыбы сейнерными и распорными неводами в Северном Каспии, лов бударками на раскатах перед

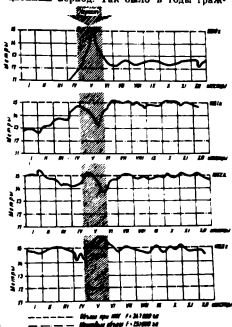


Рис. 2 Режим сработки уровня Волгоградского водохранилища.

устьями дельты Волги, сетной лов частичковых рыб на Северном Каспии. Особенно важным мероприятием явилось запрещение морского промысла осетровых по всему Каспийскому морю и сосредоточение их лова в дельтах и низовьях рек. Наряду с этим была снижена интенсивность промысла путем резкого сокращения числа занятых в каспийском рыболовстве людей и орудий лова. Осуществление всех указанных мер по регулированию рыболовства, естественно, дало положительные результаты. Особенно эффективно это сказалось на размножении осетровых рыб, уловы которых возросли в 5 раз, а выход икры в 10 раз. Хорошие результаты дали также мероприятия по регулированию промысла других видов рыб. Однако ухудшение гидрологического и биологического режима Каспийского моря и дельт впадающих в него рек под влиянием гидростроительства, возрастающее изъятие пресного стока и загрязнение водоемов оказало и продолжает оказывать все в большей степени отрицательное воздействие на запасы промысловых рыб, снижая эффективность мер по регулированию рыболовства. Вместе с тем, можно с полным основанием утверждать, что осуществление мер по регулированию рыболовства даже в условиях зарегулированного речного стока позволило бы значительно повысить рыбопродуктивность и промысловые уловы ценных рыб Каспийского моря.

Создание волжских водохранилищ не компенсирует снижение рыбопродуктивности Каспийского моря

Создание каскада волжских водохранилищ не только не компенсировало потери и снижение рыбопродуктивности Каспийского моря, но и явилось одной из важнейших причин этого процесса.

При проектировании каскада гидроэлектростанций на Волге и Камае предполагалось, что создание огромных водохранилищ, охватывающих сотни тысяч гектаров водной площади, позволит развить в них значительные запасы ценных промысловых рыб и тем самым компенсировать в некоторой степени потери рыбного хозяйства в Каспийском море, связанные с гидростроительством. Теоретически такие предположения были вполне обоснованы, так как водохранилища создавались на весьма плодородных землях, а аккумуляция значительной части речного стока в водохранилищах гарантировала пополнение этих водоемов фосфором, азотом и другими элементами, обеспечивающими богатство органической жизни.

Предположения об обогащении водохранилищ питательными веществами полностью оправдались. В ряде водохранилищ сформировались промысловые запасы некоторых видов рыб. Однако в целом большие надежды на создание в водохранилищах мощных стад промысловых рыб пока еще не оправдались. Ни в одном из волжских водохранилищ не удалось сформировать стада рыб, предусмотренные проектами. Это объясняется тем, что эксплуатация водохранилищ не носит комплексного характера, а интересы рыбного хозяйства недостаточно учитываются. Сказанное подтверждается, в частности, анализом режима сработки уровня двух водохранилищ волжского каскада, играющих решающую роль в регулировании речного стока, — Куйбышевского и Волгоградского. На прилагаемых графиках (рис. 1, 2) видно, что режим сработки уровня указанных водохранилищ резко колеблется по годам. При заполнении водохранилищ происходит затопление перестилей и массовый перест рыб, а затем, при резкой сработке уровня, перестилца обмываются и отложенная на них икра погибает. Во многих случаях начало сработки уровня совпадает с началом массового переста и размножение прерывается, чем фактически ликвидируется нормальное воспроизводство запасов. Необходимые условия обитания промысловых стад нарушаются также режимами суточ-

ными и недельными колебаниями уровня в нижних бьефах водохранилищ (рис. 3) и другими явлениями.

За время, прошедшее после зарегулирования стока Волги, в водохранилищах аккумулировалось значительное количество взвешенных веществ и биогенных элементов, а видимых результатов повышения их рыбопродуктивности не наблюдается. Так, за 10 лет до зарегулирования речного стока в Каспий поступило, примерно, 153 млн. т взвешенных веществ. После зарегулирования стока у Куйбышева и Волгограда их поступило вдвое меньше — лишь 77 млн. т, а в водохранилищах осталось, примерно 76 млн. т. Биогенных элементов за 10 лет в водохранилищах аккумулировано примерно, 25 млн. т. Какова эффективность огромной массы детрита, органики и биогенов, аккумулированных в водохранилищах? О продуктивности водоемов принято судить по объему вылова промысловых рыб. Каковы же эти уловы?

Рыбопродуктивность Куйбышевского водохранилища прогнозировалась в размере 40 кг/га, с выходом общей рыбной продукции 240 тыс. ц в год. Фактически общий выход рыбной продукции на десятый год существования водохранилища составляет всего лишь 40 тыс. ц, или 6,2 кг/га.

Во всех действующих волжских водохранилищах предусматривалось вылавливать 581,9 тыс. ц рыбы, а фактически в 1968 году выловлено лишь 110,7 тыс. ц. Если даже к максимальному улову прибавить то количе-

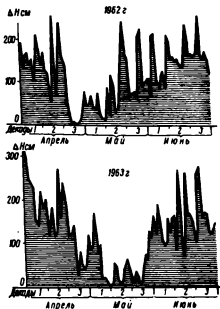


Рис. 3. Суточные колебания уровня воды в нижнем бьефе Волжской ГЭС им. В. И. Ленина.

Таблица 9

Показатели рыбохозяйственного освоения водохранилищ на Волге и Каме

Показатели рыбохозяйственного освоения водохранилищ								
Наименование водохранилищ	Год постройки	Площадь при НПУ (тыс. га)	Уловы (тыс. ц)			Рыбопродуктивность (кг/га)		
			процент факт.	фактические		процент факт.	фактические	
				1963 г.	1968 г.		1963 г.	1968 г.
Иваньковское	1937	32,7	10,0	3,6	н с	30	н с	
Угличское	1940	24,0	7,5	2,1	н с	35	7,0	
Рыбинское	1941	455,0	70,0	38,5	28,0	16	8,0	
Горьковское	1955	157,0	56,4	8,7	4,6	35	4,6	
Куйбышевское	1956	654,0	240,0	46,5	40,0	40	6,3	
Волгоградское	1958	347,0	173,0	29,4	27,9	50	8,4	
Камское	1954	172,0	25,0	5,7	4,0	14,5	3,0	

ство рыбы, которое должно быть обеспечено рыболовными хозяйствами, до сих пор по разным причинам не сооруженными, то и в этом случае общий улов рыбы не составил бы и половины намечавшегося в проектах.

Таким образом, созданные на Волге и Каме водохранилища, на заполнение которых безвозвратно изъята значительная часть волжского стока и в которых ежегодно аккумулируются миллионы тонн ценнейших органических и биогенных веществ, не только не компенсируют огромных потерь рыбного хозяйства Каспийского бассейна, но не обеспечивают и минимальной рыбопродуктивности, принятой для водоемов соответствующих географических зон.

ВЫВОДЫ

Для сохранения на высоком уровне рыбопродуктивности Каспийского бассейна необходимо:

1. Улучшить водный баланс Каспийского бассейна в целях стабилизации современного уровня моря и недопущения его дальнейшего понижения (наиболее благоприятным для сохранения и дальнейшего увеличения биологических ресурсов Каспия является повышение современного уровня моря на 1—2 м).

- В связи с этим срочно необходимо: а) приступить к осуществлению проекта переброски стока северных рек Печоры и Вычегды через Каму и Волгу в Каспийское море, что может дать (при осуществлении только первых двух очередей проекта) 37 км^3 в год; б) осуществить полное или частичное отделение залива Кара-Богаз-Гол от Каспийского моря, что может повысить приходящую часть водного баланса Каспия, примерно, на $5\text{—}10 \text{ км}^3$ в год; в) осуществить сооружение канала Волга—Урал для ежегодной переброски из Волги в дельту Урала $5\text{—}10 \text{ км}^3$ в год воды для улучшения гидрологического и биологического режима в восточной половине Северного Каспия, в нижнем течении реки Урал и ее дельте.

2. Осуществить весь комплекс рыбоводно-биологических и мелiorативных мероприятий, обоснованных и предложенных биологической наукой и утвержденных директивными органами (строительство рыболовных заводов, хозяйств и мелiorативных объектов, биологически обоснованное регулирование рыболовства и охрана рыбных запасов).

3. Принять эффективные меры к защите Каспийского моря и впадающих в него рек от загрязнения неочищенными стоками промышленных предприятий и в первую очередь нефтепродуктами и ядохимикатами.

4. На ближайшие 50 лет воздержаться от организации разведки и добычи нефти и газа в Северном и Среднем Каспии и повести строгий порядок в добыче и разведке их в южном Каспии, чтобы не допускать массовой гибели рыбы от загрязнения моря нефтью.

5. Пересмотреть график и режим аккумуляции в водохранилищах и сброски стока Волги как единого бассейна с тем, чтобы речной сток можно было максимально использовать в интересах не только энергетики, но также сельского, рыбного, водного и других отраслей народного хозяйства.

6. Объявить северную часть Каспийского моря с дельтами рек Волги и Урала заповедной зоной, допуская в этой зоне развитие только рыбного хозяйства и водного транспорта.

7. Осуществить акклиматизацию в Каспийском море наиболее ценных видов хищных рыб из семейств лососевых, сиговых и других, которые могли бы использовать мощные запасы малоценных видов рыб — кильки, бычков, атерины, а также избыточные запасы планктона и бентоса и давать народному хозяйству ценные рыбные продукты.

ЛИТЕРАТУРА

- Барсукова Л. А., 1965. Биогенный сток Волги в первые годы зарегулирования стока у Волгограда. Тр. КаспНИРХ, т. 20.
- Бердичевский Л. С., 1954. Воспроизводство запасов ценных промысловых рыб в Волго-Каспийском бассейне в связи с гидростроительством. Тр. Всесоюзн. конф. по рыбн. хоз., в 1. Изд. АН СССР.
- Бердичевский Л. С., 1961. Биологические основы рационального ведения рыболовства. Тр. Совещ. по диким члени. Изд. АН СССР.
- Бердичевский Л. С., 1961а. Рациональное использование рыбных запасов — важнейший путь повышения рыбопродуктивности Каспийского бассейна. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 3. Изд. АН СССР.
- Бердичевский Л. С., 1965. Рыбохозяйственное освоение волжских водохранилищ. Рыбоводство и рыболовство, № 4.
- Бердичевский Л. С., 1965а. Закономерности роста рыб и проблема рационального рыболовства. Вопросы гидробиологии. Всесоюзн. Гидробиол. общ. Изд. «Наука», М.
- Бердичевский Л. С., 1968. Научные проблемы рыбного хозяйства Каспия. 1-я конф. по изучен. вод. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Бердичевский Л. С., Лебедев В. Д., 1968. О реконструкции ихтиофауны Каспийского бассейна. Сб. раб. по акклим. рыб и беспозвон. в вод. СССР. Изд. «Наука», М.
- Бесчетнова Э. И., 1967. Изменение основных элементов гидробиологического режима нижнего течения Волги после зарегулирования ее стока. Тр. Касп. научн. инст. рыбн. хоз., т. 23.
- Виноцкая Н. И., 1965. Первичная продукция Северного Каспия. Тр. Касп. научн. инст. рыбн. хоз., т. 20.
- Виноградов Л. Г., Яблонская Е. А., 1965. Проблема рыбохозяйственной мелководии Каспийского моря. Намен. биол. компл. Касп. и. за последн. десятилетия. Изд. «Наука», М.
- Горбунов К. В., 1965. Основные черты изменения природного комплекса дельты Волги. Гидробиол. журн., № 3.
- Горбунов К. В., Коблянская А. Ф., Косова А. А., 1965. Значение авандельты р. Волги для воспроизводства полупроходных рыб. Тр. Астрахан. зап.-ведн., в 10.
- Пирожников П. Л., 1965. Основы рыбного хозяйства на водохранилищах. Сб. Вопросы гидробиологии. Изд. АН СССР.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РЫБОПРОДУКЦИИ ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

П. В. Михеев

(ВНИИПРХ)

Пути повышения рыбопродуктивности внутренних водоемов, в том числе водохранилищ, за последние 30 лет сводились в основном к мероприятиям по улучшению в них видового состава рыб, увеличению численности ценных и сокращению малоценных рыб. Этой задаче были подчинены все рыбохозяйственные мероприятия на внутренних водоемах, в частности: акклиматизационные работы, работа перестово-выростных хозяйств, искусственное оплодотворение икры, устройство искусственных нерестилищ, спасение молоди ценных рыб и, наконец, правила рыболовства.

Предполагалось, что преобладание в водоемах ценных промысловых рыб позволит рациональнее использовать их кормовые ресурсы, получить более высокий прирост рыбы на единицу съеденного корма и повысить тем самым рыбопродуктивность водоемов. На практике регулирование в водоемах видового состава рыб и их численности оказалось весьма сложным мероприятием. В небольших, хорошо облавливаемых водоемах это еще удавалось. В пойменных озерах, например, при заселении их карпом, рыбопродуктивность повышалась в 4—5 раз и достигала 2—3 ц/га. В больших по площади водоемах сколько-нибудь значительного увеличения рыбопродуктивности получать не удавалось.

Особенно сложной оказалась борьба с малоценной рыбой. Обычно при этом рекомендуется интенсивный отлов ее производителей и подавление с помощью ценных хищных рыб. Интенсивный вылов малоценной рыбы сдерживался ее низкой пищевой ценностью и трудностью сбыта. Подавление малоценных рыб с помощью ценных хищных рыб во многих случаях оказывалось несостоятельным из-за колебаний численности хищных рыб по годам. Это особенно относится к щуке, естественное размножение которой в водохранилищах по годам подвержено резким изменениям из-за колебаний уровня воды.

В последние годы начали применяться химические методы борьбы с малоценной рыбой, в частности, обезрыбление водоемов путем применения хлорпинена. Однако в водохранилищах на реках применение этого метода исключается.

Все вместе взятое привело к плохому использованию запасов малоценных рыб, к накоплению в наших внутренних водоемах крупных резервов животных кормов в виде малоценной рыбы для ценных рыб.

Возможен иной путь решения проблемы увеличения рыбопродукции внутренних водоемов, в том числе и водохранилищ. Таким путем является освоение водохранилищ методами прудового рыбоводства, то есть создание на водохранилищах полностью управляемых товарных рыбохозяйств с законченным циклом выращивания товарной рыбы.

Можно без преувеличения сказать, что методы прудового рыбоводства являются наиболее совершенными. В прудовом рыбоводстве водный состав рыб и их численность, но и среда обитания рыб, в частности, гидрохимический режим и кормовая база рыб. Этим и можно объяснить, что современное прудовое рыбоводство на больших площадях получает рыбопродуктивность 15—20 ц/га, что в десятки и сотни раз превышает рыбопродуктивность водохранилищ.

Столь высокая рыбопродуктивность достигается при ряде условий. Основными из них являются: 1) наличие в водоеме благоприятного для жизни рыбы физико-химического режима, 2) обеспеченность рыбы пищей, 3) отсутствие сорной и хищной рыбы и 4) возможность вылова всей выращенной рыбы.

Такие условия создаются в прудовых рыбоводных хозяйствах путем специального гидротехнического строительства, кормления рыбы, удобрения прудов.

В естественных водоемах и водохранилищах указанный комплекс условий в полном виде отсутствует. Есть лишь благоприятный для жизни рыбы физико-химический режим (имеются в виду водоемы, не загрязняемые промышленными и бытовыми стоками), ищей вся рыба полностью не обеспечена, имеется сорная, хищная рыба, вылов всей выращенной рыбы при современных способах лова невозможен. При таких условиях рыбопродуктивность водохранилищ остается низкой — 10—20 кг, в лучшем случае — 40 кг/га.

Вместе с тем, в наших внутренних водоемах, в том числе в водохранилищах, имеются предпосылки для строительства товарных рыбоводных хозяйств прудового типа. К таким предпосылкам относятся: благоприятный для жизни многих ценных рыб физико-химический режим, крупные резервы животных и растительных кормов в виде малоценной рыбы, моллюсков, зоопланктона, фитопланктона, недоиспользуемых населяющей водоем рыбой и, наконец, в водохранилищах равнинной полосы обширные площади мелководий. Эти предпосылки позволяют создать на водоемах широкую сеть товарных рыбоводных хозяйств и добиться таким путем резкого увеличения рыбопродукции.

Экспериментальными исследованиями лаборатории рыбоводства в водохранилищах ВНИИПРХ разработано два типа товарных рыбоводных хозяйств на водохранилищах: прудовые товарно-выростные хозяйства и садковые товарные. Оба типа рыбоводных хозяйств, располагаясь непосредственно на водохранилищах, имеют неограниченные запасы воды, крупные резервы местных животных и растительных кормов и требуют незначительного земледелия для подсобных и жилых помещений.

Прудовые товарно-выростные хозяйства строятся в зоне мелководий водохранилищ, процесс выращивания рыбы в них полностью управляем. Для этого акватории хозяйств отгораживаются от водохранилища плотинами, в них создается независимый от водохранилища водный режим, подчиненный процессу выращивания рыбы. Выращивание товарной рыбы производится интенсивным методом, с применением кормления рыбы и удобрения прудов. Рыбопродуктивность прудов в товарно-выростных хозяйствах составляет 10—15 ц/га рыбы. Помимо товарной рыбы хозяйства выращивают молодь ценных рыб для пополнения рыбных запасов водохранилищ.

В настоящее время такое товарно-выростное хозяйство строится в Сусанском заливе Куйбышевского водохранилища. Общая площадь хозяйства около 7 тыс. га. Мощность хозяйства — 90 тыс. ц товарной рыбы. Это более чем в 2 раза превышает современный вылов со всего Куйбышевского водохранилища площадью 650 тыс. га. Помимо товарной рыбы,

Сусканское хозяйство будет ежегодно давать 3 млн. сеголетков ценных рыб для пополнения рыбных запасов водохранилища.

Прудовые товарные рыбные хозяйства можно развивать не только на мелководных водохранилищах, но и на примыкающих к водохранилищам землях. Здесь целесообразен «агрорыбооборот», то есть чередование на обмелованных участках поля культуры рыбы и уток с сельскохозяйственными культурами. Строительство таких комбинированных агро-рыбо-утиных хозяйств облегчается тем, что в водохранилищах по сравнению с речными условиями высоко поднят уровень воды. Во многих случаях водохранилища непосредственно примыкают к широким ровным полям, на юге иногда — к засоленным землям. На таких ровных площадях, примыкающих к водохранилищам, и возможно строительство крупных комбинированных агро-рыбоутиных прудовых хозяйств. В настоящее время таких хозяйств у нас еще нет. В некоторых водохранилищах в береговой зоне построены перестово-выростные хозяйства для пополнения рыбных запасов водохранилищ молодью ценных пород рыб.

Садковые товарные рыбные хозяйства являются новым типом рыбных хозяйств. Организация подобного типа хозяйства стала возможной благодаря достижениям нашей промышленности, а именно, выпуску синтетических материалов, по гнущихся в воде, таких, как капроновая дель, капроновые нитки, шнуры, пенопласт, полиэтиленовые трубы и др. Из этих материалов стало возможно изготавливать большие по объему рыбные садки, в которых выращиваемая рыба не чувствует угнетения, питается, растет.

Садки плавучие. В них устанавливается физико-химический режим, свойственный режиму водоема, в котором они размещены. Это позволяет выращивать рыбу в садках при плотных посадках, в сотни раз превышающих наиболее плотные посадки в прудовых хозяйствах, кормить рыбу искусственными и естественными кормами с широким использованием резервов местных животных и растительных кормов водохранилищ.

При палочки в плавучих садках хорошего физико-химического режима, свойственного большим и глубоким водоемам, в них можно выращивать требовательных к кислороду и особенно ценных в пищевом отношении рыб — лососевых, сиговых, осетровых.

Наша лаборатория сейчас заканчивает разработку структуры и биотехники форелевых садковых хозяйств. Выяснилось, что в условиях водохранилищ средней полосы Союза радужная форель растет в садках не хуже, а даже несколько лучше, чем в обычных форелевых прудах на родниках и горных речках. Кормление форели при этом производится смесями, в которых около 70% составляют местные корма — малоценная рыба и дрейссена, добываемые из водохранилищ. Мощность отдельных форелевых садковых хозяйств может измеряться сотнями центнеров товарной форели и сотнями тысяч штук посадочного материала. Достаточно велика продукция каждого садка в отдельности. В садке объемом 50 м³ можно выращивать до 1 т товарной форели.

Помимо форели проводятся опыты по выращиванию в садках чудского и ладожского сига, пеляди, байкальского омуля, стерляди, гибридов белуги-стерляди, судачка, карпа, пестрого и белого толстолобиков, белого амура, сома и других рыб. Перспективными для выращивания в садках оказались сиговые и осетровые. С этими рыбами сейчас проводятся дальнейшие опыты, разрабатывается структура и биотехника сиговых, стерляжьих садковых хозяйств. Для водоемов юга перспективно выращивание гибрида белуги-стерляди и белого толстолобика.

Рыбное хозяйство водохранилищ и создаваемые на них товарные рыбные хозяйства следует рассматривать как единое рыбное хозяйство, имеющее своей целью увеличение рыбопродукции водохранилищ. Сад-

ковые рыбоводные хозяйства, используя малоценную рыбу для кормления выращиваемых рыб, стимулируют интенсивный вылов ее из водохранилищ, косвенно способствуют развитию ценных рыб в водохранилищах. Широкая сеть товарных рыбоводных хозяйств должна резко поднять рыбопродукцию водохранилищ.

Из большого разнообразия рыб, населяющих наши внутренние водоемы, для выращивания в товарно-рыбоводных хозяйствах на водохранилищах следует отбирать наиболее быстрорастущие и ценные в пищевом отношении.

Товарные рыбоводные хозяйства на водохранилищах должны быть значительным, а в ряде случаев, основным источником получения рыбной продукции из водохранилищ, в особенности ценных видов рыб.

РАСШИРЕНИЕ АРЕАЛА НЕКОТОРЫХ РЫБ В СВЯЗИ С ЗАРЕГУЛИРОВАНИЕМ ВОЛГИ

И. В. Шаронов

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

В последние десятилетия, в связи с развитием судостроительства, созданием сети каналов, зарегулированием рек и акклиматизационными работами, наблюдаются значительные изменения границ распространения водных животных, причем процесс этот идет с возрастающей интенсивностью, охватывая обширные акватории. Наиболее заметны эти изменения в наше время во внутренних водоемах.

Зарегулирование стока Волги и создание каскада водохранилищ нарушили сложившиеся тысячелетиями абiotические и биотические связи организмов. Плотины были преграждены путь рыбам, совершавшим анадромные миграции, сократились ареалы этих рыб. Реофилы или совсем исчезли из состава ихтиофауны (голавль, жерех, подуст, след, белоглазка, стерлядь), или уменьшились в своей численности и получили прерывистое распространение, сохранившись только в верхних участках водохранилищ и исчезнув из нижних, приплотинных.

Из состава рыбного населения Верхней и Средней Волги после зарегулирования ее стока выпали такие рыбы, как минога, севрюга, проходной осетр, белорыбца, лосось, черноспинка, волжская сельдь, каспийский пузанок. Число видов в водохранилищах Верхней Волги уменьшилось на 8—9, Средней — на 16, в камских — на 9 видов.

В то же время снижение скорости течения и образование каскада водохранилищ, отделенных друг от друга сравнительно короткими речными участками, обеспечило более широкое распространение лимнофильных беспозвоночных и рыб. В самом начале образования Куйбышевского водохранилища широкое распространение в нем получили северные относительно холодолюбивые представители зоопланктона, которые в последующие годы увеличили свою численность, стали играть существенную роль в биологических процессах в водоеме и в значительной степени обогатили кормовую базу рыб (Даябан, 1962, 1963).

С зарегулированием Верхней Волги создались условия для расширения ареалов некоторых озерных рыб. Из Белого озера по Шекспе в Рыбинское водохранилище проник снеток *Osmerus eperlanus eperlanus morpha spirinchus* Pallas, который относительно быстро обжился в новых условиях, увеличился в численности и стал скатываться в нижний бьеф. а с 1949 года уже был заметен в промышленном лове (Васильев, 1951). Интенсивность ската определялась его численностью в водохранилище. В реке численность его уменьшалась по мере удаления от плотины Рыбинской ГЭС (Чиркова, 1960), но, тем не менее, отдельные особи скатывались по Волге до Горьковской области (Кузнецов, 1951). В уловах встречались только сеголетки, за исключением тех особей, которые попадали в затоны. В уловах мальковым тралом численность сеголетков была вы-

вам она является желательным компонентом ихтиофауны. Потребляя в качестве пищи зоопланктон, который недостаточно потребляется местными рыбами, она могла бы способствовать более полному использованию кормовых ресурсов водоема. Однако трудно ожидать большого увеличения ее численности в водохранилищах с глубокой зимней сработкой урона воды. В период паводка икры горизонт воды в Куйбышевском водохранилище падает на 5,7 м, и значительная часть икры ряпушки погибает под льдом.

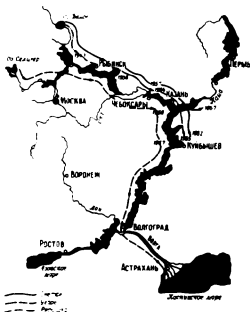


Рис. 1. Схема продвижения светла, ряпушки и угря вниз по Волге

плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. В том же году он встречался в районах Марининского посада, Ульяновска и Куйбышева (рис. 1).

После зарегулирования Дона далеко расширила северные границы ареала черноморская пулошекая игла-рыба — *Syngnathus nigrolineatus* Eichw. Этот обитатель прибрежной растительности Черного и Азовского морей заходит в реки и связанные с морем озера. Поднявшись по Дону, игла-рыба проникла в Цимлянское водохранилище, а затем в Верхний Дюп (Федоров, Афонюшкина, Алфеев, 1965). В Куйбышевском водохранилище особи этого вида впервые были обнаружены П. В. Михеевым в Сусанском заливе в 1962 году, а затем и нами ниже Ульяновска. Можно предположить, что игла-рыба по Волго-Донскому каналу им. В. И. Ленина проникла из Цимлянского водохранилища в Волгу, а затем в Волгоградское и Куйбышевское водохранилища. Однако не исключена возможность завоза ее молоди с мизидами, которых с целью акклиматизации доставлял с Дона в Цимлянское водохранилище в Куйбышевское.

Необычно быстро в водохранилищах южной зоны СССР шло распространение тюльки. После перекрытия Днестра у Каховки в Каховском водохранилище осталась черноморско-азовская тюлька — *Clupeonella delicatula delicatula* (Nordmann), которую осенью 1958 года ловили в

В последнее время в бассейне Волги и Каспия стал встречаться речной угорь *Anguilla anguilla* (Linne), распространившийся, по-видимому, из озера Селигер, куда в 1960—1967 годах было выпущено 4,6 млн. особей этого вида на стадии стеклянных угрей (Никаноров, 1968). Его вылавливали в Волге в районе Калинин, Рыбинска, Костромы (Никаноров, 1966), в опресненных участках Каспийского моря и в устье реки Куры (Абдурахманов и Кулиев, 1965, 1968). В Куйбышевском водохранилище он впервые был пойман в апреле 1966 года в Свижском заливе сотрудниками Казанского университета. В июне следующего года

различных участках (Сальников и Сухойван, 1959). В последующие годы численность ее резко увеличилась, уловы за 1963—1967 годы возросли в 8,5 раза (с 3201 до 27 237 центнеров) и достигли 28,9% общего улова рыб-прискоков (озеро Лепина), где стала объектом промысла. Уловы ее здесь колебались в пределах 89,5—401,7 центнера (Булахов, 1966).

Каспийская тюлька *Clupeonella delicatula caspia* Svetovidov весной 1958 года по Волго-Донскому каналу проникла в Цимлянское водохранилище, размножилась здесь и стала играть существенную роль в питании судака, басса и крупной чехони (Домаевский, Дронов, Ткачев, 1964). В дальнейшем границы распространения ее расширились к северу за счет проникновения в Верхний Дон (Федоров, Афонюшкин, Алфеев, 1965).

До перекрытия Волги у Волгограда чархальская тюлька — *Clupeonella delicatula caspia* m. *tscharchalensis* (Borodin) встречалась в дельтах и в затоках Волги, поднимаясь вверх на 90 км выше Саратова. После образования Волгоградского водохранилища началось продвижение ее вверх по Волге. За сравнительно короткий срок она расселилась по всей акватории водохранилища и в 1963 году уже встречалась в нижнем бьефе Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. В Куйбышевском водохранилище впервые обнаружена в 1964 году в Сусанском заливе. Летом 1966 года она встречалась в заливах и открытой части нижней половины водохранилища, причем северная граница ее распространения проходила ниже города Тетюши (Старомайнский залив). Осенью же тюлька расселилась по всему водохранилищу — по Волге до устья реки Цивиль (город Маркинский посад), а по Каме — до Чистополя. При этом численность ее резко возросла, и вылавливали ее не единицами, а десятками и сотнями, а в уловах мальковым тралом она преобладала над молодой абсорбентов. В 1968 году тюлька поднималась по Волге до устья Суры, а по Каме — выше Чистополя, поголовье ее еще более возросло. За 15 минут лова мальковым тралом в некоторых заливах (Усинском, Старомайском, Свяжском) и в устье реки Цивиль попадалось свыше тысячи особей этого вида. Средние уловы достигли 169,6 против 73,3 экземпляра в 1966 году, а относительная численность в уловах мальковым тралом поднялась до 71,5%. В отличие от других вселенцев тюлька за сравнительно короткий срок освоила обширную акваторию, увеличила свою численность и стала массовой рыбой в новых для нее водоемах, потеснив многих абсорбентов. Несмотря на большое продвижение на север, показатели роста и улова почти тюльки в новых районах оставались высокими.

В Приволжском плесе Куйбышевского водохранилища, в районе Толяттинского речного порта, в 1968 году был обнаружен каспийский бычок-кругляк *Neogobius melanostomus affinis* (Eichwald), который, по данным Ф. К. Гавленя, в большом количестве вылавливался рыбаками-любителями. Прежними исследователями для данного района он не был указан. До зарегулирования стока этот вид поднимался по Волге лишь до Красноварейска, расположенного ниже Волгограда (Берг, 1949). В первые годы существования Куйбышевского водохранилища он не встречался ни в верхнем, ни в нижнем бьефе плотины ГЭС (рис. 2).

После массового выпуска в 1965 году в дельте Волги молодой белого амура *Steodon argenteus idella* (Valenciennes) эта рыба поднималась вверх, через рыбоподъемник попала в Волгоградское водохранилище и летом 1966 года стала встречаться в уловах рыбаков. Впоследствии белый амур был обнаружен выше устья реки Ерланд, а в 1967 году — в районе села Печерского, в 110 км ниже Куйбышева (Небольсин, 1968). По данным Ф. К. Гавленя (1968), весной того же года несколько белых амуров было поймано в устье реки Сок выше Куйбышева (рис. 2).



Рис. 2. Схема продвижения каспийской тюльки, черноморской иглы-рыбы, каспийского бычка-крутляка и белого амура на север

кладки икры он использует мелкие корни наземных луговых растений, мох, древесные остатки, хвойные ветки и случайно попавшие предметы (Чиркова, 1959). При температуре 10° инкубация икры продолжается 24 дня. В Куйбышевском водохранилище в это время происходит значительное колебание уровня воды, вследствие чего отложенная икра может обнажаться или подвергаться действию прибойной волны (сносится на ил или выбрасывается на берег).

Условия размножения в водохранилищах Средней Волги не отвечают экологическим требованиям ряпушки, нерест которой в Белом озере происходит в ноябре на глубине 3,5—4,5 м при температуре воды 4° . Инкубация икры продолжается до конца мая — начала июля, когда в водохранилище происходит глубокая сработка уровня воды. Слабое развитие прибрежной водной растительности, обычного биотопа иглы рыбы, является по существу препятствием к более широкому расселению ее в водохранилищах. Это несоответствие между экологическими требованиями и условиями обитания, вероятно, и задерживает рост их поголовья в водоемах водохранилищ.

Из южных видов только тюлька стала массовой рыбой в водохранилищах Нижней и Средней Волги и прочно вошла в рацион местных хищников — щуки, бобра, судака, окуня и сома. Ее быстрому распространению и резкому росту численности способствовал ряд благоприятных факторов: а) снижение скорости течения воды, б) обилие корма (высокая биомасса зоопланктона), в) малочисленность планктофагов — конкурентов в питании и г) слабый пресс хищников — потребителей тюльки. Ус-

Таким образом, за короткий срок снеток и ряпушка расширили свой ареал к югу с 60° до 53° с. ш., черноморская игла-рыба поднялась к северу с $47^{\circ}10'$ до 54° с. ш., а тюлька — с 52° до $56^{\circ}28'$ с. ш. по Волге и до $55^{\circ}25'$ с. ш. по Каме.

Натурализация отдельных видов за пределами их обычных ареалов представляет большой теоретический интерес и меняет наше представление о их зоогеографическом распространении. Однако не все виды в новых условиях достигают высокой численности. Росту поголовья снетка, который в Рыбинском и Учинском водохранилищах стал массовой рыбой, в нижегородских водохранилищах препятствует неблагоприятный уровеньный режим в период нереста и инкубации икры. В Белом озере снеток не нерестится в конце апреля — начале мая при температуре воды $4,1$ — $13,5^{\circ}$ на глубине 1 — $3,5$ м. В качестве субстрата для от-

доля размножения, неблагоприятно сложившиеся в водохранилищах для большинства туводных рыб (слабое развитие прибрежной растительности, колебания уровня воды весной и глубокая сработка ого в зимний период), также не сдерживают нарастание ее численности, поскольку нерест и пагул этого вида происходит в пелагиали.

В отличие от снетка, ряпушки и клы-рыбы появление тюлька внесло существенные изменения в пищевые взаимоотношения абортитов. С одной стороны, улучшились условия питания хищников, а с другой — сузилась кормовая база молодежи и некоторых возрастных групп промысловых рыб вследствие выедания зоопланктона тюлькой. В этих условиях и вселению в водоемы планктофагов следует подходить с особой осторожностью. Поэтому при планировании рыбоводных мероприятий на водохранилищах необходимо предусматривать возможность проникновения некоторых видов и их натурализацию в новых водоемах, что может внести существенные изменения в трофические связи местных и акклиматизируемых рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Абдурахманов Ю. А., Кулиев З. М., 1965. Европейский угорь в Каспийском море. Рыб. хозяйство, № 5.
- Абдурахманов Ю. А., Кулиев З. М., 1968. Европейский угорь в водоемах Азербайджана. Вопр. иктнол., т. 8, в. 4 (51).
- Берг Л. С., 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Изд. АН СССР, М.-Л.
- Булаков В. Л., 1966. Обогащение икhtiофауны Ленинского водохранилища путем акклиматизации полупроходных видов рыб. Автореф. диссерт. на соиск. учен. степ. к.б.и. Днепрпетровск.
- Васильев Л. И., 1951. О снетке Рыбинского водохранилища. Зоол. ж., т. XXX, в. 6.
- Васильев Л. И., 1952. О ряпушке Рыбинского водохранилища. Тр. Всесоюз. гидробиол. общ., т. IV.
- Гавделен Ф. К., 1968. Икhtiофауна некоторых притоков Средней Волги (1-я конф. по научен. водоемов бас. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Давюбан Н. А., 1962. Водохранилища как географический фактор. Тр. Зоол. совещ. по типол. и биол. обоснов. рыбохоз. использ. внутр. (пресновод.) вод. южн. зоны СССР. Куйбышев.
- Давюбан Н. А., 1963. Северные вселенцы в Куйбышевском водохранилище. Матер. I научно-техн. совещ. по научен. Куйбышев. водохр., в. 3. Гидробиол., икhtiол. и гидрохим. Куйбышев.
- Домашенский Л. Н., Дронов В. Г., Ткачев Н. С., 1964. Палагические рыбы Цимлянского водохранилища. Изв. ГосНИОРХ, т. 57.
- Кожеевников Г. П., 1958. Снеток в Горьковском водохранилище. Научно-техн. бюлл. ВНИОРХ, № 6-7.
- Кожеевников Г. П., 1965. Формирование рыбных запасов Горьковского водохранилища в первые годы его существования. Рыбохоз. освоен. Горьк. водохр. Изв. ГосНИОРХ, т. 59.
- Кожеевников Г. П., Галкин Г. Г., 1957. Ряпушка из Горьковского водохранилища. Научно-техн. бюлл. ВНИОРХ, № 5.
- Кузнецов П. В., 1951. О нахождении корюшки в р. Волге в районе г. Горького. Тр. Карело-Фин. отд. ВНИОРХ, т. III.
- Кузнецов П. А., 1966. Снет и питание снетка *Osmerus eperlanus eperlanus* *poitrae arctinchus* Pallas в р. Волге. Вопр. икhtiол., т. 6, в. 4.
- Нобольский Т. К., 1968. Расселение белого амурского плотвы Волгоград. Небольский Т. К. Рыбное хозяйство, № 8.
- Никаноров Ю. И., 1966. Угорь в озере Саянское. Рыбовод. и рыболов., № 6.

Никаноров Ю. И., 1968. Особенности биологии и снага угря в озере Солзгер. Ихтиоз. и рыбн. хоз. Матер. XIV конф. по научен. водоем. Прибалтики, т. 1, ч. II. Рига.

Поддубный А. Г., 1959. Составные ихтиофауны Куйбышевского водохранилища в начальный период его существования. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 1 (4).

Сальников Н. Е., Сухойвая П. Г., 1959. Тюлька в Каловском водохранилище. Зоол. ж., т. XXXVIII, в. 9.

Спановская В. Д., 1963. Ихтиофауна Учинского водохранилища и ее особенности. Учинское и Можайское водохранилища. Изд. МГУ.

Федоров А. В., Афонюшкина Е. В., Алфеев К. М., 1965. Материалы по миграции рыб в Верхнем Дону. Раб. научно-исслед. лабор. Воронеж. ун-та, сб. 3.

Чиркова З. Н., 1959. Материалы по биологии промысловых рыб Белого озера. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 2 (5).

Чиркова З. Н., 1960. Сметок в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 8-9.

Шаронов Н. В., 1960. О распределении сметки в Куйбышевском водохранилище. Бюлл. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, № 8-9.

ВОСПРОИЗВОДСТВО ОСЕТРОВЫХ В ЗАРЕГУЛИРОВАННОЙ ВОЛГЕ

В. В. Мильштейн, Л. М. Пашкин, В. И. Шилов

(ЦНИОРХ, Волгоградское отделение ГосНИОРХ, Саратовское отделение ГосНИОРХ)

Современное положение осетрового хозяйства на Волге вызывает серьезные опасения. Изменение уровня Каспия привело к снижению эффективности размножения и ухудшению условий нагула осетровых. Развитие гидроэнергетического строительства на Волге вызвало глубокие нарушения условий миграции и переста осетровых и резко снизило масштабы их естественного воспроизводства. Так, после сооружения плотины у Волгограда переставали белуги оказались почти полностью утраченными, осетра — на 80 и севрюги — на 60%. Если до зарегулирования стока Волги естественное размножение осетровых (при рациональном использовании их запасов) могло бы обеспечить ежегодные уловы до 250—300 тыс. ц, то в настоящее время добывается всего лишь до 60—70 тыс. ц. В результате перекрытия Волги и несогласованного режима сработки воды через турбины Волжской ГЭС им. XII съезда КПСС, условия, необходимые для размножения осетровых ниже плотины, сильно нарушены. То же наблюдается и в верховьях водохранилищ. Ущерб, нанесенный запасам осетровых на Волге в результате ухудшения гидрологического режима, только за 1960—1964 годы составил 217 тыс. ц рыбы общей стоимостью 76 млн. руб.

В результате загрязнения Волги нефтью и сточными водами промышленными предприятий осетровому хозяйству нанесен такой большой урон, что сохранение чистой воды становится главной проблемой на пути сохранения запасов осетровых этого водоема. О справедливости данного положения можно судить по следующему фактам. Только за 1964—1965 годы отмечено 15 случаев массовой гибели из-за загрязнения. В результате одного из них, происшедшего под Волгоградом в июне 1965 года, только разовые потери превысили 11 млн. руб. Случаи гибели осетровых по этой причине наблюдались и в последующие годы.

Отрицательному влиянию вышеперечисленных факторов противопоставляется комплекс мероприятий, которые позволяют не только компенсировать потери, но и увеличить уловы осетровых на Волге. В истории красноречивого хозяйства Волго-Каспия немало примеров увеличения добычи осетровых за счет более разумного отношения к их запасам.

Известно, что добыча осетровых в этом бассейне началась очень дав

по. Уже в середине XVII века уловы осетровых здесь достигали 500 тыс. ц в год. Довольно большие уловы их были в XIX и начале XX веков. Однако чрезвычайно высокая интенсивность промысла привела к тому, что к 1930 году улов осетровых уменьшился до 135, а к 1946 году — до 49 тыс. ц. Благодаря принятым мерам по сохранению запасов добыча этих рыб в последующий период заметно возросла и достигла в 1962 году 192 тыс. ц, а в 1968 — 116 тыс. ц.

Эти и многие другие факты свидетельствуют о том, что осетровые могут быстро восстанавливать свою численность, что позволяет человеку взять на себя управление их запасами. Теперь можно считать реальной задачу доведения годового улова в Каспийском бассейне до 500 тыс. ц, так как кормовая база этого водоема вполне обеспечивает получение такого количества осетровых.

В настоящее время промыслом добываются осетры в возрасте от 11 до 30 лет. В уловах основную массу составляют самцы размером от 105 до 135 см и самки от 130 до 160 см (длина абсолютная). Их средние линейные размеры соответственно равны 121—124 и 147—149 см, а вес 10,5—11,4 и 23,9—31,4 кг. Соотношение полов в стаде осетра характеризуется значительным преобладанием самцов над самками.

Возраст вылавливаемых себрюг в различные годы варьирует от 7 до 25 лет. Размеры самцов — от 127 до 130 см (при весе от 6,6 до 7,7 кг) и самок, соответственно, от 146 до 151 см (вес 11,2—12,8 кг). В нерестовом стаде себрюги преобладают самки.

Волжский белужий промысел, несмотря на то, что запасы этой рыбы за последние годы заметно снизились, до сих пор занимает ведущее положение в общих уловах белуги в стране. В 1960—1966 годы речные уловы белуги колебались от 8,5 до 15,8 тыс. ц, составляя 10—11% общегодовой добычи осетровых в Волго-Каспийском районе. В настоящее время более половины стада проходит на нерест в Волгу весной, тогда как прежде наблюдался массовый заход белуги в реку и осенью. Наиболее часто в Волге вылавливаются самки длиной (абсолютной) от 240 до 290 см, весом 70—170 кг, на долю которых приходится 67—74%. Среди самцов преобладают рыбы длиной 190—250 см, весом 40—110 кг, составляющие около 70% общего поголовья самцов. В нерестовом стаде белуги среди самцов преобладали 13—18, а среди самок 16-24-летние особи. Возрастание в уловах относительной роли самцов, созревающих на 3—4 года раньше самок, привело к снижению удельного веса самок с 40—60% в 1958—1962 годах до 30% в 1965—1966.

Нерестовая популяция волжской белуги, прошедшая зону промысла в дельте, в основной массе представлена зрелыми производителями в III и IV стадиях зрелости. Особи с наиболее зрелыми половыми железами встречаются в апреле—мае и в сентябре—октябре, когда коэффициент зрелости у самцов возрастает до 5,5—6,5%, у самок — до 15—17%, а в отдельных случаях даже до 21%. В настоящее время численность нерестовых популяций волжской белуги в разные годы составляет 20—30 тысяч голов. Из них только 5—6 тысяч рыб подходит к плотине Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС.

Решающая роль в увеличении запасов осетровых Каспийского бассейна будет принадлежать Волге. На ней предусматривается в 1969—1970 годах развитие осетрового хозяйства в таких масштабах, чтобы, начиная с 1991 года, обеспечить ежегодную устойчивую добычу 400 тыс. ц осетра, себрюги и белуги. Такое увеличение уловов окажется возможным, если будет осуществлен ряд крупных мероприятий. Среди них важнейшее значение имеет разведение молоди на осетровых рыбодобывочных заводах.

Известно, что Волга является родной руслою и мирового осетроводства. Свыше 100 лет тому назад, 17 мая 1869 года профессор Филипп Ва-

Сильевич Овсянников впервые в мире осуществлял в районе Симбирска (ныне Ульяновска) успешный эксперимент по оплодотворению икры стерляди. С тех пор осетроводство на Волге прошло большой и славный путь. В настоящее время здесь создана новая отрасль рыбного хозяйства — промышленное разведение осетровых.

На Волге построено 7 осетровых предприятий. В их число входят Волгоградский, Кизанский, Бертюльский, Волжский экспериментальный, Икрянинский, Сергиевский и Александровский осетровые рыбодоводные заводы. В 1968 году на них было выращено и выпущено в естественные водоемы 38 млн. штук живехостых мальков, в том числе белуги 13, осетра 10 и севрюги 15 млн. штук. Однако для того, чтобы развить на Волге осетровое хозяйство в намеченных масштабах, необходимо к 1975—1978 годам довести выпуск молоди до 90 млн. штук в год. Для этого необходимо построить ранее запроектированные Саратовский, Жатненский, Ямненский, Камызякский заводы и осетроводное предприятие в районе вододелья, а также реконструировать Бертюльский, Волгоградский, Сергиевский и Волжский экспериментальные заводы.

Масштабы искусственного размножения осетровых требуют сохранения многовозрастной и многоразмерной структуры стад производителей весенненерестующих и летненерестующих групп осетровых, что обеспечивает возможность получения наиболее полноценной и разноразмерной молоди как от впервые, так и от повторно созревших рыб.

Сохранение многовозрастной структуры стад производителей осуществимо лишь при максимально возможном поддержании естественного размножения осетровых как на незарегулированной части реки ниже Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС, так и в верховьях Волгоградского и Саратовского водохранилищ.

При планируемом увеличении ежегодной добычи осетровых на Волге в размере 300 тыс. ц на долю естественного размножения приходится 100 тыс., в том числе 30 тыс. ц за счет коренной мелноразмерной нерестилищ, в первую очередь — Каменоярского, Бурунского, Копановского и Черныярского.

До сооружения у города Балаково плотины Саратовской ГЭС через Волгоградскую плотину в основном в конце лета — начале осени пропускали и пересаживали ежегодно 50 и более тыс. производителей весенненерестующего осетра. Подавляющее большинство его к концу октября и после зимовки выходило за пределы Волгоградского водохранилища и в конце мая — начале июня нерестилось на участке Волжская ГЭС им. В. И. Ленина — Балаково в типичных для реки условиях. В речной участок выходила на нерест и основная масса производителей стерляди. Небольшая часть производителей осетра и стерляди нерестилась в верховье Волгоградского водохранилища на участке Вольск—Маркс—Саратов.

Производители осетра в больших масштабах скатывались в Каспий в основном в течение первого года после нереста. В последующие годы масштабы ската все уменьшались. Задержавшиеся в водохранилище производители осетра постепенно восстанавливали упитанность и повторно созрели: самцы минимум через 4—5 лет, самки — через 5—6 лет, у части рыб сроки повторного созревания более длительны (Дюжиков и Сербякова, 1964; Халов и Бурепина, в печати). Минимальные сроки повторного созревания для самцов стерляди — 2 года, для самок — 4—5 лет (Шилон, 1964).

Эффективность нереста осетровых, оцененная по величине уловов личинок сетью Кори за единицу времени, была не ниже, чем в реке до зарегулирования, за исключением лет с неблагоприятным гидрологическим

режимом, когда происходило частичное или почти полное обсыхание отложившей икры, или производителя не переставали. Разница в урожае по годам при одинаковом количестве производителей была в 30—40 раз (Шиллов, 1965).

Основная масса приплода осетра скатывалась в Каспий в первое лето жизни. На зиму в водохранилище оставалось не более $\frac{1}{6}$ части приплода осетра текущего года. Старшевозрастная молодь осетра со временем в подавляющем большинстве скатывалась из водохранилища. Процесс ската усиливался особенно во время зимних сработок уровня воды. Половой зрелости в водохранилище достигают единичные особи осетра. Одной из основных причин ската рыб является более низкая кормность водохранилища в сравнении с морем; степень паковренности осетра в водохранилище в разные годы составляет 8,5—23,0‰, тогда как в Каспии — 36,0—56,0‰. Учитывая большие масштабы ската молоди и отнерестившихся производителей из водохранилища, можно сказать, что самовоспроизводящаяся популяция осетра в водохранилище вряд ли может образоваться.

После сооружения Саратовской ГЭС в верховьях Волгоградского и Саратовского водохранилищ сохранилось соответственно 50 и 20 га нерестилищ осетровых. При равномерном распределении весенненерестующего осетра, имеющего плодовитость около 200 тыс. икринок, на этих нерестилищах сможет нерестоваться: в первом 5 тыс. и во втором 2 тыс. самок (2000 икринок на 1 м²). Промысловый возврат при нересте в реке составляет 0,015%, или 30 рыб от нереста одной самки. Если этот показатель в связи с ухудшением условий размножения для Волгоградского водохранилища уменьшить в 2 раза и для Саратовского — в 4 раза, то промысловый возврат в первом составит 75, а во втором — 15 тыс. рыб, а всего по двум водохранилищам — 90 тыс. рыб, что соответствует улову примерно 12—15 тыс. ц. В верховьях обоих водохранилищ имеется возможность расширения нерестилищ в 2 раза за счет мелиорации старых и насыпных пойм.

После постройки Саратовской ГЭС установлен факт массового захода производителей весенненерестующего осетра в реку Большой Иргиз на 250—300 км от устья. Большой Иргиз впадает в верховье Волгоградского водохранилища примерно в 30 км ниже плотины Саратовской ГЭС. В этой реке нет условий для нереста осетровых: очень мала скорость течения и отсутствуют нерестилища. Поэтому целесообразно произвести объединение нижнего участка Большого Иргиза на протяжении 250 км и насыпать искусственные нерестилища на площади 100 га. Тогда здесь могут отнереститься 10 тыс. самок осетра. Их потомство в промысловом возврате будет ежегодно давать улов, равный 15—20 тыс. ц.

Для объединения указанного участка реки необходимо построить самотечный канал из Саратовского водохранилища от устья реки Малый Иргиз до села Малое Перекопное на Большом Иргизе протяженностью 42 км с расходом воды около 200 м³/сек. Такой расход воды необходим с 30 апреля до 10 июня. Он обеспечит нормальный гидробиологический режим для нереста и инкубации икры.

Проведение перечисленных мероприятий будет способствовать сохранению многообразной структуры популяции весенненерестующего стада волго-каспийского осетра.

Надлежащее развитие Волжского осетрового хозяйства окажется возможным, если на Волге будут строго соблюдаться установленные графики пусков воды в нижние бьефы гидроузлов. Обязательным является реализация требования обеспечивать в апреле-июне сброс воды через плотину Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС в размере 110—120 км³.

Нельзя допускать загрязнения Волги нефтепродуктами и сточными водами промышленных предприятий и коммунального хозяйства.

Важной задачей является также обеспечение жесткого регулирования добычи осетровых в пределах устанавливаемых лимитов их вылова, тщательная охрана мест скопления производителей на путях миграции, в приплотинных участках и на нерестилищах, а также полная ликвидация браконьерства. Следует предусмотреть создание привилегированных условий для развития волжского осетрового хозяйства.

Таковы основные задачи по воспроизводству осетровых в условиях зарегулированной Волги.

ЛИТЕРАТУРА

- Дюжников А. Т., Серебрякова Е. В., 1964. Некоторые черты экологии и продолжительность полового цикла осетровых рыб Волги. Тр. ВНИРО, т. 56.
Шилов В. И., 1964. Созревание и повторность нереста стерляди Волгоградского водохранилища. Тр. ВНИРО, т. 56.

ИХТИОФАУНА И РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО ВОДОЕМОВ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

Е. А. Никанорова, Ю. И. Никаноров

(Верхне-Волжское отделение ГосНИОРХ)

Водоёмы бассейна Верхней Волги — система озера Селигер, Верхне-Волжское и Вышне-Волоцкое водохранилища, созданные еще в прошлых веках, а также первые водохранилища волжского каскада, построенные в предвоенные годы — Иваньковское и Угличское. давно используются для промысла рыбы, а в последние десятилетия значительное развитие на них получил любительский лов.

В Иваньковском водохранилище в настоящее время встречается 30, а в Угличском — 29 видов рыб. По количеству обитающих видов указанные водохранилища сходны с другими водоёмами бассейна Верхней Волги: в вышележащем озере Селигер насчитывается 31, в нижележащем Рыбинском водохранилище (Антипова, 1961) — 30 видов рыб.

Наибольшую ценность в рыболовном отношении представляет Селигер с его обширной придаточной системой, включающей около 80 озёр общей площадью более 30 тыс. га. Годовой улов рыбы в озере составляет 3,5 — 4 тыс. ц, средняя рыбопродуктивность 15 — 20 кг/га, а с учетом любительского лова — не менее 30 кг/га. В озере в промысловых количествах водятся снеток и судак, доля ценных рыб доходит до 50%, остальные 50% приходится на малоценных рыб, главным образом, окуня и плотву.

Основной промысловый рыбой в озере является лещ. Если в начале 30-х годов (Белогуров, 1936) он составлял в уловах только 7,5%, то за последние 7 лет удельный вес его достиг 22%, и он занял доминирующее положение в уловах. Фактически леща вылавливается в 1,5 — 2 раза больше, так как промысловая статистика не отражает действительный состав уловов (табл. 1). Стадо леща в настоящее время значительно увеличилось в основном за счет младших возрастных групп, темп роста которых замедлен, что вызывает необходимость некоторой разрядки его стада. Численность судака, кроме промысла лимитируется в настоящее время условиями размножения.

Промысловые уловы щуки находятся на уровне 40 — 50 ц, что к общему улову составляет всего 1%. Темп роста щуки высокий, условия воспроизводства благоприятные, но уловы её катастрофически падают в связи с тем, что она является одним из основных объектов любительского лова, масштабы которого с каждым годом возрастают. Реальная возможность сохранить в этих условиях запасы щуки и судака — переход к массовому разведению.

Вылов снетка за последние 5 лет составил 400 — 600 ц в год, что составляло 18 — 19% от общего улова. Это намного меньше, чем в 1960 — 1964 годах, когда снетка вылавливалось около 1000 ц. Падение уловов объясняется массовым замором летом 1964 года, вызванным высокой температурой воды и увеличением трофичности озера в связи с увеличивающимся загрязнением озера сточными водами кожезавода (Россолимо, Покровская, 1967).

Состав уловов рыбы (%) по данным промышленной статистики (1)
и ихтиологических анализов (2)

Таблица 1

Виды рыб	Иваньковский водохранилище				Озеро Селигер			
	1966 г.		1967 г.		1964 г.		1968 г.	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Лещ	24,40	33,9	11,17	30,43	22,37	58,84	17,7	41,3
Густера	—	1,6	—	1,62	—	2,10	—	—
Ерш	—	0,5	—	0,48	—	2,32	—	1,8
Окунь	0,02	7,9	0,02	6,84	—	7,59	2,2	21,3
Шука	2,90	6,6	4,04	18,49	2,17	3,68	2,3	2,3
Язь	—	0,5	—	1,23	0,66	1,20	0,5	0,7
Уклея	—	1,1	—	0,31	0,06	2,42	0,7	2,2
Ряпушка	—	—	—	0,01	3,88	0,27	0,05	0,05
Плотва	16,40	47,1	26,54	38,68	13,64	11,15	12,6	11,5
Судак	0,02	0,1	—	0,46	4,55	9,00	4,6	4,6
Жерех	0,02	0,2	0,03	0,22	0,02	—	—	—
Голавль	—	0,04	—	0,12	—	—	—	—
Подуст	—	0,01	—	0,01	—	—	—	—
Налим	—	0,2	0,05	0,05	0,38	1,40	0,3	0,4
Линь	—	0,2	—	0,62	—	—	—	—
Карась	—	—	—	—	0,07	—	—	—
Елец	—	—	—	—	—	—	—	—
Красноперка	—	—	—	0,01	—	—	—	—
Чехонь	—	—	—	0,41	—	—	—	—
Верховка	—	—	—	0,01	—	—	—	0,6
Снеток	—	—	—	—	—	0,03	—	—
Угорь	—	—	—	—	—	—	13,40	12,6
Мелочь III гр.	56,34	—	57,97	—	49,84	—	0,7	0,7
							45,0	—

Примечание. Без снетка.

Последствия замора до сего времени отражаются на уловах снетка, восстановление запасов идет медленно. Таким образом, по составу ихтиофауны и уловов озеро Селигер является лещево-снетковым водоемом с большим количеством малоценных рыб.

В результате исследований в 1959—1964 годах (Никаноров, 1961, 1963) сделан вывод о том, что природные условия и кормовая база позволяют превратить озеро Селигер в лещево-пеляжий-судачий водоем (с посадкой угря) с возможной рыбопродукцией 40—60 кг/га. Составлена генеральная схема акклиматизации рыб в водных организмах в озере Селигер на 1967—1980 годы. Осуществление пашечных мероприятий уже началось, но внедряются они медленно и в небольших масштабах. За последние годы в систему озера выпущено 6,2 млн. стеклянного угря, 70 тыс. молоди лещевого осетра, 60 тыс. сегаееток пеляди, 500 тыс. мальков щуки, 3 млн. личинок судака, 3 млн. мизид, 1,5 млн. байкальских гаммарид. Положительные результаты получены пока только от вселения угря, который в настоящее время является объектом промышленного и любительского лова (Никаноров, 1967, 1968). В городе Осташкове создан рыбобродный завод, на котором производится инкубация икры сиговых и щуки, а молодь пеляди выращивается в специально подготовленных озерах. Однако для выращивания хищных рыб необходимо строительство специальных выранных прудов.

Как в Иваньковском, так и в Угличском водохранилищах наблюдаются значительные колебания уловов рыбы. В отдельные годы в Иваньковском водохранилище они превышали 8 тыс. ц (1954 год) и, напротив, в другие снижались до 1700 ц (1958 год). В последние годы уловы стабилизировались на сравнительно низком уровне (в Иваньковском водохранилище

В настоящее время четыре вида — лещ, плотва, окунь, щука, составляющие по данным ихтиологических анализов около 95% общего улова, определяют промышленное лицо этих водоемов. Средняя рыбопродукция Иваньковского водохранилища составляет 42 кг/га, Угличского — 10 кг/га, а с учетом любительского лова — не менее 20 кг/га. Поскольку лещ в верхневолжских водоемах является основной промысловой рыбой, биология и запасы его исследовались более подробно.

Лещ распространен в водохранилищах повсеместно, и его значение в уловах возрастает. В 1938 году в Иваньковском водохранилище в составе неводных уловов лещ составлял 8,4% (Себенцов, 1940), в 1957 — 56,7% (Ковалева, 1964), в 1961 — 25,14% (Ильина, 1966), в настоящее время — 36,7%.

Возрастной состав леща, пойманного различными орудиями лова, как в Иваньковском, так и в Угличском водохранилищах в настоящее время представлен 14 возрастными группами (табл. 2), причем наблюдаются существенные изменения структуры стада по годам. По А. А. Остроумову (1959), в 1956 году в траловых уловах в Иваньковском водохранилище лещ старше 4 лет не был обнаружен. В 1961 году, по Л. К. Ильиной (1966), лещ здесь встречался до 14-летнего возраста, особи старше 6 лет в траловых уловах составляли 27,5%, в неводных — 24,4%, в сетных — 40,5%. В 1966 году особей старше 6 лет было 38,8%, в 1967 — 39,8%.

Темп роста леща в Иваньковском и, особенно, в Угличском водохранилищах, вследствие высокой численности замедлен. В первые годы лещ растет хуже, чем в озере Селiger, но в более старшем возрасте (начиная с шести лет) он в Иваньковском водохранилище по темпу роста опережает селитерского (табл. 3). В Угличском водохранилище низкий темп роста сохраняется и в старших возрастах. По сравнению с данными прошлых лет темп роста леща последние годы в обоих водоемах ухудшился, особенно в многочисленных средне-возрастных группах, когда лещ переходит на питание бентосом. Еще в начале становления Иваньковского водохранилища Б. М. Себенцов, Д. И. Биск и Е. В. Мейснер (1940) предполагали, что в дальнейшем с установлением нормального режима темп роста леща снизится. Этот прогноз оправдался.

Отрицательное воздействие на темп роста леща и его запасы оказывает высокая численность малоценных видов рыб. Существующие правила рыболовства, к сожалению, не позволяют производить интенсивный отлов их в период наибольших концентраций в ходе нереста. На необходимость усиленного отлова малоценных рыб, плохо отлавливаемых крупнокачественными орудиями лова, указывали еще Б. М. Себенцов, Д. И. Биск и Е. В. Мейснер (1940), а также Л. К. Ильина (1966) и М. П. Ковалева (1964).

Темп роста леща зависит от кормовой базы, которая по данным Ю. Е. Шанина (1968) за последние годы имеет тенденцию к снижению, что, по-видимому, связано с интенсивным потреблением её лещом и ухудшением условий обитания донных организмов. Кроме того на рост леща оказывают влияние изменения в составе бентоса — увеличение количества олигохет, которые обладают меньшей пищевой ценностью по сравнению с хирономами. Наличие в стаде леща старших возрастных групп при большой численности младших и тенденция к снижению темпа его роста являются показателями недостаточной интенсивности промысла, особенно в Угличском водохранилище.

На основе расчета нарастания ихтиомассы по методике П. В. Тюрина (1963) мы нашли, что биологически обоснованная промысловая мера для леща в промысловых водоемах Верхней Волги — 27 см.

При разработке мероприятий по использованию Иваньковского водохранилища необходимо учитывать, что в настоящее время в нижнюю часть его поступают теплые воды Конаковской ГРЭС, которые начинают оказы-

вать действие и на биологию рыб. Характерно, что в Мошковичском заливе, куда подступают теплые воды, начало нереста рыб, как правило, наступает значительно раньше, чем на участках, не подверженных их воздействию. В 1967 году плотва здесь нерестилась с 26 апреля по 5 мая при температуре воды 10,9 — 17°, а на участке, расположенном выше на 10 км, нерест плотвы прошел с 5 по 15 мая при температуре воды 13 — 15,6°. Нерест окуни в Мошковичском заливе наблюдался с 18 по 25 апреля при температуре воды 10,1 — 10,9°, а в вышележащем районе в основном — с 1 по 10 мая при температуре 12 — 15°. Более ранний нерест, в частности у щуки, наблюдался в Мошковичском заливе и в 1968 году. Вероятнее всего сдвиг сроков нереста связан с более ранним подходом рыб на теплую воду, однако не исключена возможность воздействия теплых вод и на развитие воспроизводительной системы. Этот вопрос сейчас изучается. Кроме того, в зимний и весенний периоды в Мошковичском заливе наблюдались повышенные концентрации рыб. Здесь отмечено появление реофильных рыб — ельца, жереха, голавля, подуста. В летнее время, когда температура воды в зоне, прилегающей к сбросному каналу, повышается до 30° и выше, происходит обеднение состава ихтиофауны, преобладают теплолюбивые рыбы — лещ, плотва, часто в этом участке встречается и красноперка.

Сброс подогретых вод, обуславливающий значительные изменения в физико-химическом режиме нижней части водохранилища, может привести к интенсивному цветению и зарастанию мелководий и ухудшению условий воспроизводства рыб. Кроме того, большое количество молоди и личинок погибает в водозаборной системе ГРЭС. Установленный электрозаградитель малоэффективен. По данным Конаковского опорного пункта Центррыбвода, в летний период 1967 года на водозаборе погибло около 1 млн. молоди 15 видов рыб, в том числе 200 тыс. молоди судака. Наряду с этим, в зоне воздействия теплых вод удлиняется вегетационный период, что создает условия для вселения теплолюбивых рыб: карпа, белого амура, толстолобика.

ЛИТЕРАТУРА

- Антипова С. П. 1961. Рыбинское водохранилище. Изв. ГосНИОРХ, т. 50.
Белогуров А. Я. 1936. Ихтиофауна и рыбохозяйственная характеристика озера Селитер. Уч. зап. МГУ. VIII.
Ильина Л. К. 1966. Состояние стад промысловых рыб Иваньковского водохранилища. Биол. рыб волжских водохр. Изд. «Наука». М.
Ильина Л. К., Поддубный А. Г. 1963. Режим уровней верхне-волжских водохранилищ и его регулирование в интересах рыбного хозяйства. Изм. внутр. водоемов СССР. Изд. АН СССР, М.
Ковалева М. П. Техника промышленного рыболовства на Иваньковском водохранилище. Изв. ГосНИОРХ, т. 56.
Никаноров Ю. И. 1963. О перспективах развития рыбного хозяйства на озере Селитер. Тр. Осташинов. отд. ГосНИОРХ, т. 1.
Никаноров Ю. И. 1968. О результатах зарыбления оз. Селитер угрем. Рыбн. хозяйство, № 10.
Покровская Т. И., Рассолимо Л. Л. 1967. Черты эвтрофирования озера Селитер. Сб. Типол. озер. Изд. «Наука».
Себенцов Л. М., Биск Д. И., Мейснер Е. В. 1940. Режим и рыба Иваньковского водохранилища в первые два года его существования. Тр. Воронеж. отд. Всерос. научно-исслед. инст. пруд. рыбн. хоз., т. III, вып. 1.
Тюрин П. В. 1963. Биологические обоснования регулирования рыболовства на внутренних водоемах. Изд. инст. пруд.
Яклерцев В. А. и Жаерцева В. В. 1962. Продукция макрофитов в заливах Иваньковского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. водохр. АН СССР, № 12.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИХТИОФАУНЫ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Н. А. Гордеев

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

Формирование гидрофизического и биологического режимов водохранилища начинается сразу после зарегулирования стока реки. При непрерывно изменяющихся условиях среды во время формирования нового водоема происходит соответствующая перестройка ихтиофауны. Вскрытые рядом работ закономерности формирования ихтиофауны в большинстве случаев являются общими для водохранилищ равнинного типа. Продолжительность и ход отдельных этапов этого процесса зависят от ряда специфических для каждого водоема факторов (продолжительность заполнения водохранилища, его размеры и морфометрия, характер водообмена, качество залитых угодий и площади водосбора, исходный состав ихтиофауны и соотношение видов по численности в материнских водосмах, степень подготовленности водоема к рыбохозяйственной эксплуатации, географическое положение и ряд других).

На основании почти 30-летних исследований Рыбинского водохранилища мы считаем, что одним из ведущих факторов формирования его ихтиофауны являются условия воспроизводства. По характеру изменения этих условий весь период формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища делится на три этапа.

Первый этап продолжался 7 лет (1941 — 1947) и условно закончился в момент наполнения водохранилища до проектной отметки. Второй, более продолжительный этап (1948 — 1959) закончился после разрушения основных массивов затопленных лесов. Третий этап формирования начался в 1960 году, продолжается он в настоящее время и будет более длительным, чем два предыдущих.

Формирование видового состава. На первом этапе формирования произошла видовой состав исходной озерно-речной ихтиофауны. В первую очередь выпали все проходные рыбы (миннога, осетр, севрюга, белорыбца и др.), а затем резко сократилась численность реофильных видов (Васнецов, 1950; Васильев, 1950). Отдельные виды этой группы (подуст) исчезли совершенно, другие (стерлидь, голавль) встречались единично. Более пластичные (белоглазка, сазец, жерех) продолжают существовать до настоящего времени в верхних речных плесах и мелких притоках. В благоприятные условия попали лещ, синец, густера, плотва, язь, укляя, линь, карась, судак, окунь, ерш, щука и другие. За счет ската из Белого озера ихтиофауна водохранилища обогатилась двумя чисто озерными видами — снетком и ряпушкой. Подобная перестройка ихтиофауны в общей схеме наблюдается в большинстве водохранилищ равнинного типа.

На втором и третьем этапах значительных изменений в видовом составе ихтиофауны не происходит, если не производятся акклиматизационные работы или не проникают отдельные виды за счет естественного рас-

ширения ареала. В Рыбное водохранилище на первых двух этапах вселялись сазан, ряпуха, сиг-пельмешка, кубовская пельма, чудской сиг и сиг лудого. В последние годы участились случаи поимки ряпушки, сига-пельмешки и кубовской пельмы. Остальные вселенцы были отловлены или погибли, не оставив потомства.

Изменения в численности рыб. Одновременно с перестройкой видового состава ихтиофауны происходят изменения в численности популяций, отличающиеся по характеру на разных этапах формирования. На первом этапе наиболее хорошие условия для размножения и выживания получили фитофильные рыбы и окунь. В худших условиях оказались псаммофилы (налим, сигок и ряпушка) и батипелагофилы (чехонь).

Сводные данные по динамике уловов рыб (табл. 1) показывают, что в 1944—1946 годах (первый этап) по числу особей преобладали плотва (60%), окунь и густера (16,4%). Все они имели большие исходные стада производителей и при свойственном этим видам коротком периоде созревания успели воспроизвести многочисленное потомство уже к концу первого этапа формирования водохранилища. Численность щуки была гораздо выше, чем указано Л. И. Васильевым (1955 г.). В 1945—1947 годы она составляла 30% общих уловов (20345 ц).

Нарастание численности леща, несмотря на значительное стадо производителей, шло медленно. Налим, елец и чехонь, имея многочисленное стадо производителей, но попав на первом этапе в недостаточно благоприятные условия размножения, очень мало повысили свою численность. Судак только в самом конце этого этапа дал мощный по урожайности пометок. Высоким приростом численности на первом этапе отличались виды, обитающие значительную часть жизни в прибрежной зоне. Поголовье пелагических рыб (судак, чехонь, сигок и ряпушка) увеличивалось очень медленно.

На втором этапе резко возрастала и достигла максимума численность и ихтиомасса видов с продолжительным жизненным циклом, как планктофагов, обитающих в пелагиали открытых водоемов, так и бентофагов, пагуливающих в старшем возрасте вдали от берегов (рис. 1). Одновременно наблюдалось падение (плотва, щука, окунь, лещ и карась) или стабилизация (язь, густера) численности и ихтиомассы типичных обитателей литорали.

В целом на втором этапе несмотря на начавшееся ухудшение условий размножения попрежнему доминируют фитофилы. Их высокая численность поддерживалась за счет мощных поколений, появившихся в первом этапе. Одновременно, в связи с улучшением условий воспроизводства и ростом пополнения, увеличивался удельный вес псаммофилов (налим,

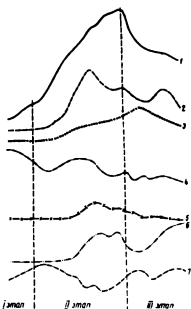


Рис. 1. Динамика промыслового запаса основных видов рыб Рыбного водохранилища:
1 - лещ, 2 - судак, 3 - налим, 4 - щука, 5 - чехонь, 6 - сигок, 7 - плотва

Таблица 1

Данные по динамике уловов рыбы за время формирования Рыбинского водохранилища

Характеристика популяции	Тип кормов	Тип питания	% в уловах по числу экземпляров		Средний уловы (%) по весу			
			в 1-й год наполнения (Васнецов, 1960)	1944-1948 гг. (Васильев, 1965)	1-й этап	2-й этап	3-й этап	1947 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Высокая исходная численность производителей.								
а) Короткий период полового созревания								
1. Плотва	Фитофаг	Смешанное	22,9	60,0	29,4	7,0	14,6	20,0
2. Густера	"	Бентофаг	9,9	4,7	1,3	6,5	—	—*
3. Щука	"	Хищник	21,6	1,5	22,7	14,2	9,5	7,2
4. Окунь	Инклифферент	"	11,0	11,7	15,7	1,4	1,2	1,4
5. Ерш	Фитофаг	Бентофаг	0,1	15,0	1,2	—	—	—
б) Продолжительный период полового созревания								
6. Лещ	"	"	9,3	2,3	18,1	33,7	33,7	32,6
2. Низкая исходная численность производителей.								
а) Короткий период полового созревания								
7. Укалея	Фитофаг	Планктофаг	1,1	—	0,8	0,3	—	—**
8. Налим	Пелагоф.	Хищник	—	0,1	0,1	5,5	10,2	7,1
9. Снеток	"	Планктофаг	—	—	—	3,0	1,3	2,4
б) Продолжительный период полового созревания								
10. Язь	Фитофаг	Смешанное	0,6	1,1	1,4	0,1	0,1	—
11. Синец	"	Планктофаг	—	4,2	—	4,4	9,3	16,7
12. Линь	"	Бентофаг	0,3	0,3	—	3,5	0,0	0,0
13. Чехонь	Пелагоф.	Планктофаг	0,4	0,2	—	2,7	0,6	0,0
14. Судак	"	Смешанное	0,1	0,6	1,9	11,4	12,6	9,7
	"	Хищник						

* Занесен снеток используется промышленно в очень ограниченных размерах.

** Эти виды не учитываются промышленно отделами.

снеток и ряпушка). В промысловых уловах преобладали лещ, щука, судаки (Гордеев и Пермитин, 1968). К концу второго этапа, после перехода на питание дрейссеной, увеличивала промысловую биомассу плотва (Поддубный, 1966). Ерш заселил все основные биотопы водохранилища. У снетка наблюдались резкие колебания урожайности с двумя волнами подъема и падения численности.

Третий этап характеризуется падением промысловых запасов большинства видов рыб. Причем особенно резко оно наблюдается у ряда фитофильных видов (лещ, густера, щука, язь). Почти полностью исчезают из уловов линь и карась. После временного снижения стабилизируется на уровне предыдущего этапа численность плотвы и синца. Снижаются промысловые запасы судака, налима и особенно чехони. По-прежнему остается высокой поголовье ерша. В связи с изменением условий обита-

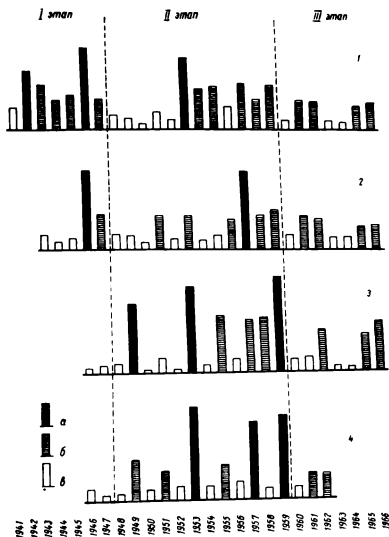


Рис. 2. Урожайность поколений некоторых промысловых видов рыб Рыбинского водохранилища

Урожайность: поколение а — молодая, б — средняя, в — старая
1 — лещ, 2 — судак, 3 — сиг, 4 — окунь

ния значительно повышается удельный вес почти исчезнувшего ранее ельца, чаще стал встречаться сом. В связи с общим падением промысловой ихтиомассы в составе уловов повышается значение ранее незначительных промысловых плактофагов (снеток, ринушка, синец, уклей) и плотвы. Удельный вес сища и плотвы в 1967 году в общих уловах достиг 36,7% вместо 18,3 в 1960.

Динамичность условий воспроизводства рыб на протяжении всех этапов формирования ихтиофауны приводит к резким колебаниям урожайности. У леща в первом этапе было два мощных поколения и от-

существовали неурожайные (рис. 2). В начале второго этапа у него в течение пяти лет подряд наблюдались высокие урожаи молоди, и только поколение 1953 года было высоким по численности. У судака в конце первого и второго этапов было по одному многочисленному поколению, а у сига и налима они отмечены только на втором этапе. Третий этап характеризуется низкой урожайностью всех рассматриваемых видов.

Наиболее сложной возрастной структурой в водохранилище обладает лещ (Остроумов, 1955). Первые урожайные поколения (1942, 1946 годы) значительно изменяли возрастную структуру его стада; в течение всего первого этапа преобладали младшие возрастные группы. За счет пяти неурожайных лет (1948—1952) в начале второго этапа в стаде стали преобладать особи, достигшие половой зрелости. С появлением урожайного поколения 1953 года вновь произошло омоложение популяции. За счет производителей рождения 1946 года резко увеличилось нерестовое стадо леща. Поэтому до конца второго этапа возник ряд средних по урожайности поколений. В 1957—1959 годах популяция леща уже полностью состояла из особей, родившихся в водохранилище (рыбный лещ доживает до 16—18 лет). В начале третьего этапа в промысловой части популяции явно преобладали поколения 1953—1959 годов. По мере падения их численности, в результате вылова, преимущество переходит к младшим возрастным группам.

Таблица 2

Число самок с невыметанной икрой по результатам осенних обловов (%) на II и III этапах формирования ихтиофауны

Вид рыб	Этапы	
	II	III
Сиг	16,7	33,1
Лещ	17,7	25,3

Поколения судака 1941—1942 годов, которые по численности значительно превосходили исходное речное стадо, пополняли затем нерестовую часть популяции и способствовали появлению в 1946, благоприятном для размножения году исключительно урожайного поколения (Остроумов, 1959). Это поколение полностью определяло возрастную структуру его популяции в течение всего второго этапа. Только в конце названного этапа появилось новое урожайное поколение 1957 года изменило соотношение старших и младших возрастных групп. К 1954 году популяция судака полностью состояла из поколений, родившихся в водохранилище. На третьем этапе, по мере старения поколений 1957—1959 годов, в стаде вновь начинают преобладать старшие возрастные группы.

На первом этапе формирования стада сига было малочисленно. Первое, относительно урожайное поколение появилось только в 1949 году, то есть в начале второго этапа, и уже в 1952—1953 годах его популяция полностью состояла из особей, родившихся в водохранилище. Особо урожайными оказались поколения 1953 и 1959 годов, выше средних поколений 1955, 1957 и 1958 годов. На втором этапе популяцию сига составляли одновременно три высоких по численности поколения. За семь лет третьего этапа у него не было ни одного урожайного поколения. Относительно высокая численность популяции после 1960 года сохранилась за счет урожайного поколения 1959 года.

Рост численности популяции налима в первые годы существования водохранилища шел очень медленно. Несколько повысилась урожайность молоди в конце первого этапа (1946 год) и в начале второго (1949 год).

Только в 1953 году появилось первое высокоурожайное поколение. До конца второго этапа еще действовали особо благоприятные условия для воспроизводства вида (1957 — 1959 годы). При относительно коротком жизненном цикле и скорости возрастной структура налима сравнительно проста. На втором этапе первое урожайное поколение (1953 год) сменилось вторым (1957 год). В начале третьего этапа сохранилась, примерно, та же возрастная структура и происходила очередная смена ведущих поколений. В последние годы урожайность налима снижается.

Таким образом, на третьем этапе общим для рассмотренных видов явилось снижение в целом урожайности молоди или ее стабилизация на более низком уровне, чем в начале формирования.

Непрерывное ухудшение условий размножения наглядно иллюстрируется возрастанием числа половозрелых самок, не принимающих участия в нересте (табл. 2).

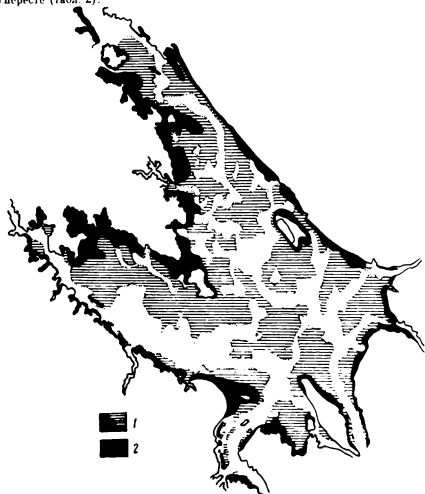


Рис. 3. Схема распределения затопленных лесов в Рыбинском водохранилище
1 — первые годы затопления, 2 — 1950 год

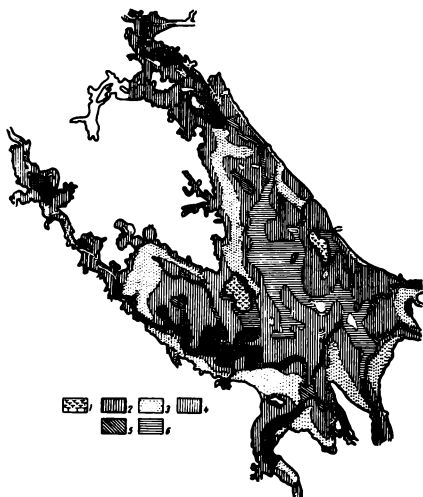


Рис. 4. Схема распределения грунтов в Рыбинском водохранилище (по В. П. Курдину, 1959):

1 — торфяники, 2 — почвы (предполагаемая дополнительная зона песков и глин), 3 — пески и глистые почвы, 4 — песчаный серый и серый ил, 5 — переходный ил, 6 — торфянистый ил.

В особо неблагоприятные для размножения годы количество самок с резорбирующей яичей возрастало до 60% от числа всех половозрелых особей популяции.

Провисходящие изменения в иктнофауне Рыбинского водохранилища определяются воздействием четырех групп факторов.

1. Факторы одновременных изменений условий воспроизводства, связанные с зарегулированием стока рек.

2. Факторы длительного изменения условий воспроизводства, обусловленные непрерывным формированием водохранилища.

3. Факторы порегулярных изменений условий воспроизводства, определяемых, главным образом, погодными условиями года.

4. Факторы антропогенных изменений условий воспроизводства, связанные с деятельностью человека на водоеме и его водосборной площади.

Одной из характерных особенностей Рыбинского водохранилища оказалась длительное наполнение его до проектной отметки (1941 — 1947 годы). В течение этого отрезка времени последовательно пять раз заливались новые участки суши, и в эти годы создавались исключительно благоприятные условия для размножения фитофильных рыб. Пояс прибрежных затопленных лесов, местами шириной до 13 км (Тачалов, 1965), защищал мелководье от волнения (рис. 3) и способствовал более быстрому прогреванию воды на нерестилищах. В первые же годы началось отмирание и разрушение этих лесов, причем интенсивность этого процесса увеличилась после достижения НПГ. В 1950 году мертвые леса на мелководьях занимали площадь в 600 км² (рис. 3), а к концу второго этапа формирования ихтиофауны — только 100 км² (Тачалов, 1965). В настоящее время от лесов остались только отдельно стоящие стволы и подмытые пики.

Под защитой затопленных лесов довольно интенсивно развивалась растительность, но резкие колебания урожаев уже с самого начала тормозили этот процесс (Потапова, 1959). В 1956 году площадь зарослей временного затопления составляла не более 2% площади водоема (Белаянская и Кутова, 1966), а позднее она стала еще меньше. После разрушения лесов и резкого усиления размыва берегов исчезла вся водная растительность в озерной части водохранилища. Сохранилась она только в устьях мелких притоков, заливах и на защищенных участках речных плесов. За последнее десятилетие произошли резкие изменения и в составе грунтов. Если при заполнении основную площадь дна составляли затопленные почвы (Овчинников, 1950), то в последние годы преобладали пески (рис. 4). По мере усиления волновой активности ускоряется размыв мелководий, разрушение берегов и сплавы. Продукты размыва выносятся на глубокие участки и способствуют нивелировке дна. В ближайшие годы площадь, занятая песками, составит по мнению В. П. Курдина и Н. А. Зиминовой (1968а) 75% всей площади дна Рыбинского водохранилища (рис. 4). Значительно изменяется конфигурация береговой линии. Ряд небольших заливов (особенно в маловодные годы) почти полностью теряет связь с основным водоемом. Вдоль берегов Центрального плеса образовались сплошные песчаные пляжи местами с хрящевым грунтом и валунами. Изменяется химический состав грунтов. В водах Центрального плеса снижается содержание органических веществ (Курдин и Зиминова, 1968б). Меняется состав донных беспозвоночных. Снижается численность мотыля и увеличивается количество олигохет (Поддубная, 1958). На втором этапе формирования ихтиофауны началось расселение и рост численности дрейссены (Митропольский, 1963; Поддубная, 1966).

Наиболее благоприятные условия для воспроизводства почти всех видов рыб создаются в годы с высокими уровнями, следующими после паводка (Ильина, 1962; Ильина и Поддубный, 1961, 1963). При благоприятном весеннем температурном режиме в такие годы возникают наиболее высокие по численности поколения. На втором этапе формирования водохранилища отмечалось четкое чередование лет с высокими и низкими уровнями, вызвавшее соответствующие чередования урожайных и неурожайных поколений. На третьем этапе преобладают годы с высоким уровнем. Площадь летующих мелководий сокращается, опускается недостаток в нерестовом субстрате, значительно сокращается урожайность фитофильных рыб.

С момента заполнения водохранилища до последнего времени значительное влияние на формирование его ихтиофауны оказывает нерационально ведущийся промысел. На первом этапе он производился, главным образом, неводами. Из-за малой селективности этих орудий лова отлавливалось большое количество молоди, особенно леща. Лов сетями был слабо развит, но на втором этапе он занял ведущее место. Интенсивность промысла возросла, стали отлавливаться старшие возрастные группы леща, судака, щуки и палима, меньше сказывался промысловый лов на состоянии запасов снца, плотвы, густеры и окуня. В связи со значительным сокращением неводного лова упала добыча малоценных видов: орша, укляя, мелкой плотвы и окуня. В силу высокой интенсивности промысла уловы крупнейшими орудиями стали быстро падать. С целью усиления отлова крупной плотвы и снца было увеличено число мелкоячеистых сетей, однако сразу же возрос прилов неполовозрелых особей леща, судака, щуки, палима и других видов. Этот процесс продолжается и на третьем этапе. Из-за резкого снижения числа неводных бригад почти совсем не производится отлов малоценных видов.

В первые годы существования водохранилища наиболее интенсивно облавливались речные плесы и предустьевые пространства мелких притоков. На втором этапе начинает более интенсивно осваиваться юго-западное побережье озерной части водоема, а затем весь его. Центральный плес. В это время началось, а на третьем этапе усиливалось снижение численности рыб в районах, которые были первыми освоены промыслом (Волжский и Моложский плесы, юго-западное побережье Центрального плеса).

В последнее десятилетие очень возрос спортивно-любительский лов рыбы. По ориентировочным подсчетам спортсменами-любителями ежегодно вылавливается от 5 до 6 тыс. ц окуня, плотвы и щуки.

Промысловый и рекреационный лов ускоряет закономерное падение численности промысловых видов рыб. Усиленный отлов леща, судака, щуки и палима (с 1952 по 1960 год они составляли 60—70% общих уловов) оказывал влияние на возрастную структуру и естественный ход формирования промысловых стад этих видов и создал благоприятные условия для развития малоценных рыб.

Процесс формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища, продолжавшийся почти 30 лет, еще не закончился. На прослеженном отрезке времени непрерывно происходят изменения в составе и численности популяции. Можно предполагать, что в процессе длительного формирования за счет обнищания коренных пород в Рыбинском водохранилище создаются более благоприятные условия для естественного размножения некоторых озерно-речных сигов. Одновременно при исчезновении затопленных древесных остатков начинает сокращаться биомасса дрейссены и численность питающейся ею плотвы. Ухудшение условий размножения уже сейчас приводит к снижению численности снца.

Анализ состояния стада промысловых рыб показывает, что в ближайшие 3—5 лет, при условии строгого лимитирования вылова, регулирования промысла (в том числе отлов малоценных и сорных рыб) и усиления охраны водоема от браконьерского лова, можно поддерживать уловы рыбы на уровне 27—30 тыс. ц. Рассчитывать на увеличение запасов без широких рыбоводных и мелноразводных мероприятий нельзя.

ЛИТЕРАТУРА

Белавская А. П. 1956. Изменения высшей растительности Рыбинского водохранилища в связи с колебаниями его уровня. Тр. Бюлог. ст. Ворон АН СССР, в. 3.

- Белавская А. П., Кутова Т. Н., 1966. Растительность зоны временного затопления Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 11 (14).
- Васнецов В. В., 1950. Влияние первого года залегания на рыбное население Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. Борок АН СССР, в. 1.
- Васильев Л. И., 1950. Формирование ихтиофауны Рыбинского водохранилища. Сообщение I. Тр. Биолог. ст. Борок АН СССР, в. 1.
- Васильев Л. И., 1955(а). Некоторые особенности формирования промысловой ихтиофауны Рыбинского водохранилища за период 1941—1955 гг. Тр. Биолог. ст. Борок АН СССР, в. 2.
- Васильев Л. И., 1955(б). О росте сивца в Рыбинском водохранилище. Тр. Биолог. ст. Борок АН СССР, в. 2.
- Гордеев Н. А., Пермитин И. Е., 1968. О динамике видового состава и численности рыб на типичных биотоках Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 16 (19).
- Ильина Л. К., 1962. Влияние высоты уровня на нерест рыб в Рыбинском водохранилище в 1960 г. Бюлл. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, № 13.
- Ильина Л. К., Поддубный А. Г., 1961. О некоторых закономерностях динамики стад промысловых рыб в Рыбинском водохранилище. Тр. Совещ. ихтиол. комиссии АН СССР, в. 13.
- Ильина Л. К., Поддубный А. Г., 1963. Режим уровней волжских водохранилищ и его регулирование в интересах рыбного хозяйства. Сб. Рыбное хозяйство внутренних водоемов СССР. Изд. АН СССР.
- Курдин В. П., 1959. Классификация и распределение грунтов Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).
- Курдин В. П., Зимина Н. А., 1968а. Об изменениях в грунтовом комплексе Рыбинского водохранилища. Бюлл. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, № 2.
- Курдин В. П., Зимина Н. А., 1968 б. Изменения количества органического вещества в илстых отложениях Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, т. 14 (17).
- Кутова Т. Н., 1957. Экологическая характеристика растений зоны временно-го затопления Рыбинского водохранилища. Тр. Дарвинского зап., в. 4. Вологда.
- Митропольский В. И., 1963. Распределение бентоса Рыбинского водохранилища. Мат. по гидробиол. и гидрол. волжских водохр.
- Овчинников И. Ф., 1950. Краткий очерк Рыбинского водохранилища. Тр. Биол. ст. Борок АН СССР, в. 1.
- Остроумов А. А., 1955. О возрастном составе стада и росте леща Рыбинского водохранилища. Тр. Биолог. ст. Борок АН СССР, в. 2.
- Остроумов А. А., 1959. Характеристика поколений леща и судака Рыбинского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).
- Поддубный А. Г., 1966. Об адаптивном ответе популяции плотвы на изменение условий обитания. Тр. Инст. биол. внутр. вод. АН СССР, в. 10 (13).
- Поддубная Т. Л., 1958. Состояние бентоса Рыбинского водохранилища в 1953—1955 гг. Тр. Биол. ст. Борок АН СССР, в. 3.
- Потапова А. А., 1959. Зарастание водохранилищ при различном режиме уровней. Бот. ж., 44, № 9.
- Тачалов С. Н., 1965. Динамика изменения площадей затопленной древесной растительности и торфяных славов на Рыбинском водохранилище. Сб. работ Рыбинской гидрометеообсерватории им. Рыкачева, в. 1.

ИХТИОФАУНА РЕКИ СОК И ЕЕ ПРИТОКОВ

Ф. К. Гавлена

(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР)

Изучению малых рек Поволжья до настоящего времени не уделялось должного внимания, хотя они того заслуживают. Протянувшись на сотни километров и обладая обширной площадью водосбора, реки имеют большое водохозяйственное, сельскохозяйственное, рекреационное и другое значение. В недавнем прошлом к тому же они представляли и значительную рыбохозяйственную ценность. Сведения о составе рыбного населения малых рек очень скудны, а о некоторых вообще не существуют. Поэтому Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР в 1966 году начала регулярное исследование малых рек, притоков Волги.

Целью наших работ являлось изучение ихтиофауны притоков, находящихся в зоне подпора, и притоков, расположенных за пределами водохранилищ. Из рек, не имевших до 1967 года подпора, мы исследовали Сок, ихтиофауна которого до сего времени не изучалась. Устье реки находится в 50 км ниже плотины Волжской ГЭС им. В. И. Ленина. Пойма Сока после образования Саратовского водохранилища будет играть более важную роль в жизни рыб этого водоема, чем до сих пор.

Для изучения ихтиофауны водоемов бассейна реки Сок в 1966 и 1967 годах было организовано 5 экспедиций. Материалы собирались мальковым неводом (50 м) с ячеей 12 мм, восьмиметровым бреднем с ячейей 6 мм и с помощью электроловного агрегата «ПЕЛИКАН»*. Рыба консервировалась 6% формалином на месте. Дальнейшая обработка проводилась в лаборатории, видовой состав определялся по Бергу (1948, 1949). Материалы хранятся в рыбохранилище нашей станции.

Сок берет свое начало на южных склонах Уренгайского отрога Южного Урала. Длина реки 339 км, площадь бассейна — 11 730 км². Падение от истоков до села Красный Яр, то есть на протяжении 290 км, составляет 60 м, причем оно особенно заметно в верхней части реки; падение от Красного Яра до устья составляет лишь 3,2 м. Сок протекает большей частью по широкой долине с возвышенным правым берегом. Дно реки глинистое. В местах, прилегающих к возвышенностям, оно каменистое с галечными и песчаными участками, с перекатами и более глубокими плесами, которые в средней части имеют относительно большие размеры. Сок и его притоки имеют характер степных рек; в течение всего года, за исключением весеннего паводка, они питаются исключительно подземными водами, имеющими высокую минерализацию (свыше 10 мг/л/см).

* Незаменимый прибор, позволяющий собрать материал в местах, где не удается обловить рыбу плавнями другими орудиями, например, в верховьях рек, на каменистых грунтах, в местах, заросших водной растительностью

Исследования проводились на 13 участках Сока, на 5 участках Кондурки, на 3 участках Малого Сока и по одному — на притоках Камышле, Большом Суруше, Сургуте и Шунгуте (рис. 1). Одновременно проводились исследования на прилегающем участке Волги.

Рис. 1. Распределение станций на р. Сок и ее притоках

Станция: 1 — Сок в районе истоков (5 км выше с. Домосемейкино); 2 — Сок выше с. Домосемейкино; 3 — Сок у моста выше с. Наумовка; 4 — р. Камышля под с. Наумовка; 5 — Малый Сок в районе истоков; 6 — Малый Сок, 10-й км; 7 — Малый Сок выше моста у села Соколова; 8 — Сок выше села Усиновка; 9 — Сок выше г. Русский Байтуган; 10 — Сок выше с. Новое Вечканово; 11 — Сок над с. Исавлы; 12 — р. Большой Суруш; 13 — р. Шунгут в 2 км выше мельницы; 14 — р. Сургут в 10 км выше моста; 15 — Сок у с. Чекадино; 16 — Сок у с. Чекадино; 17 — Сок у с. Кривое Озеро; 18 — Сок у с. Красный Яр; 19 — Кондурка у с. Зубовка; 20 — р. Левовка; 21 — Кондурка ниже с. Кош-ки; 22 — Кондурка ниже с. Елтовка; 23 — Кондурка ниже с. Заглазюк; 24 — Кондурка у с. Красный Яр; 25 — Сок у с. Белоокерки; 26 — Сок — предутьевский район (от ж.д. моста до устья); 27 — Волга (Волож-ка у Ширяевского острова)



Видовой состав рыб Сока и его притоков сравнительно богат. По нашим данным здесь встречается (если исключить в временно заходящих) 37 видов, принадлежащих к 26 родам и 8 семействам. Такое видовое разнообразие обусловлено разнообразием гидрологических условий участка с быстрым и замедленным течением часто чередуются между собой. Кроме того, важное значение имеет в этом отношении и наличие большого количества самых разнообразных субстратов для иерста рыб.

На прилегающем участке Волги нами зарегистрирован 41 вид рыб, которые принадлежат к 13 семействам. При этом одни виды встречаются исключительно в реке Сок (гольян, верховка, быстрянка), другие — лишь в Волге (сольдовы, ряпушка, светок, угорь, подкаменщик, бычок-кругляк).

Таблица 1

Видовой состав ихтиофауны Ссы и его притока по материалам 1966—1967 годов

Рыба	При то ки								
	Сок	Камы- шав	Малый Сок	Воль- шью Суруш	Шунгу	Сургут	Кок- лурца	Литов- ка	Волга в р-не речи Ссы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Островные									
1. Белуга	(+)								+
2. Осетр	(+)								+
3. Стерлядь	+								+
4. Севрюга	(+)								+
	4								4
II. Сельские									
5. Чернопигия									+
6. Тюлька									+
III. Лососевые									2
7. Белорыбца	(+)						(+)		+
8. Ряпушка									+
9. Пелядь									+
	1						1		3
IV. Корюшковые									
10. Снеток									+
									1
V. Шуховые									
11. Шуха	+		+		+		+		+
	1		1		1		1		1
VI. Карповые									
12. Плотва	+		+	+	+	+	+	+	+
13. Елец	+		+		+	+	+		+
14. Голавль	+		+	+	+	+	+		+
15. Язь	+		+	(+)	+	+	+		+
16. Гольян	+	+	+		+	+			+
17. Красноперка	+						+		+
18. Амур белый	(+)								+
19. Жерех	+						+		+
20. Верховка	+						(+)		+
21. Линь	+						+		+
22. Подуст	+						+		+
23. Пескарь обикнов.	+		+	+		+	+	+	+
24. Пескарь белоперый	+		+	+		+	+		+
25. Уклея	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26. Быстринка	+						+		+
27. Густера	+			+	+		+		+
28. Синец	(+)						+		+
29. Лещ	+		+				+		+
30. Белоглазка	(+)								+
31. Чехонь	+						+		+
32. Карась	+						(+)		+
33. Сазан	(+)								+
	22	2	8	7	6	7	18	3	19
VII. Вьюновые									
34. Голец	+	+	+		+	+	+		

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35. Шиповка	+	+	+	+	+	+	+		+
36. Вьюн	+								+
VIII. Сомовые	3	2	2	1	2	2	2		2
37. Сом	(+)						(+)		+
IX. Угревые	1						1		1
38. Угорь									+
X. Тресковые									1
39. Налим	+			(+)			+		+
XI. Окуневые	1			1			1		1
40. Сулак	+						+		+
41. Берш	+								+
42. Окунь	+		+		+	+	+		+
43. Ерш	+		+	+	+		+		+
XII. Бычковые	4		2	1	2	1	3		4
44. Бычок-кругляк									+
XIII. Подкаменниковые									1
45. Подкаменщик									+
									1
	37	4	13	10	11	10	27	3	41

Примечание (*): — по материалам нижней стации. (+) рыбы, пойманные рыболовами брагами или рыбаками.

Самые многочисленны виды рыб в бассейне Сока — плотва и уклей, которые заселяют одни и те же участки реки, преимущественно плесы, хотя и обитают в разных горизонтах. Однако уклей встречается и на мелких днах перекатах со сравнительно быстрым течением. Отсутствуют оба указанных вида лишь в верхней части реки, где основными рыбами являются голядь (70%), голец (15%) и шиповка (13%). В небольшом количестве встречаются пескарь, мелкий голавль, а из хищников — налим. В мелководной заируде у села Наумовки (станции № 3), где заманивается верховье, кроме вышеуказанных видов обитают исл. уклей и ерш (рис. 2).

В среднем и нижнем течении Сока, где чередуются длинные и более глубокие плесы с перекатами и имеется значительное количество стариц и пойменных озер, преобладают уклей (22%), пескарь (16%), плотва (17%), голавль (13%) и густера (8%). В верхней части среднего течения встречается голядь и голец (1%). Очень редки на перекатах верховья, подуст, в плесах и закоряженных омутах — лещ и налим. Основная масса голавля и густеры держится на плесах среднего и нижнего течения реки; густера выше Русского Байтутана (станции № 9) не была зарегистрирована. На этом участке наблюдается и основная масса окуня. Ерш, который в единичных экземплярах встречался почти по всей

системе реки и ее притоков, в основном держится в предустьевом районе. Щука также встречалась преимущественно в среднем и нижнем течении реки, но заходит и в притоки, где локализуется в коряжистых и заросших вышними подплыми растительными местах. По сведениям местных жителей, около десяти лет назад в верхнем течении, выше Исаков (станция № 11), щука встречалась редко, а в районе села Соковки (устье Малого Сока) ее не знали вообще. В настоящее время она доходит вылить до мелководной плотины под Наумовкой и даже на нижнем участке Малого Сока. В реке Кондурче щука встречалась от села Кошки (станция № 21) до устья около Красного Яра. Вообще она немногочисленна: повышение численности щуки в предустьевых участках обусловлено большой встречаемостью здесь сеголетков, что характерно, кстати, для ерша и окуня. Реже в нижнем течении встречались голавль, елец, красноперка, язь, пескарь, щиповка. Основная масса ельца вылавливалась в реке Сок на участке от Красного Яра до устья. Красноперка, так же как плотва и укля, обитает на участках с более замедленным течением и в основном встречалась в реке от села Исаков (станция № 11) до ее устья. В более заметных количествах она ловилась на станциях № 15, 16 и 17. В единичных экземплярах попадались жерех, лещ, щука и налим.

В предустьевом пространстве Сока, которое находится под непосредственным влиянием Волги, состав ихтиофауны более богат. Наиболее многочисленным в этом районе плотва (29%), укля (26%), окунь (14%), язь (6%), елец (5%) и щука (5%). Остальные рыбы составляли 15% всего улова.

Из очень редко встречающихся рыб следует назвать волжского подуста, русскую быстряку и белоперого пескаря. Подуст, в основном, попадался в Кондурче и в реке Сок в районе Красного Яра (станции № 24 и 17). Быстряка — на перекатах в районе Новое Вечкасово (станция № 10). Во время паводка из Волги в Сок заходят стерлядь, плотва, елец, голавль, язь, жерех, подуст, укля, синоп, лещ, чепох, судак, а изредка — белуга, осетр, севрюга и белорыбца. Весной 1967 года наблюдался заход стада белого амура. Но перестаясь в пойме Сока, согласен нашим наблюдениям, не все виды.

В реке Кондурче — самом значительном притоке Сока — наиболее многочисленными являлись: пескарь (19,9%), укля (18,7%), плотва (10,8%), густера (10,8%) и елец (8,7%). Впервые обнаруженный нами в Поволжье вид — белоперый пескарь — в Соке составлял лишь незначительную долю процента, в Кондурче — 5,7%, в нижнем течении реки он был наиболее многочислен — свыше 25% общего числа пескарей. Остальные 18 видов встречались реже (некоторые в единичных экземплярах) и составляли 17,4% всего улова.

Мелкие притоки по видовому составу беднее, основными видами в них являлись плотва, укля, щиповка, голяп и голец, а из хищников — щука и налим.

Таким образом, в Соке и его притоках количественно преобладают малоценные и сорные рыбы, обладающие высокой репродуктивной способностью. Большая их численность обусловлена также почти полным отсутствием конкуренции со стороны ценных видов (леща, сазана, лия, язя и некоторых других) и слабым воздействием хищников — щуки, сома, судака и налима, которые являются объектом интенсивного промысла и достигают половой зрелости значительно позже, чем рыбы, входящие в состав их рациона питания. Вследствие этого реализация биопродукционных возможностей реки очень низкая.

Свингл (Swingle, 1950, 1956) указывал на определенную зависимость между количеством хищных и нехищных рыб с одной стороны и продукцией — с другой. Ему удалось показать, что так называемые

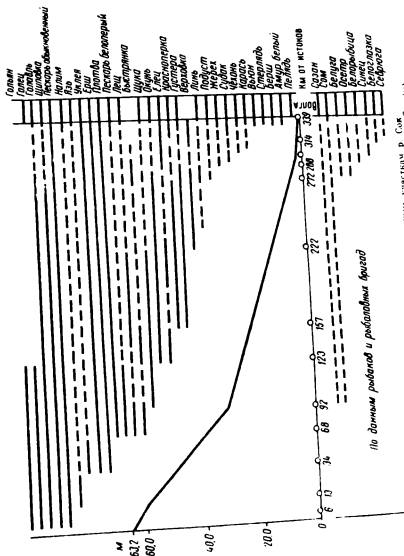


Рис. 2. Распределение рыб по отдельным участкам р. Сок по высоте М — высота над уровнем моря р. Сок (м)

несбалансированные популяции, то есть популяции с очень высоким количеством мирных видов, низкопродуктивны. На основании опытов автор установил, что оптимальное весовое соотношение между мирными и хищными рыбами (коэффициент «F/C») должно быть 4:1. Если учесть, что встречаемость крупных хищников в Соке исключительно низка, популяция ее рыб следует отнести к категории высоко неуравновешенных ($F/C=12$). Кроме того, и распределение хищников в этой реке очень неравномерное.

В Соке и его притоках постоянно живет 32 вида рыб. Этот состав определяется особыми гидрологическими условиями реки и ее притоков, в которых постоянно чередуются лентические участки (илесы с замедленным течением) с участками лотическими — перекатами с быстрым течением и богатством самых разнообразных нерестовых субстратов.

По отношению к вышеуказанным условиям размножения, развития и дальнейшего существования рыб Сока и его притоков их можно разделить по С. Г. Крыжановскому (1948) на пять экологических групп: пелагофильные, фитофильные, псаммофильные, литофильные и индифферентные.

К пелагофильным принадлежит чехонь, которая встречается в основном в предустьевых пространствах реки. Как и некоторые другие пелагофильные рыбы, чехонь нерестится на течении, которое уносит свободноплавающую икру.

К фитофильным относятся 17 видов: щука, плотва, елец, язь, красноперка, верховка, линь, уклей, густера, лещ, карась, сазан, щиповка, сом, судак, вьюн и берш. Плотва, елец, верховка и уклей, как показали наши наблюдения, могут успешно нереститься и на некоторых иных субстратах, на что имеются указания и других авторов (Holčík, Hruška, 1966). Судак нерестится и на камнях (Лавровский, 1965).

К псаммофильным принадлежат пескарь, белоперый пескарь и голец. Они хотя и живут в лентических участках реки, но нерестятся в местах с песчаным дном и умеренным течением.

К литофильным — стерлядь, голавль, жерех, волжский подуст, русская быстринка, голец и налим. Одинаково успешно нерестятся налимы на песчаных отмелях и в излучьях рек.

К группе индифферентных мы, как и другие авторы, относим окуня и ерша, которые могут нереститься одинаково успешно на разнородном субстрате.

Некоторые виды рыб отдельных экологических групп (в случае отсутствия необходимого субстрата) могут отнереститься и на замещающем субстрате. Другие виды очень консервативны и с изменением условий существования выпадают из состава ихтиофауны водоема.

Характер ихтиофауны Сока и его притоков определяют самые многочисленные экологические группы — фитофильная (58%) и литофильная (23%). Благодаря достаточному количеству подходящих нерестовых мест вышеуказанные группы и в будущем будут составлять основную часть ихтиофауны водоемов бассейна реки.

Сок периодически подвергается отравлению нефтепродуктами (особенно на участке Н. Вечканово—Сергиевск), а его главный приток Кондурча — сточными водами промышленных предприятий, расположенных в верхней части реки. Только благодаря имеющимся в пойме средней части реки старицам и непроточным рукавам часть популяции рыб спасается от гибели и постоянно пополняет молодью наравленную отравленным ихтиофауну. Сильнее всего от вредных примесей сточных вод страдают ценные породы рыб с длинным жизненным циклом. В связи с

этим в бассейне Сока преобладают рыбы с коротким жизненным циклом, которые способны быстро восстанавливать свою численность.

С целью повышения рыбопродуктивности водоемов бассейна этой реки следует прекратить загрязнение и путем интродукции увеличить в них численность ценных видов рыб, в частности хищных. Следует учесть, что многие участки рек этого бассейна можно использовать для выращивания форели.

ЛИТЕРАТУРА

- Борт Л. С., 1948, 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, 1—III, М.-Л.
- Крыжановский С. Г., 1948. Экологические группы рыб и закономерности их развития. Изв. ТИНРО, 27.
- Лавровский В. В., 1965. Проведение нереста судака на твердом плоском субстрате. Рыб. хозяйство, 6.
- Справочник по водным ресурсам СССР, 1934.
- Holcık J., Hruška V., 1966. On the spawning substrate of the roach-Rutilus rutilus (Linnaeus, 1758) and bream — Abramis brama (Linnaeus, 1758) and notes on the ecological characteristic of some european fishes. Vest. Čs. spol. zool., 30, 1.
- Swingle H. S., 1950. Relationships and dynamics of balanced and unbalanced fish population. Bull. of Agricult. Exp. Station Alabama Polytech. Inst., 274.
- Swingle H. S., 1956. Appraisal of methods of fish population study. Part IV. Determination of balance in farm fish ponds. Transactions of the Twenty-first North American Wildlife Conference, March 5—7.

СОСТОЯНИЕ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И. В. Шаронов, А. В. Лукин, Ю. М. Махотин

*(Куйбышевская станция Института биологии внутренних вод АН СССР,
Казанский госуниверситет, Татарское отделение ГосНИОРХ)*

В Куйбышевском, как и в других равнинных водохранилищах, период заполнения ложа (1956—1957 годы) был наиболее благоприятным для размножения и обитания рыб. Поскольку подъем воды и затопление больших пойменных угодий с богатой наземной растительностью происходили весной, стада производителей были полностью обеспечены нерестилищами, а стабильный уровень воды благоприятствовал высокой эффективности размножения. Резко повысилась кормовая база рыб за счет роста численности и биомассы зоопланктона, главным образом ракообразных (Соколова, 1958; Чернышева и Соколова, 1960) и донных животных, среди которых ведущей группой являлись ценные в пищевом отношении и доступные для рыб-бентофагов личинки хирономид (Аристовская, 1958, 1960; Мордухай-Болтовской, 1959, 1961).

В таких условиях разреженные в результате расширения акватории стада рыб и многочисленная молодь, появившаяся в эти годы, были в изобилии обеспечены пищей. Благодаря высокой выживаемости молоди ряда рыб, отличавшихся сравнительно большим поголовьем исходного стада производителей (лещ, щука, плотва, густера, уклей, синец), появились урожайные поколения, которые оказали положительное влияние на формирование ихтиофауны и ускорили рыбохозяйственное освоение водохранилища. На протяжении ряда лет эти поколения определяли структуру популяций и величину уловов. Удельный вес их у чехони, язя и леща составлял 80—86%, а у щуки, густеры и плотвы — 73—77%. Обилие пищи сказалось на росте молоди и взрослых рыб, он резко увеличился (Васянин, 1958; Гайниев, 1958; Лукин, 1958; Поддубный, 1959; Шаронов, 1962).

Начиная с 1958 года, вследствие исчезновения затопленной растительности и неблагоприятного уровня режима весной, условия размножения фитофильных рыб значительно ухудшились, и темпы пополнения их запасов резко снизились (Васянин, 1964; Гайниев, 1960; Махотин, 1964; Чикова, 1963; Шаронов, 1966). Молодь рыб продолжала расти хорошо, ибо численность зоопланктона увеличилась в несколько раз (Чернышева и Соколова, 1964), тогда как бентофаги более старших возрастов снизили темпы роста (Лукин, 1966; Цылаков, 1964). Последнее было связано с уменьшением численности личинок хирономид. Только плотва и густера, потребляющие дрейссену, которая расселилась по всему водохранилищу в больших количествах (Ляхов, 1967), сохранили хорошие показатели роста (Королева, 1960; Хузеева, 1966).

Появление высокоурожайных поколений в период заполнения позволило уже с первых лет существования водохранилища организовать

промысел рыб, выделяющихся высокими показателями роста и воспроизводительной способности.

В первый период (1957—1962 годы) промысел базировался в основном на вылове щуки. Уловы ее быстро возрастали и достигли в 1960 году максимальной величины — 19 150 ц, а затем, по мере использования урожайных поколений и слабого пополнения запасов, стали резко падать и в 1968 году составили лишь 1252 ц (табл. 1). В настоящее время основными местами промысла щуки являются верхние участки водохранилища по Каме в пределах Татарской АССР, где рыбоприемными пунктами ежегодно заготавливается от 1 до 2 тыс. ц.

Второй период (1963—1964 годы) промысла характеризовался значительной долей леща за счет вступления подростов поколений 1956—1957 годов. В настоящее время лещ является основной промысловой рыбой, на долю которой приходится половина общего улова (табл. 1). Запасы леща за последние пять лет стабилизировались и уловы его держатся на уровне 17—20 тыс. ц в год. Резкое увеличение уловов в 1964 году было обусловлено тем, что в феврале — марте произошло массовое отравление рыбы при залповом сбросе в Каму фенолов промышленными предприятиями, в результате чего рыбозаводами было выловлено в этот период около 7 тыс. ц леща. Повышение промысла в 1967 году объясняется, с одной стороны, большим выловом маломерных особей, а с другой — маловодностью года, благодаря чему облегчался отлов леща. В ближайшие годы увеличение промысла леща нежелательно, так как это может привести к подрыву его запасов.

Пополнение запасов леща в первые годы после заполнения водохранилища (1958—1963) было незначительным из-за слабой эффективности нереста. Отсутствие обычных нерестилищ привело к тому, что часть производителей леща приспособилась откладывать икру в открытых участках на затопленные кустарники и пни. Эти нерестилища расположены на столь значительных глубинах, что при сработке уровня воды весной кладки не обсыхают. Однако эффективность нереста на глубинных нерестилищах, по-видимому, невелика, и поддержание запасов леща на высоком уровне требует проведения рыбохозяйственно-мелиоративных мероприятий. Кроме того, следует учитывать, что площади таких нерестилищ, вследствие разрушения и занесения кустарниковой растительности, из года в год сокращаются.

При недостаточном количестве производителей исходной речной по-

Таблица 1

Уловы ценных промысловых рыб в Кумьшевском водохранилище

Годы	Щука		Лещ		Судак		Сом		Общий улов в центах
	ц	%	ц	%	ц	%	ц	%	
1957	2234	31,66	115	1,6	30	0,4	31	0,5	7065
1958	11905	49,5	1187	4,9	235	1,0	17	0,2	24064
1959	17981	62,4	3248	11,3	428	1,5			28794
1960	19150	51,4	5070	13,6	1994	5,3			37296
1961	13871	34,8	5862	14,6	2674	6,7	702	1,8	39880
1962	13139	32,3	6774	16,6	3086	7,6	720	1,8	40712
1963	8343	18,0	15363	33,0	3735	8,0	900	2,0	46477
1964	4477	8,5	24115	45,7	3176	6,0	1304	2,5	52776
1965	2384	4,9	17334	35,9	2562	5,3	1847	3,8	48346
1966	1882	3,8	16892	34,5	2439	5,0	1664	3,4	48095
1967	2316	5,0	23759	51,5	2687	5,8	1682	3,7	46096
1968	1252	3,2	20058	50,7	2075	5,3	1047	2,6	39521

пуляции формирование стада судака продолжалось более длительное время. Только после 1959 года, когда переставал часть популяции пополняться за счет первых водохранилищных поколений, интенсивность воспроизводства запасов повысилась, что нашло отражение в промысле (табл. 1). Судак успешно размножается в водохранилище, но эффективность его нереста снижается из-за большой гибели молоди летом во время «цветения» воды. Уменьшение уловов за последние годы объясняется значительной долей в добыче неполовозрелых особей. Кроме того, много судаков портится в сетях во время штормов или используется для личных нужд. Основная масса судаков вылавливается весной в преднерестовый период. Учитывая большую мелноразливную роль судака, промысел его должен быть перебазирован на осень и зиму.

В водохранилище судак растет лучше, чем в Волге, половой зрелости достигает на год раньше. Успешная акклиматизация мизид и появление в водохранилище каспийской тюльки значительно улучшат условия питания судака и окажут положительное влияние на выживаемость и рост его молоди.

В настоящее время наблюдается некоторое увеличение численности сома, и среди ценных рыб ему принадлежит сейчас четвертое место в промысле.

Запасы сазана в водохранилище невелики, так как в обычные по уровню режиму годы условия размножения, нагула и зимовки для его молоди неблагоприятны. Много сеголеток сазана погибает в осенне-зимний период при сработке уровня воды, особенно в те годы, когда нерест происходит поздно и много мелких сазанчиков остается на мелководье. Из осетровых на сравнительно высоком уровне поддерживаются запасы стерляди, но только в Волжском плесе. На Каме, где ведется много мест для размножения этой рыбы, загрязнение стоками промышленных предприятий настолько велико, что о нарастании ее численности здесь не может быть и речи.

Третий период (с 1965 года) характеризуется увеличением численности малопенных и сорных рыб, которые менее требовательны к условиям размножения. В связи с увеличением поголовья густеры и плотвы был организован специальный отлов их мелкоячеистыми сетями. Благодаря этому добыча мелкого частика резко возросла и в 1966 году составила 24,9 тыс. п. или 50,9% общего улова. В следующие два года уловы мелкого частика снизились. Среди этой группы первое место занимает плотва, на втором стоит густера, затем следуют уклей, чехонь, окунь и ерш.

Поголовье чехони стало заметно возрастать после 1963 года, когда стадо производителей получило значительное пополнение. Сейчас уловы ее постепенно увеличиваются, но для полного освоения запасов необходимо организовать специальный промысел. Наиболее эффективными орудиями лова являются разноглубинный трал и близнецовый невод, недостаточно применяющиеся пока на Куйбышевском водохранилище.

Синец не дал той высокой вспышки численности, какая наблюдалась в Цимлянском водохранилище, и занимает скромное место в промысле. Малочисленность его обусловлена тем, что условия размножения, сложившиеся в водохранилище, не отвечают экологическим требованиям вида. После заполнения водохранилища нерест синца был эффективным только в 1963 и 1966 годах, когда уровень воды весной на 20—40 см превышал НПГ и был стабильным.

С 1968 года резко увеличилось поголовье каспийской тюльки, проникшей в Куйбышевское водохранилище из южных участков Волги. За сравнительно короткий срок она распространилась по всей акватории и стала массовой рыбой. Особенно велика ее численность в заливах, где

Таблица 2

Видовой состав уловов рыбы в Куйбышевском водохранилище
в 1967—1968 годы

Виды рыб	1967		1968	
	ц	%	ц	%
Лещ	23759	51,5	20058	50,7
Плотва	7343	15,9	5225	13,2
Густера	3186	6,9	3275	8,3
Судак	2687	5,8	2075	5,3
Щука	2316	5,0	1252	3,2
Окунь	1709	3,7	1158	2,9
Сом	1682	3,7	1047	2,6
Уклея	1026	2,2	1502	3,8
Чехонь	172	0,4	1198	3,0
Ерш	854	1,9	1142	2,9
Белогазика	274	0,6	442	1,1
Синец	203	0,4	302	0,8
Берш	137	0,3	284	0,7
Стерлядь	174	0,4	97	0,2
Прочие	574	1,3	464	1,2
Всего	46096	100,0	39521	100,0

за 15 мин. лова в мальковый трад попадалось свыше тысячи особей. В этом орудии лова она преобладала над всеми абorigенами, составляя свыше 70% всего улова. Тюлька является важным компонентом питания хищников — судака, берша, щуки, окуня, жереха, налима. Росту ее поголовья способствовал ряд факторов, среди которых важное значение имели обилие зоопланктона, малочисленность планктофагов (конкурентов в питании) и слабое воздействие хищников. Колебание уровня воды весной также не сдерживало нарастание ее численности, поскольку нерест и нагул тюльки, в отличие от местных рыб, происходил в пелагиали. В настоящее время промысел тюльки не организован. Также слабо используются запасы уклеи, окуня и ерша.

Ежегодный улов рыбы в Куйбышевском водохранилище предусматривался прогнозом в размере 240 тыс. ц, из них леща — 84, сазана — 36, судака — 24, щуки — 19,2, осетровых — 4,8 и прочих — 72 тыс. ц. Величина фактического вылова в несколько раз ниже запланированной, если даже учесть потребление рыбы на месте, любительский и браконьерский лов (величина неучтенной добычи может быть равна показателям официальной статистики). Видовой состав уловов также значительно отличается от прогноза. В настоящее время в промысловых уловах доминирует лещ. На втором месте стоит плотва, затем следуют густера, судак, щука, окунь и др. (табл. 2). Сазана же, вместо 36 тыс. ц по прогнозу, добывается всего лишь 5—10 ц, или 0,01—0,03% общего улова. В чем же причина такого резкого несоответствия между прогнозируемым и фактическим уловами?

При составлении прогноза учитывалось активное влияние человека на формирование ихтиофауны. За год до заполнения ложа водохранилища должны были начать работу три перестоя-выростных хозяйства с общей площадью ирридув 1414 га, на которых предусматривалось выращивать, а затем выпускать в водохранилище 12 млн. семелеток сазана, 3,6 млн. осетровых и 40 млн. молодых других рыб. Из запланированных хозяйств в настоящее время, то есть через 11 лет после образования водохранилища, работает лишь самое маломощное, да и оно переключено в основном

на выращивание прудовой рыбы. Таким образом, весь процесс формирования стада промысловых рыб, за исключением промысла и охранных мероприятий, протекал стихийно, не испытывая активного влияния человека.

Значительный ущерб рыбному хозяйству по-прежнему наносят нормальные стоки, которые часто сбрасываются в водохранилище даже в местах нереста промысловых рыб или выпуска молоди.

Уровенный режим Куйбышевского водохранилища не обеспечивает нормальных условий для воспроизводства запасов большинства промысловых рыб. Позднее заполнение водохранилища и колебание уровня воды весной резко снижают эффективность нереста, а высокий горизонт летом препятствует зарастанию прибрежья луговой растительностью — субстратом для откладки икры фитофильными рыбами. Глубокая сработка уровня зимой приводит к массовой гибели молоди рыб в остаточных водоемах и гибели значительной части кормового бентоса в зоне осушения. В настоящее время на относительно высоком уровне по сравнению с другими видами поддерживаются запасы только тех рыб, которые отчасти приспособились к условиям, сложившимся в водохранилище (лещ, плотва, окунь), или размножение которых совпадает с повторным подъемом уровня воды (уклей, берш, густера).

Сейчас популяции рыб представлены поколениями, появившимися в водохранилище, и естественное формирование ихтиофауны можно считать законченным. Первые урожайные поколения выловлены в ходе промысла. При современном режиме рассчитывать на резкое увеличение поголовья ценных промысловых рыб не приходится. Повышение уловов в данном случае возможно лишь за счет рациональной эксплуатации их запасов и интенсификации отлова сорной и малоценной рыбы.

Для увеличения численности ценных промысловых рыб следует улучшить условия их естественного размножения путем поддержания раз в два-три года высокого и стабильного уровня воды в мае—июне, а в многоводные годы практиковать форсирование его на 20—40 см выше НПГ. В летние месяцы желательно понижение уровня на 50—100 см. Это привело бы к зарастанию прибрежья и улучшению нереста фитофильных рыб. Эти меры до некоторой степени компенсировали бы потери, которые несет рыбное хозяйство от ритма работы ГЭС, весеннего пуща и других мероприятий, связанных с эксплуатацией водохранилища, но и они не решают всей проблемы в целом. Создать для рыб в водохранилище условия, близкие к оптимальным, без значительного ущерба энергетике и другим отраслям народного хозяйства невозможно. Поэтому необходимо расширять работы по искусственному рыбозаведению. Следует, наконец, решить вопрос о завершении строительства нерестово-выростных хозяйств и определить профиль их работы. Эффективное пополнение запасов фитофильных рыб следует осуществлять также путем создания искусственных и регулируемых нерестилищ.

С целью более полного освоения кормовых ресурсов (фитопланктон, зоопланктон) нужно проводить работы по вселению лопуховых рыб (обыкновенный и пестрый толстолобик, пелядь и др.), уделяя особое внимание биотехнике их выращивания.

В связи с незначительным поголовьем хищников и слабым пополнением их стада для ограничения численности сорных и малоценных рыб и повышения качества рыбопродукции целесообразно поддержание запасов судака и щуки на высоком уровне. В этих целях необходимы охранные и рыбохозяйственно-мелиоративные мероприятия, а также рациональная постановка промысла. Проведение всех указанных работ могло бы значительно увеличить рыбопродуктивность Куйбышевского водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Г. В., 1958. Бентос Куйбышевского водохранилища в первый год его существования. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, в. 8.
- Аристовская Г. В., 1960. Формирование бентоса Куйбышевского водохранилища в первые годы после полного заполнения водоема. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 9.
- Васильев К. И., 1958. Рост молоди промысловых рыб в первый и второй годы существования Куйбышевского водохранилища. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, в. 8.
- Васильев К. И., 1964. Наблюдение за размножением асептиперестущих ценных промысловых рыб в 1960—1963 гг. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
- Гайниев С. С., 1958. Размножение и рост молоди некоторых промысловых рыб в первый год существования Куйбышевского водохранилища. Уч. зап. Ульянов. пед. инст., т. II, в. 1.
- Гайниев С. С., 1960. Размножение основных промысловых рыб Куйбышевского водохранилища в районе г. Ульяновска. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 9.
- Королева Т. П., 1960. Рост серушии Куйбышевского водохранилища. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 9.
- Лукин А. В., 1958. Рост леща в Волге и Каме в первые годы существования Куйбышевского водохранилища. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, в. 8.
- Лукин А. В., 1966. Основные особенности формирования запасов леща, судака и щуки в Куйбышевском водохранилище в задачи регулирования промысла на данном этапе. Наблюд. над формиров. фауны Куйбышевск. водохр. Уч. зап. Казан. ун-та, т. 123, кн. 7.
- Ляхов С. М., 1967. Бентос Горьковского, Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ. Гидробиол. ж., т. 3, № 3.
- Махотин Ю. М., 1964. Эффективность размножения основных промысловых рыб Куйбышевского водохранилища. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1959. Первые этапы формирования бентоса Куйбышевского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1961. Процесс формирования донной фауны в Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 4 (7).
- Поддубный А. Г., 1959. Состояние иктлофауны Куйбышевского водохранилища. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).
- Соколова К. Н., 1958. Данные по зоопланктону в первые два года существования Куйбышевского водохранилища. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, в. 8.
- Хузеева Л. М., 1966. Некоторые данные по биологии густеры Куйбышевского водохранилища. Уч. зап. Казан. вет. инст., т. 97.
- Цыпलाков Э. П., 1964. Размеры и возрастной состав леща Куйбышевского водохранилища и изменение его роста в связи с обеспеченностью кормами. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
- Чернышева Э. Р., Соколова К. Н., 1960. Зоопланктон Куйбышевского водохранилища по наблюдениям 1958 и 1959 гг. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 9.
- Чернышева Э. Р., Соколова К. Н., 1964. Зоопланктон Куйбышевского водохранилища в 1960—1962 гг. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
- Чикова В. М., 1963. Размножение основных рыб в Черемшанском заливе Куйбышевского водохранилища. Матер. по биол. и гидр. волжск. водохр.
- Шаронов И. В., 1962. Некоторые закономерности в формировании иктлофауны Куйбышевского водохранилища. Тр. Зонал. совещ. по типол. и биол. обеско. рыбозоо. исползов. внутр. (пресновод.) водоемов южн. зоны СССР. Кимьяев.
- Шаронов И. В., 1966. Формирование иктлофауны водохранилищ. Сб. Экология водных организмов. Изд. АН СССР.

ПИТАНИЕ И ПИЩЕВЫЕ ОТНОШЕНИЯ РЫБ В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

И. В. Егерова

(Татарское отделение ГосНИОРХ)

Во многих вновь образовавшихся крупных равнинных водохранилищах в связи с замедлением течения, сильным волнением и непостоянством уровня режима условия существования гидробионтов резко изменились по сравнению с тем, что было до зарегулирования рек. В Куйбышевском водохранилище сильно развился фитопланктон, резко увеличилась численность и биомасса зоопланктона, изменился его состав, преобладающей группой стали ракообразные.

В бентосе с первого же года существования водохранилища уменьшилось количество реофильных форм, в дальнейшем они выпали из его состава. Исчезли, особенно в открытых участках водоема, многие личинки насекомых (ручейников, поденок, симилиид и других), широко распространенные раньше в Волге. Остались только хирономиды, из которых основными формами являются: *Chironomus f. l. semireductus*, *Ch. f. l. plumosus*, *Ch. f. l. thummi*, *Procladius*, *Cryptochironomus ex gr. fuscimanus*, *C. ex gr. conjugens*, *Polypedilum ex gr. nubeculosum*, *P. ex gr. scalanum*.

Из года в год в связи с увеличением заиления, особенно на участках бывшего русла, повышается численность олигохет; основными видами становятся *Tubifex tubifex*, *Isochaetides newaensis*, *Euilodrilus hammoniensis*, *E. moldaviensis*. Изменился состав моллюсков: уменьшилось количество сферийд и живородок, повсюду массового развития достигла дрейссена.

Указанные изменения, конечно, не могли не отразиться на характере питания рыб в водохранилище. В первый год его заполнения, когда стадо было разреженным и на вновь залитых участках наблюдалось бурное развитие фауны беспозвоночных, условия питания для рыб были очень благоприятными. Тогда количество ракообразных увеличилось по сравнению с тем, что наблюдалось в Волге, в 10 раз (Чернышова, 1966), а биомасса бентоса в сентябре без моллюсков достигала в среднем по водоему 10,5, а с дрейссеной (без учета обрастаний) — 17,5 г/м² (Аристовская, 1958). Молодая дрейссена, прикреплявшаяся к залитому кустарнику и траве, была доступна для некоторых рыб. Все это обеспечило хороший рост рыб всех возрастов. Исключение составляли сеголетки гудака, которые не имели доступного им по размерам корма (при быстром росте молоди других рыб), и не могли перейти к хищному способу питания, достигнув размера 3 см, что наблюдается при нормальных для него условиях пугала (Никифоровская, 1928; Лукин, 1949; Летичевский, 1951).

Характерной особенностью для всех рыб в водохранилище с первого же года его возникновения является интенсивное питание их зоо-

планктоном не только молоди на первых этапах ее жизни, как это было в Волге, но и погуда в течение нескольких лет. Очень часто у рыб бентофагов, достигших половой зрелости, значительную часть пищевого корма составляют планктонные ракообразные. Это отмечалось многими исследователями как для Куйбышевского, так и для других водохранилищ (Коташ, 1958; Лапичкая, 1959; Зайцева и Мельничук, 1962; Небольсина, 1965; Платонова, 1966).

У стерляди, питающейся в Волге иногда почти исключительно личинками разных насекомых, а также моллюсками (сферидами и пиявпарой), в водохранилище личинки ручейников, поденок, мошек (всплой) выпали из состава пищи. Сферида и живородки тоже встречались редко и в малых количествах. Дрейссеной питалась крупная стерлядь, но только в первые годы после образования водохранилища. Основной пищей стерляди стали низшие ракообразные (в значительной степени веслоногие), личинки хирономид и в небольших количествах бокоплавы. В силу недостаточного количества хирономид и другого обычного для нее корма в бентосе упитанность стерляди в водохранилище снизилась (Батыева, 1964).

Лещ — рыба всеядная. В характере его питания за истекшие годы произошел ряд изменений. Как и стерлядь, лещ с первого года образования водохранилища стал питаться зоопланктоном. У рыб от 20 до 30 см длиной этот вид корма составлял в среднем 20% веса пищи, в 1967 году — 33%. Даже у более крупных особей, от 30 до 40 см длиной, в 1967 году процент содержания низших ракообразных в пище в июле был равен 10.

В первые годы после заполнения водохранилища в пищу леща всегда присутствовали макрофиты (в среднем до 20—30% веса пищи), так как по берегам водохранилища тогда были расположены обширные вповь затопленные участки, покрытые высшей растительностью. Процент макрофитов в пище леща из года в год постепенно снижался и соответственно повышалось количество в кишечниках грунта. Уже в 1960 году детрит в кишечнике леща (до 30 см длиной) в среднем превышал 20%, а у лещей крупнее 30 см — 30%. В июле 1967 года детрит в пище леща по весу в среднем составлял более 40%.

В первые годы существования водохранилища значительной частью пищи леща были личинки хирономид. К 1960 году удельный вес их в пище снизился в 2—3 раза и еще больше — в 1967 году. Если в первые два года после заполнения водохранилища олигохеты попадались в пищу редко и в ничтожных количествах, то в последующем они стали играть заметную роль.

Моллюсками, хотя и сравнительно редко, питался, главным образом, крупный лещ свыше 25—30 см длины. Дрейссена до образования крупных колоний (друз) входила в состав пищи крупных лещей. Кроме этих моллюсков лещ питался также и сферидами. В последующие годы значение последних в пище вследствие уменьшения численности упало, а дрейссена стала случайным кормовым объектом. Как видно, лещ в разные периоды формирования водохранилища хорошо приспосабливался к особенностям кормовой базы.

Известно, что рыба питается и выбирает себе пищу из того состава кормовых ресурсов, который имеется на участке водоема, где происходит нагул. Поэтому в разных районах водохранилища состав пищи леща бывает различен. Так, в июле 1967 года в Сусакском заливе, где преобладает радличеп. Так, в июле 1967 года в Сусакском заливе, где преобладающей группой в бентосе являлись личинки хирономид (Миловилов, 1968), крупные лещи от 30 до 40 см в основном питались ими (табл. 1); в районах Ташевки (Волжский плес) и Сюжеева (Тетюшский плес), по левому берегу русла, в кишечниках лещей преобладали

грунт и олигохеты, а на участках залитой поймы у Вишновки (ниже Удьяновска) и в Приплотинном плесе в пище преобладал зоопланктон.

Плотва отличается довольно узким спектром питания. Пищей ей служат в основном растительность и моллюски (табл. 2). Питаясь зоо-

Таблица 1

Состав пищи (% по весу) леща и сазана в Сусском заливе в июле 1967 года

	Лещ	Сазан
Длина (см)	15—20—30—40	15—20—30—40
Водоросли	Ø* 50	1 28
Макрофиты		16
Дрейссена		33 17 100
Прочие моллюски	1	3
Олигохеты	2 Ø	
Низшие ракообразные	Ø Ø 1	9 Ø
Хирономиды	7 50 98	41 50
Грунт	91	2

* Ø — формы, составлявшие менее 1% содержимого пищевого комка.

Таблица 2

Состав пищи (% по весу) леща и плотвы в Черемшанском заливе в июле 1967 года

	Лещ	Плотва
Длина (см)	20—30—35	13—15—20—25—30
Водоросли		37 15
Макрофиты	6	46 29 4
Дрейссена	Ø	17 45 96 100
Олигохеты	7 6	
Низшие ракообразные	25 Ø	Ø Ø
Хирономиды	13 2	1
Грунт	55 86	10

Таблица 3

Состав пищи (% по весу) пеляди и тюльки в июле 1967 года

	Пелядь	Тюлька
Длина (см)	16—19	4—5 9—10
Водоросли		10,3
Cladocera	100,0	86,1 94,7
Daphnia	50,0	0,8 12,5
Chydoridae		2,8 0,2
Bosmina		0,3 0,3
Bythotrephes	27,5	0,1 17,3
Leptodora	22,5	82,0 64,4
Ceriodaphnia		0,1
Copepoda		3,3 5,3
Прочие		0,3

планктоном более продолжительное время, чем в Волге, плотва (до 15—17 см длиной) в водохранилище потребляет также водоросли и высшую растительность (плотва этих размеров держится обычно в заливах, где имеются заросли макрофитов). Охоту потребляет она и дрейссену; особи свыше 20 см почти целиком переходят на питание последней.

Состав пищи густеры несколько разнообразнее, чем у плотвы. Но так же, как и у других рыб-бентофагов планктонные ракообразные служат пищей густере длиной до 20 см и более.

В первые годы после заполнения водоема обычными компонентами пищи густеры были личинки хирономид, макрофиты. Количество тех и других в питании ее к 1960 году снизилось. В июле 1967 года личинки хирономид встречались единично. Постоянным компонентом в пище крупной густеры была дрейссена.

Густера в плотве в Куйбышевском водохранилище всегда отличалась хорошим ростом. Этого нельзя сказать о леще, который, начиная с размера 15 см, испытывал недостаток пищи в связи с большой плотностью его стада и сокращением численности хирономид.

В Сусанском заливе (в нижнем его участке) материал для исследования питания сазана в 1967 году был собран в июле и сентябре. Значительную часть пищи сазана здесь составляли личинки хирономид, а также дрейссена (табл. 1). Кроме того, сазан, как и в предыдущие годы (Егерева, 1964), дополнительно питался растительной пищей, а до 20 см длиной — частично низшими ракообразными.

Чехонь в водохранилище, как и в Волге (Аристовская, 1935), питается планктоном, воздушными насекомыми; иногда в небольших количествах в кишечниках присутствуют бокоплавы, водоросли, личинки и куколки хирономид. При достижении длины в 14 см в ее кишечнике встречается рыба, а по достижении 20—25 см чехонь обычно становится хищником (Егерева, 1964). Интересно отметить, что в 1967 году в кишечниках нескольких особей была обнаружена тюлька.

Синец — типичный планктофаг, но так как запасы его в водохранилище невелики, он не может являться существенным потребителем этого корма в водоеме.

Как уже указывалось выше, в первые два года существования водохранилища почти все рыбы разных возрастов росли хорошо. С 1958 года рост леща ухудшился в связи с увеличением его стада и снижением биомассы кормового бентоса. Снижение роста наблюдалось и у некоторых других рыб. В последующие годы (по сентябрьским данным Г. В. Аристовской) биомасса кормового бентоса колебалась в пределах от 4,1 до 6,4 г/м². Доминирующей группой, особенно на участках бывшего русла, стали олигохеты.

Рассматривая пищевые отношения основных промысловых рыб в водохранилище в настоящее время, можно сказать, что одинаковые требования к корму леща и стерляди не ведут к обострению их конкуренции. Стерлядь придерживается русловых участков, где пагуливается только самый крупный лещ, основная же часть последнего располагается на залитой пойме. Молодь леща в значительной степени концентрируется в заливах, отличающихся богатым зоопланктоном и бентосом, в котором преобладающей группой являются хирономиды.

Едва ли можно говорить о конкуренции ценных промысловых рыб — бентофагов с плотвой и густерой. Это хорошо видно из табл. 2, где приведены данные по питанию леща и плотвы из Черемшанского залива летом 1967 года.

Довольно большое сходство в потреблении пищи, в частности хирономид, можно видеть у леща и сазана в заливах, например в Сусанском (табл. 1). Однако, как уже отмечалось выше, основная часть крупного леща держится на залитой пойме, где сазан в настоящее время вылавливается очень редко. В случае же увеличения его стада пищевые отношения этих рыб не обостряются, поскольку сазан будет использовать в пищу дрейссену.

Нельзя учесть, что рост рыб в водохранилище обуславливается

как запасами корма на нагульных площадях, так, в значительной степени, особенностями температурного и уровневого режимов каждого года. Теплая осень, то есть удлинение нагульного периода, ведет за собой улучшение роста рыб, а сильная сработка уровни — сокращение площадей — может привести к обострению пищевых отношений.

В первое десятилетие существования водохранилища большие запасы зоопланктона обеспечивали потребности всех рыб. Усиленное потребление его наблюдается обычно в июле, в период интенсивного откорма и роста рыб, когда биомасса бентоса резко снижается в связи с массовым вылетом хирономид. При крайне низкой (часто менее 1 г/м^2) биомассе последних (Аристовская, 1964) зоопланктон в водохранилище второе десятилетие играет очень существенную роль в питании рыб и вместе с олигохетами при благоприятных температурном и уровневом режимах поддерживает рост ценных рыб — бентофагов. Не нужно забывать, что низшие ракообразные, как и олигохеты, являются, по существу, калорийным кормом, что едва ли можно сказать о детрите.

В случае холодной осени, неблагоприятного уровневого режима и при летних похолоданиях рост рыб, в первую очередь леща, может ухудшиться. Это наблюдалось в 1965 году, когда средняя температура воды в 3-й декаде июля оказалась ниже 19° , а биомасса планктонных ракообразных по сравнению с июлем предыдущего года была меньше в 7 раз.

Интересно проследить состав пищи пеляди, работы по акклиматизации которой проводятся Татарским отделением ГосНИОРХ, и тюльки, которая за последнее время широко расселилась по водохранилищу и встречается в большом количестве. Как видно из табл. 3, последняя может стать важным потребителем зоопланктона. Поэтому до выяснения характера роста запасов тюльки и возможности ее подавления специализированным отловом и увеличением поголовья хищников следует острожно подходить к определению объема работ по вселению в водохранилище рыб, питающихся зоопланктоном. Особенно это касается настоящего периода, когда акклиматизировавшиеся у нас мизиды еще не во всех районах водохранилища образуют большие концентрации и встречаются в питании лишь рыб семейства окуневых (окунь, ерш, берш).

ЛИТЕРАТУРА

- Аристовская Г. В., 1935. К вопросу о питании некоторых волжско-камских рыб. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, в. 2.
 Аристовская Г. В., 1958. Бентос Куйбышевского водохранилища в первый год его существования. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, в. 8.
 Аристовская Г. В., 1964. Бентос Куйбышевского водохранилища за период с 1960 по 1962 гг. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
 Батышева Л. Р., 1964. Наблюдения над распределением и ростом стерляди Куйбышевского водохранилища в 1960—1962 гг. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
 Егерова И. В., 1964. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Куйбышевского водохранилища. Тр. Тат. отд. ГосНИОРХ, в. 10.
 Зайцева Г. Я., Мельничук Г. Я., 1962. К вопросу о питании и пищевых взаимоотношениях между рыбами в Казовском водохранилище в первые годы его становления. Вопр. экологии, т. 5.
 Коган А. В., 1958. Материалы по питанию синца, сазана и леща в Цимлянском водохранилище. Нап. ВНИОРХ, т. 15.

- Лапцкая Л. Н., 1959. О питании стерляди в Цимлянском водохранилище. Научн. тез. бюлл. ГосНИОРХ, № 8.
- Летичевский М. А., 1951. Материалы по биологии молоди окуневых в дельте р. Волги. Тр. ВНИОРХ, т. XIX.
- Лукин А. В., 1949. Основные черты экологии осетровых в Средней Волге. ч. II. Тр. Тат. отд. ВНИОРХ, в. 5.
- Мшловидов П. П., 1968. Бентос заливов Куйбышевского водохранилища и его изменения в процессе становления водосма. 1-я конф. по изучен. вод. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Неболясица Т. К., 1965. Качественная и количественная оценка питания леща, густеры и плотвы Волгоградского водохранилища в 1962—1964 гг. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. 8.
- Никифоровская Т. Д., 1928. К вопросу о питании молоди судака Волго-Каспийского района. Тр. Волго-Касп. рыб. хоз. ст., т. VI, в. 3.
- Платонова О. П., 1966. Питание бентосоядных рыб Куйбышевского водохранилища. Уч. зап. Казан. гос. ун-та, т. 123, кн. 7.
- Чернышева Э. Р., 1966. Динамика развития зоопланктона Куйбышевского водохранилища. Сб. аспирант. работ. Естеств. науки. Гюл., ч. II, Казан. ун-т.

ИХТИОФАУНА ВОЛГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБ В САРАТОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

А. Н. Яковлева

(Саратовское отделение ГосНИОРХ)

На участке реки Волги от города Балакова до города Жигулевска в течение трех лет перед заповедником Саратовского водохранилища (1965—1967) сотрудниками Саратовского отделения ГосНИОРХ Г. В. Шпилевской, И. Я. Чекуниной и автором этой статьи изучались качественный и количественный состав ихтиофауны и биология отдельных видов рыб. Особое внимание мы обратили на такие стороны биологии, по которым можно было судить о перспективах естественного воспроизводства того или иного вида, — возрастную структуру стада, возраст достижения зрелости, плодовитости.

В составе ихтиофауны Волги имеются представители 6 семейств. Наиболее разнообразно представлено семейство карповых, включающее 15 видов: *Abramis brama*, *A. sapa*, *A. ballerus*, *Blicca bjoerkna*, *Rutilus rutilus*, *Pelecus cultratus*, *Carassius carassius*, *Cyprinus carpio*, *Chondrostoma nasus*, *Alburnus alburnus*, *Tinca tinca*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Aspius aspius*, *Leuciscus idus*, *L. cephalus*. К семейству окуневых относятся 4 вида: *Perca fluviatilis*, *Lucioperca lucioperca*, *L. volgensis*, *Acerina cernua*, остальные семейства имеют по одному роду и виду. Это — *Acipenser ruthenus*, *Silurus glanis*, *Esox lucius* и *Lota lota*.

В последние годы стали встречаться ряпушка — *Coregonus albula*, сигок — *Osmerus eperlanus*, игла-рыба (видовая принадлежность не определялась) и белый амур — *Stenopharyngodon idella*.

Из проходных рыб Северного Каспия в данный участок реки Волги поднимаются осетр, сельдь-черноспинка и белорыбца.

Перечисленные виды имеют неодинаковое промысловое значение. По данным анализов промысловых и экспериментальных уловов, преобладающими среди них являлись семь: лещ, густера, плотва, сигок, щука, стреладя и белоглазка. Они составляли от 83 до 90% численности и от 83 до 88% веса общего улова. Следует особо отметить относительно высокую численность малоценных видов рыб. Так, например, на одно рыболовное усилие (10 ставных сетей за сутки) в 1966 и 1967 годах на изучавшемся участке реки вылавливалось густеры от 79 до 176, плотвы — от 30 до 196, сигок — от 21 до 131 экземпляров. Из ценных видов рыб только лещ вылавливался, примерно, в таком же количестве — 18—63 экземпляра, судака насчитывалось лишь от 2 до 14, зацеп встречался в уловах редко — единичными экземплярами (табл. 1)*.

Для прогнозирования эффективности естественного воспроизводства нами была предпринята попытка определять количество якры, которое

* Уловы мелкочастиковых рыб даны по сетям с размером ячеек от 28 до 40 и для крупноразмерных рыб — с размером ячеек от 50 до 70 мм.

Таблица 1

Средний улов рыбы на одно рыболовное усание (10 ставных сетей за сутки) $\frac{\text{шт}}{\text{кг}}$

Год	Место лова	Размер сети (м)	Сред- няя глубина	Лещ	Судак	Щука	Жерех	Берш	Густе- ра	Плотва	Синец	Чехонь	Бело- голова	Окунь	Язь	Сом	Прыгун	Весь улов
1966	Волга у с. Давыдов- ки. Кувшинский об- ласть	50—70	1,0 0,4	18,0 12,9	6,0 10,5	3,0 8,7	1,0 2,1	—	0,4 0,2	0,4 0,2	0,3 0,03	—	—	1,0 0,4	0,3 0,8	1,0 11,8	0,2 0,3	32,6 48,3
1966	То же	28—40	—	12,0 1,3	0,5 0,3	4,0 2,9	0,5 0,1	0,5 0,1	113,0 7,6	45,0 6,6	21,0 1,7	15,0 1,8	4,0 0,4	31,0 4,1	0,5 0,2	—	1,5 0,2	248,5 27,3
1967	»	50—70	6,0 1,8	63,0 37,5	14,3 22,4	3,1 6,3	1,1 4,0	1,1 0,3	3,0 1,3	1,7 0,9	—	—	0,7 0,2	1,5 0,9	3,0 2,5	2,0 12,8	1,5 1,6	102,0 92,7
		28—40	8,0 1,4	43,0 9,0	8,0 3,4	8,0 5,7	1,0 0,6	9,0 3,4	176,0 17,0	196,0 22,3	131,0 15,0	23,0 4,5	53,7 7,7	14,0 2,1	6,0 1,8	—	8,8 3,0	685,5 96,9
1966	Волга у Печерска. Кувшинской области	55—70	—	36,5 17,5	1,7 1,7	1,0 1,2	0,9 2,7	0,2 0,2	2,2 0,5	0,3 0,1	—	—	—	—	1,2 0,6	—	0,1 0,1	44,1 34,6
		28—40	0,6 0,1	17,5 4,0	1,3 0,5	1,7 2,5	1,1 0,3	1,2 0,5	88,7 8,0	30,0 3,5	91,2 8,2	12,0 2,2	4,4 0,8	6,9 0,8	6,9 1,9	0,1 0,2	8,2 0,8	271,7 34,3
1967	То же	55—70	7,0 3,0	51,0 26,0	10,0 13,0	4,0 7,0	1,6 3,0	0,8 0,2	1,6 0,6	0,7 0,4	0,3 0,1	—	1,0 0,3	1,6 0,7	4,1 2,3	0,4 1,1	1,0 0,9	85,1 58,6
1967	»	28—40	41,0 6,0	67,0 13,0	5,3 2,0	4,0 2,1	0,7 0,6	5,0 1,1	79,0 7,2	35,0 5,0	73,0 8,3	10,0 2,0	29,0 5,0	14,0 2,1	4,0 1,0	—	3,2 1,1	470,2 56,3

Количество икры, выметываемой рыбами, число которых определяли по улову на одно рыболовное усилие, составляет (в млн. экз.): у леща — 3, судака — 1, густеры — 3, плотвы — 3 и у сивца — 1.

Все рассматриваемые виды рыб являются весенне-нерестующими, откладывающими икру на растительные субстраты в период прибыли воды. Поэтому количество выметываемой икры в какой-то мере является показателем потенциальной возможности их естественного воспроизводства. Наибольшее количество икры откладывают лещ, плотва и густера. Эти виды рыб будут наиболее многочисленными в Саратовском водохранилище.

Из поймных рыб только для леща и судака произведено определение численности зрелых рыб на исследуемом участке реки перед заполнением водохранилища. Сазан встречался в уловах редко и в небольшом количестве.

Численность производителей леща и судака учитывалась путем облова определенной площади водоема с помощью донного 18-метрового трала системы ГосНИОРХ.

Таблица 4

Возрастной и половой состав леща в траловых уловах в октябре 1967 года (%)

	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	n
Самцы	9,0	26,6	29,0	22,2	6,6	4,4	2,2	—	90
Самки	10,7	14,5	31,0	14,5	20,0	7,3	—	2,0	110
Самцы и самки	10,0	20,0	30,0	18,0	14,0	6,0	1,0	1,0	200

Таблица 5

Процент зрелых особей леща по возрастным группам

	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+
Самцы	—	80	100	91	100	100	100	100
Самки	—	—	—	67	70	100	75	60

Таблица 6

Количество зрелых особей леща по возрастным группам

	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	n
Самцы	—	24	32	23	7	5	2	—	91
Самки	—	—	—	13	19	10	—	1	11

В октябре 1967 года в среднем по речному участку за один час траления 18-метровым тралом вылавливалось 419 экз. леща. За час траления облавливалась 5 га площади реки. Следовательно, с одного гектара вылавливалось 84 экземпляра леща. При коэффициенте уловистости трала 0,34 (Липницкий, 1967) общее количество леща на одном гектаре получается равным 247 экземплярам.

Исходя из общего количества рыб на одном гектаре, их возрастного и полового состава (табл. 4), определено количество самцов и самок леща в каждой возрастной группе. В траловых уловах самцы составили 45, самки — 55%, то есть на одном гектаре было 111 самцов и 136 самок. По проценту зрелых особей (табл. 5) определено количество производителей в каждой возрастной группе (табл. 6) и общее на одном гектаре.

При заполнении водохранилища и увеличении водной площади в три раза соответственно уменьшится концентрация леща. Следовательно, в первый год существования водохранилища на 1 га будет, примерно, 45 производителей леща, в том числе 31 самец и 14 самок. Для обеспечения

промышленной продукции в 20 кг/га (при промышленном возврате 0,03% и интенсивности промысла 75%) считалось достаточным одного гнезда производителей на гектар площади водохранилища (Собенцов, Мейснер и Михеев, 1953). Фактически промышленный возврат леща от икры и интенсивность промысла на водохранилище ниже. Однако, принимая во внимание наличие не одного, а четырнадцать гнезд на гектар, можно считать, что количество производителей леща будет достаточным для его естественного воспроизводства.

Аналогичные расчеты были произведены для определения количества производителей судака, с той разницей, что учитывался улов не на один, а на сто гектаров речной площади, так как численность судака на одном гектаре очень низкая. За исходные были приняты следующие данные: улов за час траления — 1,8 экз., коэффициент уловистости трава — 0,5 (по Бойко, 1964), возрастной состав в траловых уловах и процент зрелых особей по возрастным группам.

Таблица 7

Возрастной состав судака в траловых уловах в октябре 1967 года (%)									
	Возрастные группы								n
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
Самки	2.1	16.7	33.2	21.0	16.5	4.2	6.3	—	48
Самцы	3.1	28.1	34.5	15.6	12.5	—	3.1	3.1	32
Самки и самцы	2.6	22.4	33.9	18.3	14.5	2.1	4.7	1.6	80

Таблица 8

Процент зрелых особей судака по возрастным группам							
	Возрастные группы						
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Самки	—	—	20	67	95	100	100
Самцы	—	—	—	80	—	100	100

Подсчеты показали, что на 100 гектаров речного участка приходится, примерно, 79 производителей судака, в том числе 55 самок и 24 самца. При увеличении водной площади после заполнения водохранилища на 100 гектаров будет, примерно, 26 производителей, в том числе 18 самок и 8 самцов или одно гнездо на 12 гектаров. При такой низкой численности производителей для естественного создания в водохранилище промышленного запаса судака потребуется много времени.

Исходя из состояния ихтиофауны и прогноза гидрологического режима, можно высказать следующие предположения по формированию запасов рыб в Саратовском водохранилище.

Гидрологический режим водохранилища характеризуется стабильностью уровня воды на большей части акватории в течение года. На примере Волгоградского водохранилища (Яковлева, 1965) можно видеть, что при таком режиме не создается благоприятных условий естественного воспроизводства для большинства видов рыб. Кроме того, в Саратовском, так же как и в Волгоградском водохранилище, будет наблюдаться снижение уровня воды весной, в период размножения рыб за счет, так называемого, рыбохозяйственного сброса для заполнения дельты Волги.

Особенно неблагоприятен такой режим для фитофильных рыб, откладывающих икру в мелководной части на растительные субстраты. В Саратовском водохранилище названных рыб — подавляющее большинство.

Наиболее многочисленные виды рыб — лещ, плотва и густера сохраняют преобладающее положение в составе ихтиофауны, несмотря на неблагоприятные условия воспроизводства. Такие виды, как щука, синец и сазан, более других испытывают на себе отрицательное влияние гидрологического режима. Поэтому в водохранилище в первые два-три года численность щуки увеличится, так как она выйдет из затопленных пойменных озер и прудов, но спустя 3—4 года поголовье ее резко сократится. Заметно уменьшится численность синца и еще более — сазана. Стерлядь лишится большей части своих нерестилищ и стадо ее не достигнет высокой численности.

Относительно лучшие условия естественного воспроизводства будут у судака и сома. Эти виды откладывают икру не только на мелководных, но и на глубоководных участках, которые не обсыхают во время спада воды в весенний период. Вследствие этого запасы их в водохранилище будут постепенно увеличиваться. Следует ожидать также увеличения численности берша.

Таким образом, основными промысловыми рыбами в водохранилище будут лещ, судак, сом, берш, плотва и густера.

Для увеличения запасов ценных видов рыб в Саратовском водохранилище потребуются проведение рыбоводно-акклиматизационных мероприятий. Прежде всего, необходимо увеличение запасов стерляди. Достигнуть этого можно путем искусственного разведения ее и выпуска в водохранилище. Для рационального использования фито- и зоопланктона, который местными рыбами поедается слабо и, вероятно, будет избыточным в водохранилище, целесообразно было бы выращивать обыкновенного и пестрого толстолобиков.

По гидробиологическому прогнозу в Саратовском водохранилище предполагается недостаток корма для бентоядных рыб, который может быть пополнен путем вселения кормовых для рыб организмов, в частности мизид.

ЛИТЕРАТУРА

- Бойко Е. Г., 1964. Прогноз запасов и уловов азовского судака. Тр. ВНИРО, т. 51.
- Лавицкий И. И., 1967. Метод учета численности рыб в Цимлянском водохранилище. Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ, т. III.
- Себенцов Б. М., Мейснер Е. В., Михеев П. В., 1953. Рыбоводно-биологическое обоснование рыбохозяйственного освоения водохранилищ на реках. Тр. ВНИИПРХ, т. VI.
- Яковлева А. Н., 1965. Состояние естественного воспроизводства и запасы рыб Волгоградского водохранилища. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. 8.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ РЫБ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Т. К. Небольсина

(Саратовское отделение ГосНИОРХ)

Создание Волгоградского водохранилища на участке Волги от Балаково до Волгограда привело к коренной перестройке всех биологических процессов, протекавших ранее в речных условиях, а также и заметно сказалось на численности отдельных видов рыб и на формировании их запасов.

О динамике относительной численности стада рыб во вновь созданном водоеме можно судить по данным уловов промысловыми орудиями — ставными сетями, тралом, волокушей. При этом должны учитываться характер распределения отдельных видов по годам, месяцам и тем или иным участкам водохранилища.

Для плотвы, густеры, сига, щуки и других рыб, концентрирующихся в течение всего года в мелководной левобережной части водохранилища, использованы ежегодные показатели уловов ставного порядка сетей с размером ячеи от 28 до 70 мм (в пересчете на 10 сетей в сутки) за весенний период, когда облавливается наибольшая часть стада этих рыб. Правда, эти показатели не дают количественной оценки величины популяции на определенной площади, но в то же время они достаточно четко отражают характер изменений численности последней по годам.

Для леща, судака, берша, сома и других рыб, обживших всю акваторию водоема, но придерживающихся обычно русловых участков, наиболее показательны уловы промыслового трала за осенний период. К этому времени они в основном концентрируются на зимовку в русловой части водохранилища, где производится траловый лов.

В первые годы (1959—1962) после образования Волгоградского водохранилища численность рыб определялась исходными величинами, характерными для речного периода. В это время отмечалась высокая численность щуки, плотвы, густеры и очень низкая численность леща, судака, берша, сазана и других крупночастиковых рыб.

Таблица 1

Динамика уловов отдельных видов рыб в Волгоградском водохранилище

	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.
В среднем на 1 час траления (кг)									
Лещ	21,0	31,0	68,0	96,2	130,3	160,0	233,0	204,2	201,3
Судак	0,9	1,0	10,0	19,4	17,8	15,0	21,4	12,6	10,8
В среднем на 10 ставных сетей за сутки (кг)									
Щука		23,0	25,0	31,0	18,0	9,0	7	2	7
Плотва		30,0	25,0	16,0	16,0	9,0	5	3	15
Густера		19,0	12,0	14,0	14,0	8,0	7	6	13

В последующие годы (1963—1967) произошло значительное сокращение уловов наиболее многочисленных ранее видов мелкочастиковых рыб и щуки и постепенное увеличение численности крупнорыбных — леща, судака, берша и некоторых других видов, кроме сазана, который в условиях водохранилища является весьма малочисленным видом (Яковлева, 1962, 1965; Роевко, 1965 и др.).

Во многих водохранилищах, как это неоднократно подчеркивается в литературе (Остроумов, 1961; Лапшикин, 1965 и др.), основной причиной, определяющей динамику численности рыб, являются условия размножения (режим уровня, прогрев воды, наличие нерестового субстрата и др.).

В Волгоградском водохранилище эти факторы, особенно гидрологический режим, имеют также большое значение в воспроизводстве рыбных запасов (Яковлева, 1965). Наиболее благоприятные условия для нереста большинства фитофильных рыб сложились в 1960—1961 годах, когда были вновь залиты огромные, хорошо прогреваемые пойменные угодья с луговой и кустарниковой растительностью, послужившей подходящим нерестовым субстратом. Позднее на эффективности размножения рыб отрицательно сказались ежегодный резкий сброс воды через плотину Волгоградской ГЭС в период их массового нереста. Урожай молоди многих видов рыб, за редким исключением, был довольно низким, особенно щуки, плотвы, густеры, сазана и др. Показатель урожая этих рыб неуклонно снижался, и в 1967 году он характеризовался значительно меньшими величинами, чем в 1960—1961 годах. Так, наиболее высокий урожай молоди плотвы отмечался в 1960 году, когда он составлял 54 экз. на одно притонение десятиметровой мальковой волокуши, а в 1967 году он был равен лишь 3 экз. Показатель урожая молоди щуки и в первые годы характеризовался низкими величинами — 1 экз. на притонение. В последующем сеголетки щуки встречались в уловах мальковой волокуши крайне редко и в пересчете на одно притонение составляли в 1966—1967 годах сотые доли экземпляра.

Относительно высокие уловы мелкочастиковых рыб, отмеченные в первые три года после заполнения водохранилища, поддерживались многочисленными поколениями речного периода. Снижение уловов в последующем объясняется вступлением в промысел малоурожайных поколений водохранилищного периода.

Несмотря на неблагоприятное влияние на размножение рыб ряда биотических факторов, показатели урожая молоди леща, судака, а за последние годы и берша, характеризуются относительной стабильностью. У леща, например, за девять лет существования водохранилища только в трех случаях отмечался очень низкий урожай молоди (1959, 1963 и 1964 годы). Для судака неурожайными были также три года (1961, 1963 и 1965). В остальные годы урожай молоди оценивался на уровне среднего и высокого. Более устойчивой и повышенной урожайностью ряда поколений водохранилищного периода можно объяснить нарастание численности и ежегодное повышение уловов леща, судака и берша.

Различия в характере формирования запасов отдельных видов рыб Волгоградского водохранилища объясняются разной степенью их приспособляемости к изменившимся неблагоприятным условиям внешней среды. Как отмечает Г. В. Никольский (1965), каждому виду свойственна своя специфика механизмов приспособляемости, выработавшаяся в процессе становления вида, причем действие этих механизмов может осуществляться в определенных пределах, а не безгранично.

Говоря об изменениях численности популяций под воздействием одних и тех же факторов внешней среды, автор подчеркивает, что эти изменения могут выражаться в одном и том же направлении только у

видов, принадлежащих к одному фаунистическому комплексу. У рыб, принадлежащих к разным фаунистическим комплексам, они могут идти с обратным знаком.

Применительно к рыбам Волгоградского водохранилища можно отметить, что резкое изменение абиотических условий и, в первую очередь, гидрологического режима, особенно отрицательно сказалось на бореально-равнинном комплексе, представителями которого являются щука, плотва, густера, язь, окунь и др. Икрометание, пагул и зимовка этих рыб происходят главным образом на мелководных левобережных участках, подверженных резким колебаниям уровня воды во все сезоны года и особенно в весенний нерестовый период.

Лещ — представитель понтско-каспийского пресноводного комплекса, кроме мелководий он использует для пагул открытые глубоководные участки. Как правило, это бывшие лесные и кустарниковые массивы. За последние годы здесь на глубинах 20 м и более отмечается интенсивный перест леща (Елизарова, 1968). Несмотря на колебания уровня воды, значительная часть улова его ежегодно сохраняется. Таким образом, большая пластичность леща в освоении нерестовых площадей является одним из приспособительных механизмов этого вида к сохранению численности популяции на более высоком уровне по сравнению с рыбами другого фаунистического комплекса.

Что касается судака, то и этот вид, по сравнению с другими, оказался в более благоприятных условиях воспроизводства. Как и рыбы бореально-равнинного комплекса, судак перестится на мелководных левобережных участках. Однако места икрометания его приурочены к залитым бывшим протокам, ерикам и луговым угодьям, более удаленным от уреза воды. Несмотря на колебания уровня воды, все зрелые производители судака полностью выметывают икру. Косвенным подтверждением этому служит отсутствие в контрольных и промысловых уловах самок с резорбированной икрой, как это наблюдается у других видов рыб. Существенным моментом, влияющим на величину улова судака, является выживание его молоди, то есть обеспеченность ее кормом.

В первые годы заполнения водохранилища, по данным Е. Б. Заряновой (1962), сеголетки судака очень рано (при длине 40 мм) переходили на питание рыбой, минуя фазу питания крупными ракообразными. В большинстве случаев жертва оказывалась неподходящей для судачат по размеру. Это отрицательно сказывалось на выживании молоди. Позднее, в связи с вселением в Волгоградское водохранилище мизид и развитием их местных форм, условия питания сеголетков судака значительно улучшились.

Сопоставляя характер питания одноразмерных групп сеголетков судака за летний период 1964—1966 годов, мы отметили, что в 1964 году мальки мало использовали в пищу мизид. Значительную часть пищевого спектра судачков размером от 31 до 80 мм мизиды составляли только в 1965 и, особенно, в 1966 году.

Таблица 2

Количество мизид в пище мальков судака разного размера
(в % от общего веса корма)

Годы	Размеры (мм)					Суммарно 70—
	30—	40—	50—	60—	70—	
1964	—	—	29	45	6	—
1965	—	—	100	0,4	—	—
1966	96	51	65	43	81	1,4

По данным Л. И. Белявской и др. (1969), мизиды стали появляться в пробах бентоса в 1964 году. В следующем и особенно в 1966 году численность их в водоеме значительно выросла.

Большое количество мизид обнаружено нами в 1967 и 1968 годах на мелководных участках при лове личинок рыб икорной сетью. За пять минут лова на отдельных прибрежных участках вылавливалось по несколько тысяч особей.

Как отмечалось выше, приплод молоди судака за последние годы (1966, 1967) был довольно высоким. За это же время заметно увеличилась также численность молоди берша. Сеголетки берша пагуливаются обычно на тех же участках, где и мальки судака.

Подчеркивая различия в динамике численности рыб, связанные с видовой спецификой приспособляемости их к изменившимся условиям среды, следует однако отметить, что неблагоприятное влияние гидрологического режима является сдерживающим фактором для наиболее высокого уровня воспроизводства запасов всех видов рыб, включая и виды, обладающие высокой приспособляемостью. Указанная в проектном задании цифра вылова (173 тыс. ц в год) при современном состоянии запасов рыб не может быть достигнута.

Промысловые запасы леща в 1965 году, по расчетам А. Н. Яковлевой, достигли максимальной величины и составляли 185 тыс. ц. По нашим расчетам, в 1966 году общие запасы его несколько уменьшились и составляли 178 тыс. ц, а в 1967 году — 144 тыс. ц.

Таблица 3

Запасы леща в Волгоградском водохранилище в 1965—1967 годах
(млн. шт. и тыс. ц)

Годы	Резерв		Положение		Остаток		Общий запас	
	Шт.	Вес	Шт.	Вес	Шт.	Вес	Шт.	Вес
1965	34,4	87,5	12,0	49,8	5,3	47,5	51,5	184,8
1966	23,7	72,2	9,0	44,9	5,6	60,5	38,3	177,6
1967	16,8	64,4	5,9	28,9	7,3	51,1	29,9	144,4

Остаток, благодаря появлению в стаде в большом количестве старшего возрастного рыб, за последние два года, наоборот, был выше, чем в 1965 году.

Принимая во внимание допустимый процент вылова, не превышающий по П. В. Тюрину (1968) коэффициента естественной смертности, улов леща в Волгоградском водохранилище за последние три года должен осуществляться в пределах 10—15 тыс. ц.

Запасы судака за последние три года (1965—1967) характеризуются следующими величинами.

Таблица 4

Запасы судака в Волгоградском водохранилище
(тыс. экз. и тыс. ц)*

Годы	Резерв		Положение		Остаток		Общий запас	
	Шт.	Вес	Шт.	Вес	Шт.	Вес	Шт.	Вес
1965	276	0,8	282	1,5	1035	14,9	1593	17,3
1966	387	1,6	184	1,6	139	3,3	711	6,6
1967	204	0,8	177	1,3	181	2,9	562	5,0

* Расчет запасов судака в 1965 году произвел А. Н. Яковлевой, в 1966—1967 годах Л. П. Абрамовой и нами.

Исходя из указанных расчетов и допуская вылов не более 40% от промысловой части запасов, мы определили, что возможный улов этой ценной рыбы в 1965 году составит 5 тыс. ц. В последующие два года, в связи со снижением запасов и пополнением стада судака малоурожайными поколениями, улов его не должен превышать 2 тыс. ц.

Для других рыб (плотва, густера, синец, чехонь и др.) из-за отсутствия необходимых расчетных данных оценка запасов не производилась. Однако нами сделана попытка определить возможный вылов их на основании использования контрольных данных по уловам промысловой молокушей в весенний период 1966—1967 годов с учетом единицы площади облова (1 га). Контрольные обловы проводились на разных участках водохранилища. Осредненные данные в целом по водоему составляют 30 кг/га, при этом из улова исключается молодь охраняемых видов рыб. С учетом общей площади мелководий (до 5 км), где производится промысел указанным орудием лова, ежегодный вылов мелкочастиковых рыб приблизительно может составлять 50—60 тыс. ц. Полученные цифры вылова в дальнейшем следует уточнить, так как расчет только по весенним материалам в период массового хода рыбы возможно несколько завышает показатель вылова.

Таким образом, в настоящее время в Волгоградском водохранилище можно вылавливать 60—70 тыс. ц рыбы. Это значительно меньше проектной цифры вылова. В дальнейшем возможно увеличение запасов ценных промысловых рыб — леща, судака, берша за счет урожайных поколений 1966—1967 годов. Однако это увеличение не настолько велико, чтобы обеспечить высокие и устойчивые уловы, близкие к проектным. Для большинства видов рыб, как уже отмечалось, сложившиеся условия внешней среды весьма неблагоприятны и не обеспечивают нормального естественного воспроизводства.

В целях создания высоких и устойчивых запасов рыб, обеспечивающих уловы, близкие к проектным, необходимо осуществление предложенных ранее (Яковлева, 1965) мероприятий по созданию нормальных условий для воспроизводства всех видов промысловых рыб. Эти мероприятия сводятся главным образом к нормализации уровня режима, строительству управляемых нерестилищ, вселению растительноядных рыб.

Кроме того, нам представляется весьма важным проведение работ по интродукции ценных рыб — бентофагов различных фаунистических комплексов, отличающихся от местной ихтиофауны значительно большей приспособляемостью к создавшимся условиям внешней среды. В частности, при выборе объекта акклиматизации должны учитываться не только приспособляемость вида к условиям размножения, но и его зимостойкость, его способность к использованию пищи при более низкой температуре воды по сравнению с туводными рыбами.

В современных условиях наибольшее развитие бентоса в водохранилище отмечается в осенний период. К этому времени интенсивность питания многих туводных видов рыб — бентофагов, в частности леща, из-за понижения температуры воды значительно снижается. Лишь в отдельные годы с более теплой осенью лещ продолжает питаться и в октябре.

Не менее важным является обогащение водохранилища водной флорой, служащей нерестовым субстратом для рыб и дополнительным источником поступления в водоем биогенных веществ.

Безусловно, при вселении новых объектов должны учитываться все стороны их экологии и хозяйственная ценность. Поэтому производственному вселению фауны и флоры должны предшествовать всесторонние научные экспериментальные исследования по выяснению особенностей взаимоотношений новых организмов с окружающей средой.

ЛИТЕРАТУРА

- Белянская Л. И., Гудкова Н. С., Закора Л. П., 1969. Ишзды Волгоградского водохранилища. Видов. сост., экол. и продукт. гидроб. Волгоград. водохр. Изд. Саратов. ун-та.
- Елизарова Н. С., 1968. Особенности размножения леща Волгоградского водохранилища. Вопр. иктнол., т. 8 (2).
- Зарикова Е. Б., 1962. Воспроизводство судака и щуки в первые годы становления Волгоградского водохранилища (1959—1961). Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. VII.
- Лавицкий И. И., 1965. Современное состояние и перспективы развития рыбного хозяйства в Цимлянском водохранилище. Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ, т. I.
- Никольский Г. В., 1965. Теория динамики стада рыб. Изд. «Наука». М.
- Остроумов А. А., 1961. О динамике численности основных рыб верхне-волжских водохранилищ. Тр. Совет. по динам. числен. рыб. в II.
- Росенко О. В., 1965. Плотва Волгоградского водохранилища. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. VIII.
- Росенко О. В., 1965. Густера Волгоградского водохранилища. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. VIII.
- Тюрин П. В., 1968. Биологические обоснования правил регулирования рыболовства во внутренних водоемах. Вопр. иктнол., т. 8, в. 3 (50).
- Яковлева А. Н., 1962. Формирование запасов рыб Волгоградского водохранилища в первые годы его существования (1959—1961). Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. VII.
- Яковлева А. Н., 1965. Состояние естественного воспроизводства и запасов рыб. Волгоградского водохранилища. Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХ, т. VIII.

ЕСТЕСТВЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РЫБ В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАННОГО СТОКА

А. Ф. Коблицкая

(Астраханский государственный заповедник)

До резкого понижения уровня моря (1931—1940 годы) и зарегулирования стока реки Волги (1956—1958 годы) размножение ценных промысловых полупроходных рыб Волго-Каспия происходило в условиях естественного режима затопления нерестилищ. Места размножения полупроходных рыб охватывали не только центральную дельту, западные и восточные ильмени, но и выходили далеко за ее пределы, распространяясь в Волго-Ахтубинскую пойму. Вобла, например, в конце прошлого столетия поднималась для нереста выше Волгограда; отдельные ее особи встречались у Саратова (Яковлев, 1870; Диксон, 1909), то есть протяженность нерестового ареала этого вида с севера на юг достигала почти 800 км. Южной границей мест нереста являлся морской край дельты.

Дельта Волги отличается сложным геоморфологическим и геологическим строением. Известно, что существование и эволюция дельты (рельеф, грунтовые воды, растительность и почвы, а также образование новых островов) непосредственно связаны с систематическим воздействием вод Волги и Каспийского моря, особенно в половодье (Белевич, 1963; Ковда, 1951; Михайлов и Гудков, 1951).

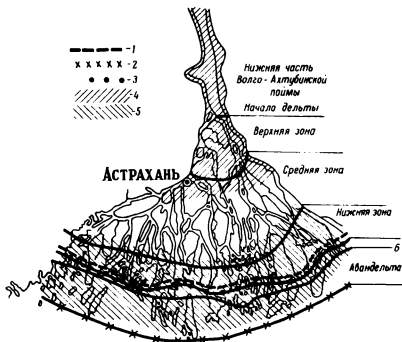
В свою очередь, происходящие в дельте изменения отражаются на видовом составе, численности и распределении рыб на нерестилищах, то есть на промысловых запасах Волго-Каспия, начало формирования которых происходит на местах размножения (Виноградов и Яблонская, 1965).

Рассмотрим, какое влияние на условия размножения рыб в дельте оказали такие важнейшие события, как резкое понижение уровня моря и зарегулирование стока Волги после строительства Волжской ГЭС им. В. И. Ленина и Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС.

Период после понижения уровня моря в 1931—1940 годах и до 1958 года характеризовался:

- 1) сокращением нерестовых площадей в дельте и прилегающих районах;
- 2) появлением новых нерестилищ в ранее не существовавшей островной зоне аванделты, районе, качественно отличающемся по своему строению и гидрологическому режиму от нерестилищ дельты;
- 3) сохранением условий естественного размножения рыб в дельте и прилегающих районах;
- 4) сокращением численности ценных промысловых полупроходных рыб, увеличением численности малоценных лимнофильных тузовидных рыб — красноперки, густеры, сома, щуки и др.

Изменение границ нерестовых ареалов промысловых рыб произошло, главным образом, за счет частичного осушения ранее затопляемых площадей западных и восточных подстенных ильменей и некоторых



Схематическая карта размещения границ нерестовых ареалов полупроходных рыб в дельте реки Волги:

1 — южная граница нерестовых ареалов воблы, леща и сазана до понижения уровня моря;
2 — южная граница нерестовых ареалов воблы, леща и сазана после понижения уровня моря и регулирования стока; 3 — южная граница нерестового ареала судака после понижения уровня моря; 4 — места массового нереста воблы и судака; 5 — места массового нереста леща и сазана; 6 — культурная зона

участков дельты, а также района Волго-Ахтубинской поймы. Северные границы нерестовых ареалов сместились к югу. Южные, по мере роста дельты и образования островной зоны авандельты, постепенно передвигались к морскому краю дельты, где размножаются судак, жерех, лязь и другие, и к южным участкам вновь образовавшихся островов авандельты, где нерестятся вобла, лещ, сазан, красноперка, густера, сом, щука и др. (Танасийчук, 1954, 1957; Коблицкая, 1956, 1957).

Образование новых районов нереста промысловых рыб в авандельте Волги, хотя и имело большое значение для рыбного хозяйства Волго-Каспия, не могло полностью компенсировать потери, вызванные сокращением нерестовых площадей в дельте.

Размножение рыб в дельте находится в большой зависимости от режимов половодья. В связи с тем, что мелководья островной зоны авандельты прогреваются раньше, чем начинают заливаться, большинство половодья дельты, в авандельте создаются условия, благоприятствующие раннему и более длительному нересту рыб с растянутым периодом икрометания (сазан, лещ), а также типично лимнофильных (красноперка, лязь, карась и др.).

В разных географических районах дельты (в связи с особенностями их затопления и периодом половодья) создались разные условия для

размножения отдельных видов рыб. В авандельте эти условия более однообразны, и такой дифференциацией нерестилищ, как в дельте, в названном районе не наблюдается.

Более короткий, по сравнению с авандельтой, период существования илимменно-полюнных нерестилищ дельты компенсируется особенно благоприятными здесь условиями размножения. В дельте наблюдается очень высокая концентрация кормовых организмов и рыб на единицу площади, а в авандельте отмечена их большая рассредоточенность (Горбунов, Коблицкая, Косова, 1963).

Зарегулирование стока Волги у Куйбышева и особенно у Волгограда способствовало дальнейшему сокращению нерестовых площадей в дельте, ухудшению условий естественного размножения рыб в дельте и отчасти в авандельте: к изменению качества нерестилищ, сокращению численности не только ценных промысловых полупроходных рыб, но и некоторых малоценных видов, давших в начальный период зарегулирования непродолжительную резкую вспышку численности (красноперка), а также дальнейшему усилению развития лимнофильных комплексов в водосемах (Горбунов, 1963).

Изменение гидрологического режима и сокращение биогенного стока привело к постепенному изменению ландшафта дельты. Как свидетельствуют наблюдения Е. Ф. Белявич, в последние годы происходит усиление процессов засоления почв, особенно в низовых дельтах, где мощность аллювиальных отложений меньше. Восточная часть более засолена, чем западная, так как здесь ближе к поверхности залегают новокаспийские и повохвалыские породы.

До зарегулирования стока наибольшее затопление наблюдалось в верхней зоне дельты (выше Астрахани), в восточной ее части и в нижней зоне. В верхние дельты высота паводков наибольшая, а сроки прохождения паводковой волны самые короткие (Байдин, 1962). Это подтверждается и данными И. Н. Воеводина за 1963—1966 годы. Наибольшее затопление в это время было отмечено в верхней зоне дельты (55—86% с учетом площади водостоков и междуречных пространств), в восточной ее части (58—85%) и в нижней зоне дельты (54—80%), а наименьшее — в средней зоне (39—68%). Разница в затоплении западной и восточной части дельты составляла в среднем 10—20%, а в маловодные годы — даже 30%. Характер затопления не изменился, но произошло сокращение заливаемых площадей. Многолетние наблюдения свидетельствуют о том, что начало заливания островов нижней зоны дельты в восточной и западной ее частях происходит, примерно, при одних и тех же уровнях и в одни и те же сроки. Но заливание полей в восточной части протекает более интенсивно, чем в западной (Москаленко, 1968).

Ухудшение условий обводнения дельты и усиление процессов засоления сказывается и на характере распределения растительности. В дельте все больше и больше преобладают галофиты и растительность полупустынного характера, вытесняющие ценную для рыб луговую растительность и тростниковые заросли.

В устьевых участках многочисленных протоков дельты и авандельты наблюдается сильное зарастание акватории ежеголовкой и такими видами болотной растительности, как кубышка, нимфейник, чилим, водокрас с водорослями, среди которых в большом количестве встречается хара (Живогляд, 1968). Прокосы и искусственные каналы, сооружаемые в устьевых участках банков, еще более усиливают процесс заболачивания основной части морского края дельты, так как создается слишком большая разница в распределении скоростей течения и каналах и остальных участках акватории.

Создаются неблагоприятные условия для пагула молоди промысловых рыб на местах нереста. По данным А. А. Косовой, при несвоевременном залипании полостей площадей наблюдается несоответствие между потребностями личинок рыб и состоянием кормового зоопланктона, нарушается строгая последовательность появления массовых форм водных организмов, составляющих пищевую цепь, начинающуюся фитопланктоном и кончающуюся рыбами. Преждевременное обсыхание полов приводит к изменению видового состава и количественного соотношения кормовых организмов, снижает урожай будущего года. Вследствие зарегулирования стока реки и сокращения поступления в дельту питательных веществ происходит истощение кормовых ресурсов рыб (Косова, 1968).

Ухудшение обводнения дельты после зарегулирования стока и зарастание предустьевое пространства водной растительностью способствует еще большему увеличению численности лимнофильных видов (краснопёрка, густера, окунь, лещ, карась) и сокращению численности пелмных полупроходных промысловых рыб (вогла, лещ, сазан, судак). Оставшиеся пригодными для нереста ильменно-полюнные нерестилища в большинстве случаев меняют свои качества и при плохом режиме половодья не соответствуют требованиям экологии отдельных видов рыб.

Наблюдается также нарушение времени продолжительности нереста и пагула молоди на полках, совмещение мест и сроков икротетания рыб с разной экологией. Так, например, начало икротетания вогла почти полностью совпадает с моментом появления ранних полов (при уровне 50 см по астраханской рейке). В 1960, 1964, 1965 и 1967 годах в связи с недостаточными и несвоевременнымипусками воды Волжской ГЭС им. XII съезда КПСС начало нереста отмечено на 3—10—15 дней раньше зачатия полов. У леща и сазана — рыб с длительным периодом размножения — начало нереста совпадает с появлением полов позднего зачатия (при уровне 90 см по астраханской рейке). Такого резкого расхождения в сроках начала нереста и начала зачатия полов не наблюдается, хотя в отдельные годы (1960, 1964, 1965) были случаи, когда нерест начинался на 3—5 дней раньше. Однако на нересте и этих рыб короткий полый период отражается крайне неблагоприятно.

Изменились продолжительность и сроки пагула личинок рыб на нерестилищах, сроки и характер их ската. С момента выплывания из икры личинки рыб должны откармливаться в полыйной системе дельты не менее месяца, не считая периода инкубации икры и времени, необходимого производителям рыб для подготовки к нересту. Если учесть особенности нереста отдельных видов, полый период должен быть в среднем не менее двух, а в низовьях дельты — не менее трех месяцев (Коблицкая, 1965).

Таблица 1

Сроки массовых миграций молоди полупроходных рыб дельты Волги на спаде половодья

До зарегулирования стока, 1947—1959 годы	После зарегулирования стока	
	1960—1965, 1968 годы	1967 год
II декада июня — июль	II—III декады июня	I—II декады июля

После зарегулирования стока продолжительность откорма молоди на нерестилищах сократилась и скат ее происходит не в конце июня — июля, а в июне (табл. 1). Молодь скатывается в море не окрепшей, не достигнув покатного состояния, и быстро гибнет от неблагоприятных условий и хищников.

На нерестилищах дельты нами зарегистрировано 44 вида рыб (из 56 видов, встречающихся в водоемах дельты), которые принадлежат к 14 семействам, из них карповых — 20—22 вида и бычковых — 11 видов. Видовой состав рыб на нерестилищах в разных зонах дельты не одинаков. Наибольшее число видов отмечено в низовых дельты (36), наименьшее — в верхней и средней зонах (32). Здесь встречается больше типично-речных видов (голавль, елец, язь, сопа, белоглазка) и лет многих видов морского происхождения (7 видов бычков, атерина и др.). В низовых некоторые типично-речные виды отсутствуют (голавль, елец) или встречаются редко (берш, белоглазка, язь), но зато многочисленны представители семейства бычковых (11 видов).

Распределение промысловых рыб на нерестилищах в разных зонах дельты также неравномерно. Несмотря на то, что восточная часть дельты затопляется раньше и при более низких отметках уровня, и площадь ее затопления больше, все же большое количество производителей полупроходных рыб (главным образом, воibly и леща) заходит на нерест в западную часть. Это явление, очевидно, можно объяснить лучшими условиями подхода с моря, а также особенностями условий нереста в западной и восточной частях дельты.

Основные места нереста рыб, мечущих икру в ранние сроки при более низкой температуре, расположены преимущественно в верхней зоне дельты, куда волна половодья доходит быстрее (судак, воibly и др.). Места же нереста рыб с более поздними сроками икрометания и растянутым продолжительным периодом нереста (лещ, сазан, красноперка и др.) встречаются большей частью там, где половодный период продолжительнее. Сам процесс нереста в разных условиях протекает неодинаково. Рассмотрим это на нескольких примерах.

Воibly — рыба с единовременным нерестом. Особенности режима половодья в дельте таковы, что в ее верхней зоне половодный период самый короткий. В этой зоне, как уже упоминалось, расположены и самые лучшие нерестилища этого вида. Родившаяся здесь молодь до начала ската с плесов достигает покатных этапов развития и уже подготовлена для длительных миграций через всю дельту к местам нагула в Северный Каспий. Начало икрометания воibly в разных зонах дельты наблюдается почти в одни и те же сроки. Но продолжительность нереста и сроки массового нереста в этих зонах не совпадают (табл. 2). Так, например, в верхней зоне длительность нерестового периода наименьшая — около двух недель, а в нижней — наибольшая, в отдельные годы — до 40 дн. и. В восточной же части дельты, где водоемы прогреваются медлен-

Таблица 2

Продолжительность нереста воibly и леща в разных зонах дельты (1959—1963 годы) в днях

	Зоны дельты			
	Верхняя	Средняя	Нижняя	
			Запад	Восток
Воibly	12 - 15	17 - 21	31 - 34	30 - 31
Лещ	15 - 17	18 - 20	32 - 36	29 - 30

нее, икрометание почти всегда начинается на 2—3 дня позднее, чем в западной.

В верхней зоне, где сроки нереста более сжатые, но кормность пойловых площадей выше, чем в нижней зоне, рост личинок воблы и переход с одного этапа развития на другой происходит быстрее. В этом районе наблюдается и самая высокая их численность.

Таблица 3

Размерный состав одновозрастных личинок полупроходных рыб на нерестилищах (мм)*

	Зоны дельты	
	Верхняя	Нижняя
Вобла	8,5 — 8,85	7,65 — 7,67
Лещ	7,90 — 8,15	8,40 — 9,00
Сазан	7,85 — 8,12	8,35 — 8,55
Судак	5,71 — 5,82	5,72 — 5,74

* Вобла, лещ, сазан — на этапе С₂, судак — на этапе В, — этапах наиболее характерных для определения мест нереста.

Лещ мечет икру в мае на пойлах позднего заливания, более глухих и менее проточных, чем пойловые нерестилища воблы. Такие пойла обычно образуются поздно — в начале, а иногда и в середине мая. Сроки начала нереста леща почти всегда совпадают с появлением пойлов позднего заливания. Сазан, в отличие от леща, использует для икрометания пойла не только раннего, но и позднего заливания, и эффективность его размножения связана в наибольшей степени с продолжительностью пойлового периода (от этого зависит число порций выметываемой икры). Длительное существование пойлов в разных зонах дельты определяет распределение мест размножения. Основные нерестилища леща и сазана расположены не в верхней, как у воблы, а в нижней зоне, где пойловый период более продолжителен, что соответствует особенностям экологии этих рыб. Вся родившаяся на пойлах молодь успевает до конца пойлового периода дойти до покатного состояния. Протяженность нерестовых ареалов полупроходных леща и сазана значительно меньше, чем у воблы, северная их граница не выходит за пределы дельты, а южная совпадает с южной границей нерестового ареала воблы. После постройки Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС эффективность нереста леща и сазана сильно снизилась. Особенно неблагоприятными были для размножения рыб половодья 1960, 1964 и 1967 годов.

Продолжительность нерестового периода леща и сазана в разных зонах дельты неодинакова. Начало икрометания по всей дельте наблюдается, примерно, в один и те же сроки. Самый короткий период икрометания в верхней зоне, самый длинный — в нижней. Рост молоди леща и сазана, в отличие от роста молоди воблы, в нижней зоне дельты лучше, чем в верхней. Это можно объяснить тем, что в низовых дельтах условия икрометания и откорма молоди наилучшие. Здесь же наблюдается наиболее высокая численность молоди на нерестилищах, что подтверждается и литературными данными (Кузьмин, Милосердов, Юнкоп, 1941).

Основные места нереста судака расположены в верхней зоне в Волго-Ахтубинской пойме. Судак откладывает икру в мелких ериках, протоках или рано заливаемых ильменах, водоемах, мало зависящих от сроков начала заливания пойлов. Инкубация икры происходит 15—20 дней, и прямой видимой связи между успешностью нереста и длительностью существования пойлов у судака не наблюдается. При естественном

режиме половодья к моменту вылупления личинок полов, пригодные для откорма, бывали обычно уже залиты. После зарегулирования стока сроки появления проточных полов, пригодных для нагула молоди, стали более поздними, а продолжительность их существования сильно сократилась, что служит главной причиной ухудшения условий размножения и снижения численности судака.

Начало нереста судака в разных зонах происходит почти одновременно, за исключением Волго-Ахтубинской поймы и низовьев восточной части дельты. В последних двух районах нерест начинается немного раньше. Это можно объяснить тем, что основные места откладки икры названного вида расположены не на полоях, а в протоках и ериках. Рост одно-возрастных личинок в разных зонах дельты отличается очень мало (табл. 3).

После зарегулирования стока границы нерестового ареала судака изменились не так сильно, как у воibly, леща и сазана, только южная граница сместилась к морскому краю дельты.

До зарегулирования стока наиболее полное и эффективное использование дельты как нерестового угодья обеспечивалось тем, что в разных зонах, в зависимости от особенностей гидрологического режима, наблюдались разные сроки хода рыб на нерест, созревания производителей, продолжительности нереста и т. п. При естественном режиме половодья распределение производителей промысловых рыб на нерестилищах дельты было более равномерным. При зарегулированном стоке произошла четкая локализация отдельных видов в тех районах, где условия среды наиболее соответствуют экологии размножения, то есть появились главным образом в низовьях дельты условия, способствующие образованию локальных стад сазана, леща и многих туводных рыб.

В настоящее время сложилось такое положение, когда ухудшение условий воспроизводства приняло устойчивый характер и основные запасы промысловых рыб уже подорваны. Условия размножения настолько изменились, что исправлять или резко улучшить создавшееся положение однократным хорошим половодьем нельзя. Необходим целый ряд очень серьезных мер для поддержания запасов промысловых рыб на высоком уровне. Следует отметить, что в последние годы наблюдается некоторое ухудшение условий нереста не только в дельте, но и в северной части островной зоны авандельты. После введения в строй вододельтеля западная часть дельты теряет почти целиком свое значение как место естественного нереста.

С целью сохранения и поддержания естественного воспроизводства ценных полупроходных рыб необходимо:

- 1) принять срочные меры по мелиорации нерестилищ дельты путем прорытия и углубления многочисленных мелких ериков и стариц, непосредственно соединяющих места нереста рыб с протоками дельты;
- 2) сохранить восточную часть дельты от обвалования и использовать ее территорию только для рыбного хозяйства;
- 3) в связи с тем, что нижняя часть Волго-Ахтубинской поймы имеет очень большое значение как место естественного размножения судака и воibly, ее также следует использовать только для рыбного хозяйства;
- 4) учитывая, что при высоких половодьях будет заливаться и западная часть дельты и в нее по-прежнему в течение многих лет будет заходить большая часть производителей промысловых рыб, сохранить здесь оставшиеся, пригодные для естественного размножения площади и провести их мелиорацию;
- 5) гидрографы полупосков Волжской ГЭС им. XXII съезда КПСС должны быть построены так, чтобы обеспечить благоприятные условия естественного воспроизводства промысловых рыб, то есть начало половодья

должно быть не позднее 15—20 апреля (абсолютная отметка у Астрахани — 24,0), заливание покоев — не позднее первой декады мая (абсолютная отметка у Астрахани — 23,0—23,5), а продолжительность половодного периода — не менее двух месяцев.

ЛИТЕРАТУРА

- Байдин С. С., 1962. Сток и уровни дельты Волги. Гидрометеозащит. Белевич Е. Ф., 1963. Районирование дельты Волги. Тр. Астрахан. гос. зап.-ведн., в. 8.
- Виноградов Л. Г., Яблонская Е. А., 1965. Проблемы рыбохозяйственной мелiorации Каспийского моря. Измен. биол. комплексов Касп. моря за последние десятилетия. Изд. «Наука».
- Горбунов К. В., 1965. Основные черты изменения природного комплекса дельты Волги. Гидробиол. ж. № 3.
- Горбунов К. В., 1968. Бюстол пизовьев дельты Волги в период зарегулированного стока на примере протока Быстрой. 1-я конф. по изуч. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Горбунов К. В., Коблицкая А. Ф., Косова А. А., 1965. Значение авандельты р. Волги для воспроизводства полупроходных рыб. Тр. Астрахан. гос. зап.-ведн., в. 10.
- Диксон Б., 1909. Рыболовство в бассейне Волги выше Саратова.
- Живогляд А. Ф., 1968. Основные изменения растительности низовьев дельты Волги за последние 30 лет. 1-я конф. по изуч. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Ковда В. А., 1951. Почвы дельты Волги и их место в дельтообразовании. Тр. Гос. океаногр. инст., в. 18 (30).
- Коблицкая А. Ф., 1956. К вопросу о смещении мест нереста рыб в низовьях дельты Волги. Совещ. по пробл. уровню Касп. моря (тез. докл.).
- Коблицкая А. Ф., 1965. Роль дельты в воспроизводстве запасов полупроходных рыб в условиях зарегулированного стока Волги. Пробл. размещ. производит. сил Поволжья. Куйбышев.
- Косова А. А., 1968. Экологическая характеристика зоопланктона дельты Волги. 1-я конф. по изуч. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Кузьмин А. Г., Милосердов В. Г., Юшков Н. Г., 1941. Размещение перестигиц полупроходных рыб в дельте Волги. Тр. ВНИРО, т. XVI.
- Михайлов Е. Я., Гудков М. П., 1951. Региональное описание почв дельты Волги. Тр. Гос. океаногр. инст., в. 18 (30).
- Москаленко А. В., 1968. Изменения гидрологического режима дельты в связи с зарегулированным стоком реки Волги. 1-я конф. по изуч. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Танасийчук Н. П., 1954. Изменение состава и распределения иктнофауны Северного Каспия в связи с уменьшением речного стока и понижением уровня моря. Тр. третий экологич. конф. (тез. докл.) ч. II. Киев.
- Танасийчук В. С., 1957. Закономерности формирования численности некоторых каспийских рыб. Тр. КаспНИРО, т. XIII.
- Яковлев В. Е., 1870. О некоторых малоизвестных видах рыб, встречающихся в устьях Волги. Изв. и учен. зап. Кавказ. ун-та, в. V и VI.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОСТРОИТЕЛЬСТВА НА ИХТИОФАУНУ И РЫБНЫЙ ПРОМЫСЕЛ СРЕДНЕЙ КАМЫ

Н. С. Соловьева, Е. А. Зинковск

(Пермский госуниверситет)

В настоящее время на реке Каме существуют 2 водохранилища — Камское с 1954 года (НПГ достигнут в 1956 году) и Воткинское с 1962 года (НПГ — в 1964 году), площадью 1915 и 1120 км². Первое представляет собой озеровидный водоем длиной 300 км, шириной до 24 км с обширной зоной мелководий, второе — русловый водоем длиной 350 км при максимальной ширине 9 км и глубине 25—32 м. Гидрологический режим Воткинского водохранилища всецело зависит от пусков воды через плотину Камской ГЭС. Зимняя сработка уровня (соответственно 7,5 и 4,0) приводит к осушению 70 и 20% площади водохранилищ и уменьшению объема на 85 и 33%. В Камском водохранилище имеется 4 крупных притока и залива, в Воткинском их нет.

В связи с весьма значительным загрязнением промышленными стоками (более 3 млн. м³ ежедневно) и разнообразием химизма притоков, водохранилища характеризуются чрезвычайно разнородным составом воды, высокой ее минерализацией и наличием токсичных для гидробионтов компонентов. Последнее явилось причиной развития массовых заболеваний — токсикозов у рыб (Крылов, 1965), порчи их пищевых качеств (в районе Березники — Таман вся рыба имеет резкий «фенольный» запах) и массовой гибели, особенно в первые годы после образования водохранилищ.

Формирование бентоса этих водохранилищ отражает общие закономерности для подобных водоемов Воиы (Мордухай-Болтовской, 1968). Эти закономерности заключаются в постепенном обеднении видового состава кормового бентоса, уменьшении его биомассы и замене реофилов юлолюбивыми и выпостивыми формами (Громов и др., 1968). В среднем биомасса бентоса в последние годы составляла в Камском водохранилище 3,0 г/м², в Воткинском — около 3,5—4,0 г/м² (в заливах значительно выше). Зоопланктон, представленный преимущественно ракообразными, напротив, богаче в первом водоеме — пемптом более 2 г/м³, тогда как во втором — около 0,4 г/м³.

До зарегулирования стока в реке Каме с ее пойменными озерами насчитывалось 42 вида рыб (Букирев и др., 1959), из них сохранилось 33. В самих водохранилищах встречается 25 видов рыб, из них 10, дающих 95% годового улова, следует считать основными промысловыми (лещ, плотва, щука, окунь, судак, густера, язь, серебряный и золотой карась, налим) и 9 — второстепенными (жерех, синец, ерш, чехонь, голавль, уклей, красноперка, глывка, линь). Исчезли из состава ихтиофауны миннога, белуга, осетр, 3 вида сельдей, белорыбца, сазан и сом (последние 2 вида наредки встречаются в нижнем бьефе Воткинской ГЭС).

Формирование ихтиофауны камских водохранилищ, согласно в общем плане с известными ранее закономерностями для водохранилищ средней полосы СССР (Дрягин, 1961; Поддубный и Фортунатов, 1961), имеет свои особенности в каждом из них, обусловленные различиями видового состава исходного стада рыб и особенностями гидрологического, химического и газового режима.

В каждом водохранилище фауна рыб складывалась преимущественно на основе речного комплекса. Как и в других водохранилищах, здесь наблюдалась вспышка численности щуки, ограничивавшей вначале рост популяций плотвы и окуня. Возникновение высокоурожайных поколений в первые годы затопля позволили лещу занять ведущее место в промысле уже на 8-м году существования нового водоема (табл. 1). Карась, расселившийся по всему водохранилищу, в 1957—1959 годы полностью погиб, очевидно, придавленный льдом на осушавшейся пойме при сбросе воды. Рост стада налима оказался непродолжительным и небольшим по величине ввиду гибели икры и молоди при оседании льда (февраль — март). Наиболее общими особенностями пятилетия (1954—1958) следует признать появление чрезвычайно мощных генераций у большинства видов рыб (особенно в 1955 и 1957 годах) и доминирование в стаде крупных хищников (щука и налим). Таким образом, первый этап формирования водохранилищной ихтиофауны приурочен именно к этим годам.

Таблица 1

Динамика уловов рыбы в Камском водохранилище (%)

Годы	Щука	Язь	Лещ	Судак	Жерех	Налим	Окунь	Плотва	Мен- дочь	Всего (н)
1954	8,2	4,8	6,2			0,2	7,0	37,6	36,0	965
1955	12,9	3,6	7,2			0,1	8,6	31,0	36,6	1396
1956	23,2	1,2	4,3			0,4	8,7	22,8	39,4	1908
1957	48,8	2,7	1,8			0,6	8,1	20,3	17,7	3412
1958	64,7	2,5	1,2			1,4	4,9	9,3	16,0	6107
1959	61,7	2,4	2,4	0,9	0,1	3,3	7,0	3,8	18,4	6314
1960	38,5	2,5	10,6	3,3	0,5	4,2	10,9	11,7	17,8	7360
1961	20,8	3,8	32,2	5,9	2,5	2,3	7,0	12,0	12,5	5860
1962	12,2	5,9	33,4	7,7	1,5	0,6	11,8	9,9	17,0	5400
1963	7,8	3,3	41,5	8,2	0,8	0,3	14,5	14,5	9,1	5676
1964	5,0	1,1	41,0	5,1			10,0	23,2	14,6	6459
1965	1,9	1,3	44,6	6,0			7,3	30,9	8,0	7024
1966	4,0	2,7	46,6	6,1	0,3	0,1	3,7	29,6	6,9	5012
1967	5,2	1,2	55,7	7,5	0,6	0,1	3,6	17,9	8,2	5408
1968	6,7	1,2	53,6	11,0	0,9	0,4	7,8	10,9	7,5	4533

В последующее десятилетие, в связи с резким сокращением численности щуки и налима, рост стада леща и плотвы значительно интенсифицируется, наступает период преобладания бентофагов — второй этап формирования ихтиофауны. Возрастает также численность язя, но лишь в верхней части водоема и в чистых притоках. Видимо, часть его (одно-трехгодовалки) гибнет зимой. Это же происходит и с судаком, молодь которого многочисленна (3-е место после плотвы и окуня). Ерш в уловы образуют значительные скопления, но отлов их почти не производится (Соловьев и др., 1969). В 1963 году водохранилищные генерации у всех видов рыб начинают преобладать не только в промысле, но и в нерестовых популяциях.

Однако и после завершения основного периода формирования ихтиофауны (10 лет) в соотношении отдельных видов и их распределении

происходит непрерывные изменения. Значительные колебания наблюдаются в уловах окуня, плотвы, щуки, язя и других рыб. Следовательно, окончание основного периода формирования не влечет за собой прекращения динамических процессов в ихтиофауне. В ближайшем 5 лет следует ожидать перехода к 3-му этапу формирования, описанному для Рыбновского водохранилища Н. А. Гордеевым (1968), но он будет отличаться незначительным развитием стада сища.

В целом, при абсолютном росте численности всех основных промысловых рыб в водохранилище (по сравнению с рекой Камой до зарегулирования) особенно возрастает роль леща, щуки, судака и окуня и уменьшается удельный вес плотвы, язя и налима. Из реофилов в водохранилище почти не встречаются подуст, елец, пескарь. Жерех, напротив, стал более многочислен, голавль обычен в верхнем и нижнем участках. Видовой состав уловов существенно изменился: сократилось количество видов и увеличился индивидуальный вес ведущих рыб. Так, если ранее лещ, плотва, язь и окунь в совокупности составляли 60—65% годового улова, то в последнее время только лещ и плотва дают около 70% вылова, причем более 50% его приходится на долю леща.

Максимальная плотность стад плотвы и окуня наблюдается в средней части водоема и соответствует таковой в реке Каме (Пожва—Студка). Лещ и особенно язь переместились в направлении снизу вверх. Синец и жерех также приурочены к верховьям водохранилища, густера и чеховь в равной степени — к верхнему и среднему участкам. В целом плотность рыб максимальна в верхнем и среднем участках водоема, несмотря на большую их загрязненность промышленными стоками. Верхний участок (Солякамск—Пожва) дает более 50% улова леща, язя и щуки, средний — плотвы, окуня и судака. Нижняя часть водоема (от Студки до плотины) освоена промыслом крайне неудовлетворительно, хотя здесь значительны запасы судака, леща и в меньшей степени плотвы. Большинство видов рыб населяет прибрежную зону мелководий до глубины 5—8 м. На глубинах более 10 м встречаются лишь лещ, судак и ерш. В открытых частях водохранилища скопления рыб не обнаружено, за исключением русловых районов верховий в период зимовки и преднерестовых миграций леща. Следовательно, обширная зона открытых вод, богатая планктоном, практически лишена рыбного населения.

Основу ихтиофауны Воткинского водохранилища составили обитатели озер (щука, плотва и карась), поскольку численность речных рыб была крайне низкой из-за отравления воды стоками предприятий Перми и Краснокамска. Формирование стада щуки протекало сходно с таковым в вышеизложенном водохранилище, максимальный улов (1502 ц) достигнут также на 5-м году после начала заполнения (1967г.). Сейчас происходит снижение численности и уловов этой рыбы, но оно будет не столь значительным в связи с более благоприятными условиями нереста.

Параллельно с ростом стада щуки в Воткинском водохранилище увеличилось и стадо плотвы (табл. 2). В первые три года заметно возросла численность налима и окуня, после чего она резко сократилась, по-видимому, от заморозов (массовая гибель окуня наблюдалась в зимние периоды 1966—1967 годов). В течение последних трех лет наблюдается значительное увеличение плотности популяции карася (особенно серебряного) в районе села Частые, где создались хорошие условия для его нагула и зимовки (торфяные выработки и мелководья, заросшие водорослями). Численность леща и судака невысока, и нарастание их поголовья будет проходить более медленно, чем в Камском водохранилище. Основные изменения в составе ихтиофауны сводятся к резкому увеличению роли щуки и почти полному исчезновению рыб реофильного

Таблица 2
Динамика уловов рыбы в Воткинском водохранилище (ц)

Годы	Щука	Плотва	Лещ	Налим	Окунь	Язь	Карась	Мен- даль	Всего
1963	409	37		66	61	49		7	629
1964	813	592	60	142	191	8		21	1827
1965	1067	1304	8	183	173	62		31	2828
1966	1079	2111	21	111	106	43		214	3685
1967	1502	1039	20	47	30	15	562	88	3303
1968	905	1397	28	30	70	5	243	177	2855

комплекса — жереха, подуста, голавля, стерляди (табл. 3). Этот процесс уже наблюдался в последнее десятилетие перед заполнением под влиянием промышленных стоков (Громов, 1958), в возникновение водохранилища лишь ускорило его. Как и в Камском водохранилище, в Воткинском увеличивается стадо густеры, но более быстрыми темпами, что

Таблица 3
Видовой состав уловов в Каме и Воткинском водохранилище (%)

	Рыба 1949—1953 гг.	Водохранилище, 1963—1967 гг.	
		Рыбопромысловая статистика	Штучный анализ опытных и промысловых уловов
Плотва	67,0	41,4	42,9
Щука		39,9	13,8
Лещ	2,3	0,9	2,5
Налим		4,5	0,4
Окунь	29,0	4,5	6,3
Язь		1,4	3,9
Карась		4,5	15,4
Густера			9,2
Прочие	1,7	2,8	5,6

связано, по-видимому, с малочисленностью леща. В отличие от Камского водохранилища, наибольшей плотностью рыбного населения отличается нижняя часть водоема.

Подводя итог вышеизложенному, можно заключить, что помимо различий в формировании ихтиофауны водохранилищ на Каме (обилие карася и малочисленность судака и леща в Воткинском, иное распределение рыб в связи с высокой загрязненностью верхнего участка и др.) имеется и ряд общих закономерностей: 1) развитие лимфофильного комплекса, выпадение реофилов (более резко это проявляется в Воткинском водохранилище); 2) уменьшение количества промысловых видов рыб, выделение из группы равнозначных по численности одного-двух ведущих видов; 3) характер динамики численности щуки и возрастание плотности популяции густеры при расселении ее почти по всему водоему.

К общим чертам в развитии рыбного стада водохранилищ следует отнести и изменения возрастного состава промысловых видов, темпа линейного и весового роста, упитанности, жирности (особенно резко она повысилась в Воткинском водохранилище) и внешних признаков, что удобнее наблюдать на рыбах Камского водохранилища в связи с их лучшей изученностью до заполнения и более длительным периодом существования в новых условиях.

Таблица 4

Темп роста рыб Камы и камских водохранилищ (расчисленные длины, мм)

Таблица

Рост рыбы по длине и классу водохранилищ (расчетные длины, мм)

Виды рыб	Возрасты												Коэф. факт.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Лещ	Река												
	Камское в-ще												
	54	88	123	150	175	208	225	243	267	289	317	341	639
Плотва	Воткинское в-ще												
	43	82	124	167	205	237	274	298	327	352	386	410	
	30	54	76	95	111	130	150	170	186	205	232	252	52
Щука	*Воткинское в-ще												
	35	65	84	118	141	168	181	205	232	252	278	301	
	58	102	143	168	197	210							760
Язь	Река												
	Камское в-ще												
	101	206	305	389	474	604	680						48
133	245	340	435	528	629	718						90	
140	280	359	455	547								132	
Судак	Воткинское в-ще												
	45	85	121	150	179	208	229	252	269	292	302	410	
	53	96	146	188	228	259	289	317	341	362	388		519
63	137	207	258	312	312	322	345					144	
Окунь	Река												
	Камское в-ще												
	124	202	272	335	389	460	492						19
138	216	290	339	410								441	
127	216	266	307	362								50	
Семга	Воткинское в-ще												
	54	84	111	134	153	216	265	232	266	293		355	
	59	97	134	170	196	184	207						128
40	71	101	128	155								380	

• Продолжение

* Примечание: Расчислено методом Боаса.

Перестройка размерно-возрастной структуры происходила в основном по линии увеличения размера и возраста промысловых видов. Так, значительно большей величины и возраста в сравнении с речным периодом стали ловиться щука, окунь, жерех, плотва, уклея и лещ. Естественно, что на изменении размерно-возрастной структуры уловов в промысле сказалась замена пегового лова сетным (30—36 и 60—70 мм). В целом, ориентация промысла в водохранилищах на сетной лов при незначительной роли пегового представляется благоприятной, так как в противном случае процент прилова молоди ценных пород многократно возрастает, не говоря о больших затратах на очистку и содержание в порядке тоновых участков.

Сроки перероста рыб в водохранилище изменялись сравнительно немного — на 5—10 дней они отодвинулись ближе к лету в соответствии с замедлением прогрева воды и освобождением водоема от льда. У порционно перестуемых рыб (ерш и уклея) наблюдается сокращение числа, норций, а у густеры — переход к единовременному икрометанию. В связи с недостатком мелководных нерестилищ в ряде районов водохранилища происходит переход некоторых рыб (лещ, густера, окунь, судак) на икрометание в глубинные участки, что снижает эффективность перероста (Пушкин, 1965).

В водохранилище заметно увеличился темп роста щуки, леща, густеры, плотвы (табл. 4). Не столь значительно увеличился рост судака и окуня (в последние годы он даже замедлился). Прирост длины и веса язя возрос, начиная с 7 лет. Не обнаружено изменений скорости роста у жереха. Показательно, что при отсутствии значительных изменений линейного роста весовые приросты у голавля и чехони заметно повысились. Наблюдается и возрастание упитанности (к примеру, у леща она увеличилась в среднем с 1,85 до 2,40).

Сравнивая морфологические данные по рыбам из реки и водохранилища, можно отметить, что для большинства видов характерно увеличение высоты тела (кроме щуки и окуня), длины головы (помимо щуки и плотвы), хвостового стебля (за исключением леща), длины грудного плавника (не отмечено у окуневых) и уменьшение высоты спинного плавника (судак, окунь, язь, уклея). Более всего изменяются в связи с переходом к обитанию в водохранилище признаки тела, затем относительные размеры плавников и менее всего признаки головы. Очевидно, все морфологические изменения имеют определенный функциональный смысл, и кажется вполне вероятным, что некоторые из них (высота тела, длина хвостового стебля и грудного плавника) приводят к уменьшению скоростных качеств и увеличению поворотливости рыб в водохранилище.

Большие изменения претерпел и рыбный промысел. Более 75% годового улова приходится на зимне-весенние месяцы, тогда как в реке доминировали весенний и осенний ловы. При значительном увеличении общей добычи рыбы (табл. 1 и 2) вылов на единицу площади несколько упал в Камском водохранилище и возрос в Воткинском. В целом, создание водохранилищ оказало благоприятное влияние на развитие рыбного промысла.

ЛИТЕРАТУРА

- Букирев А. И., Козьмин Ю. А., Соловьева Н. С., 1959 Рыбы и рыбный промысел Средней Камы. Изв. Ест.-науч. инст. при Перм. гос. ун-те. т. XIV, в. 3.
Гордеев Н. А., 1968 Новый этап в формировании актиофауны Рыбского водохранилища. 1-й конф. по изучен. вод. басс. Волги (тез. докл.) Тольятти.
Громов В. В., Губанова Н. Ф., Родионова Л. А., 1968 Формирование донной фауны Камского водохранилища (1954—1968 гг.) 1-я конф. по изучен. вод. басс. Волги (тез. докл.) Тольятти.

- Дрягин П. А., 1961. Формирование рыбных запасов в водохранилищах СССР. Изв. ГосНИОРХ, т. 50.
- Крылов О. Н., 1965. Токсическая водянка рыб *Hydrophs toxica piscium* реки Камы и Камского водохранилища. Автореф. канд. диссерт. Л.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д., 1968. Бентос крупных водохранилищ на Волге. 1-я конф. по изуч. вод. басс. Волги (тез. докл.). Тольятти.
- Поддубный А. Г., Фортунатов М. А., 1961. Проблема рыбохозяйственного использования водохранилищ разных географических зон. Вопр. ихтиол., т. 1, в. 4 (24).
- Пушкин Ю. А., 1965. О размножении рыб Камского водохранилища в районе Усть-Гаревой. Уч. зап. Перм. гос. ун-та, № 125.
- Соловьева Н. С., Громова В. В., Зиновьев Е. А., Губанова И. Ф., 1969. Состояние сырьевой базы и рыбохозяйственное использование Камского водохранилища. Уч. зап. Перм. гос. ун-та.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГУСТЕРЫ БАССЕЙНА КАМЫ

Ю. А. Пушкин

(Пермский госуниверситет)

Густера обитает во всех крупных реках камского бассейна и связанных с ними пойменных озерах, а также в Камском, Воткинском и Павловском (на реке Уфе) водохранилищах. В непойменных озерах и прудах, в том числе в таких крупных, как пруды — водохранилища Удмуртин, Нытвинский, Очерские пруды и т. д., ее нет. Поэтому при выполнении поставленной задачи мы не располагали данными по озерным популяциям вида и по рыбам из мелких рек и ограничились сравнением только морфо-биологических показателей густеры, живущей в речных и водохранилищных условиях.

Крупнейшие левобережные притоки Камы — Вишера и Белая в нижнем течении являются типичными равнинными реками с большим количеством придаточных водоемов и обширной поймой, ежегодно затопляемой в весенний период. Ввиду того, что бассейн реки Белой находится примерно на 500—700 км южнее бассейна Вишеры (расстояние между пунктами сбора материала составляет по прямой 550 км), климатические условия здесь мягче, более продолжителен период нагула рыб. По сравнению с Вишерой Белая сильно загрязняется промышленными стоками, особенно отходами нефтепромыслов.

Камские водохранилища отличаются друг от друга морфометрией, характером водосбора и, главным образом, по степени земной сработки уровня воды. В Камском водохранилище этот показатель значительно выше, чем в Воткинском, вследствие чего в верхней половине этого водоема зимой вода остается только в русле и гидрологические условия здесь приближаются к речным.

Зарегулирование стока реки отразилось как на пропорциях тела густеры, так и на ее биологии. В связи с уменьшением скорости течения у водохранилищных рыб оказались менее развитыми хвостовой и грудные плавники, выполняющие основные функции при движении и поворотах.

Таблица 1

Некоторые морфологические признаки густеры из разных водоемов бассейна Камы

Водоем	Длина тела без С (мм)	В 1 дюйм тела				
		Длина головы	Диаметр глаза	Длина Р	Длина верхней лопасти С	Длина нижней лопасти С
Река Вишера	18,3	22,72	7,35	20,17	28,56	30,20
Верхняя часть Камского в-ща	17,2	22,52	7,08	20,11	28,00	29,98
Нижняя часть Камского в-ща	17,6	22,02	6,61	19,86	27,16	29,41
Воткинское в-ще	19,3	21,55	6,35	18,74	26,82	28,61
Река Белая	17,8	23,16	7,45	19,14	27,62	29,48

Кроме того, в направлении: река — водохранилище у густеры закономерно уменьшаются размеры головы и глаз, что, впрочем, свойственно и другим видам рыб. Несколько обособленно стоит популяция густеры из реки Белой. Если относительно размеров головы и глаз сказанное выше к ней применительно, то величина плавников у популяции из реки Белой меньше, чем у вишерской. Это особенно характерно для брюшных и непарных плавников, которые у густеры из Белой менее развиты не только по сравнению с популяцией из других водоемов камского бассейна, но и в целом по ареалу.

Таблица 2

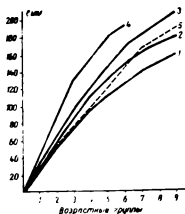
Относительные размеры непарных плавников густеры из различных водоемов

Водоемы	В % к длине тела		
	Длина V	Высота D	Высота А
Река Вишера	18,81	26,68	17,49
Верхняя часть Камского в-ща	18,48	26,16	17,61
Нижняя часть Камского в-ща	18,71	26,79	17,66
Воткинское в-ще	17,82	26,07	17,03
Река Урал (Шалошикова, 1964)	—	28,70	17,70
Верхний Днепр (Жуков, 1965)	17,93	26,42	17,62
Нижний Днепр (Тарнавский, 1960)	17,14	28,34	19,03
Река Западная Двина (Пенязь, 1957)	17,84	25,32	17,27
Река Неман (Жуков, 1958)	18,20	27,70	20,00
Озеро Измень (Домрачев и Правдин, 1926)	18,30	26,10	18,65
Лакко-озеро (Кузевский и Потапова, 1962)	19,01	27,43	18,65
Водоемы Карелии (Зыков, 1955)	18,80	27,20	18,30
Река Белая	17,40	24,52	16,00

Спинальный и анальный плавники у густеры из реки Белой даже внешне отличаются от таковых у типичной густеры. Первые лучи в верхней своей части зачастую сильно загнуты назад, вследствие чего острого угла в передней части плавника не образуется, а наибольшая высота его соответствует не первым лучам, а несколько сдвинута назад. Такие отклонения в форме плавников можно

рассматривать как своего рода аномалии, одной из причин которых может быть вредное действие на рыбу промышленных стоков.

Что касается биологических показателей, то легче всего проследить за изменением в разных экологических условиях скорости роста, времени полового созревания и характера метаморфоз густеры. При переходе от речных условий обитания к водохранилищным скорость роста заметно увеличивается, достигая максимума у рыб Воткинского водохранилища (см. рис.). Отметим, что приведенные по этому водоему данные относятся к самым быстрорастущим поколениям густеры первых лет залития. Темп роста последующих поколений постепенно снижается, но все же остается гораздо выше,



Рост густеры из разных водоемов бассейна реки Камы

1 — река Вишера, 2 — верхняя часть Камского водохранилища, 3 — нижняя часть Камского водохранилища, 4 — Воткинское водохранилище, 5 — река Белая

чем у густеры из Камского водохранилища и тем более у речных популяций. Лучший рост густеры в Белой по сравнению с вишерскими рыбами (старшевозрастные группы) объясняется разным географическим местоположением этих рек.

В связи с разной скоростью роста неодинаково и время полового созревания густеры в разных водоемах бассейна. Минимальный возраст половозрелых самок густеры в реке Вишере + 6 лет, в Камском водохранилище и Белой + 5 лет, в Воткинском водохранилище — 3 года. Минимальные размеры, при которых наступает половая зрелость, более постоянны во всех водоемах и равняются примерно 13—14 см. Однако густера из Воткинского водохранилища несколько выделяется и здесь, так как часть самок созревает уже при достижении длины 11—12 см.

Густера относится к рыбам с порционным икротетанием. При этом на величину показателя порционности икротетания (процент икринок 11 порции по отношению к общему количеству икры) оказывает влияние целый ряд факторов. В благоприятных условиях обитания этот показатель обычно уменьшается (Лукин, 1948). Уменьшается он и при движении с юга на север (Дрягин, 1949), так как северные популяции, обитающие в условиях короткого вегетационного периода, в отличие от южных не имеют возможности откладывать несколько порций икры.

У густеры из бассейна реки Камы наблюдается закономерное уменьшение показателя порционности икротетания при переходе от речных условий обитания к водохранилищным.

Таблица 3

Плодовитость и характер икротетания густеры в разных водоемах бассейна Камы

Водоемы	Средняя длина тела (мм)	Средняя абсолютная плодовитость (тыс. икр.)	Средняя относительная плодовитость	n	Показатель порционности икротетания (%)	Число рыб, имеющих одну порцию икры (1)	n
Река Вишера	196	41,2	220	32	15,0	2,8	35
Верхняя часть Камского в-ща	192	38,0	216	74	14,3	1,2	86
Нижняя часть Камского в-ща	202	37,0	183	90	7,9	13,6	44
Воткинское в-ще	187	30,9	168	133	7,5	11,7	205
Река Белая	194	60,8	358	40	28,6	—	52

Особенно низкий показатель порционности икротетания у густеры был на начальном этапе существования Воткинского водохранилища — 4,5% в 1965—1966 годах. В последующие годы, по мере ухудшения условий обитания в водоеме, он стал постепенно возрастать. Различная величина показателя порционности икротетания у обеих речных популяций (у густеры из реки Белой он вдвое выше, чем у вишерских рыб) объясняется, во-первых, неодинаковыми гидрометеорологическими условиями в этих удаленных друг от друга водоемах, во-вторых, неблагоприятными условиями обитания рыб в Белой, в связи с ее загрязнением. У отдельных особей из этой реки в личинках отмечена даже 111 порция икры, тогда как рыб, имеющих одноразмерные икринки, то есть обладающих единовременным икротетанием, здесь совсем не замечено.

Соответственно изменению характера икротетания меняется и плодовитость густеры (абсолютная и относительная). Она уменьшается при переходе от речных условий к водохранилищным и резко увеличивается у рыб из реки Белой (табл. 3).

Итак, изменение гидрологического режима водоема в связи с зарегулированием стока реки ведет к изменению как пропорций тела густеры, так и ее биологии. Немаловажную роль в изменении ее морфобиологических показателей играет фактор географической удаленности отдельных водоемов, а также их санитарное состояние. Отметим, что все эти, а также целый ряд других факторов действуют в каждом конкретном водоеме в комплексе и специфичны для каждого из них. Поэтому, насколько специфичны условия среды в населенных густерой водоемах, настолько разнообразны и ее морфобиологические показатели. Как было показано, последние существенно различаются у рыб даже в пределах камского бассейна, не говоря уже о всем ареале. Тем не менее, сравнительно со многими другими видами рыб (плотва, уклей, окунь и др.) густера отличается относительно высокой стабильностью внешних признаков. На основании анализа литературных данных и собственных материалов не представляется возможным выделить внутривидовые таксономические единицы ее и даже экотипы, характеризующиеся каким-то определенным комплексом признаков.

ЛИТЕРАТУРА

- Домрачев П. Ф., Правдин И. Ф., 1926. Рыбы озера Ильменя и р. Волхова и их хозяйственное значение. Матер. по исслед. р. Волхова и его басс., ч. II, в. 10.
- Дрягин П. А., 1949. Половые циклы и нерест рыб. Изв. ВНИОРХ, т. 23, в. 1.
- Жуков П. И., 1958. Рыбы бассейна Немана (в пределах Белорусской ССР). Минск.
- Жуков П. И., 1965. Рыбы Белоруссии. Минск.
- Зыков П. В., 1950. Редкие рыбы в водоемах Карелии и некоторые вопросы зоогеографии. Изв. Кар.-финск. фил. АН СССР, № 2.
- Кудерский Л. А., Потапова О. И., 1962. Густера Лакшозера. Тр. Карельск. фил. АН СССР, в. 33.
- Лукин А. В., 1948. Зависимость плодовитости рыб и характера их икринметания от условий обитания. Изв. АН СССР, сер. биол., № 5.
- Пенязь В. С., 1957. Рыбы р. Припяти. Уч. зап. Белор. гос. ун-та, сер. биол., в. 33.
- Тарнавский Н. П., 1960. О гибриде днепровского рыба и густеры *Vimba vimba* (L.) \times *Vimba vimba carinata* (Pall.) ДАН, т. 132, № 1.
- Шапошникова Г. Х., 1964. Биология и распределение рыб в реках уральского типа. М.

О НЕОБХОДИМОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ МЕТОДОВ РЫБОЛОВСТВА В ВОДОЕМАХ БАСЕЙНА ВОЛГИ

В. А. Шеняков

(Институт биологии внутренних вод АН СССР)

В бассейне Волги созданы крупные водохранилища с общей площадью водной поверхности более 2,5 млн. га. Несмотря на значительное увеличение акватории годовой вылов рыбы во всех водохранилищах не достиг прежней величины (включая проходных рыб) улова в Волге. По данным А. И. Исаева и Л. И. Деппсова (1957), на зарегулированном отрезке Волги до создания водохранилищ вылавливалось в год 140 тыс. ц туводных и 25 тыс. ц проходных рыб. Вылов рыбы в волжских водохранилищах в 1956 году (Виноградов, 1967) составил около 120 тыс. ц.

Такой большой разрыв между проектным и фактическим выловом рыбы является следствием того, что на водоемах нет управляемых рыбных хозяйств, не осуществляется должный комплекс рыбоводных и рыболовных мероприятий (Никольский, 1963; Черфас, 1952).

Одним из важнейших рыболовных мероприятий этого комплекса должно быть применение селективных и высокоэффективных способов рыболовства, которые способствовали бы сохранению молоди охраняемых видов рыб.

В настоящее время на водоемах бассейна применяется обычная техника рыболовства: ставные и плавные сети, летние и зимние закидные невода и мелкие ловушки. По данным ГосНИОРХ (Виноградов, 1967) за 1965 — 1966 годы в отдельных водохранилищах вылов рыбы ставными сетями составил от 60 до 90% общего улова, неводами — от 10 до 35% и мелкими ловушками от 1 до 20%.

На примере Рыбинского водохранилища, основываясь на данных Рыбинского рыбопромышленного треста, попытаемся кратко рассмотреть состав и динамику орудий рыболовства, производительности и нагрузки на одного рыбака за 15 лет.

На рис. 1 показано среднее месячное количество выставленных сетей (в тыс. штук) с 1953 по 1968 год и количество неводов, используемых в Рыбинском водохранилище. Начиная с 1955 года, среднеемесячное количество выставленных сетей колебалось в пределах 7 — 9 тыс. Годовая динамика постановки сетей такова, что максимальное количество ставится зимой, с декабря по март, по 11 — 15 тыс. сетей ежемесячно; минимальное — в летние месяцы — до 3 тыс. Самое большое количество выставленных сетей приходилось на декабрь 1964 года, когда одновременно не стояло 16 027 сетей.

Сетной лов на водохранилище совершенно не механизирован, если не считать доставки рыбаков к местам постановки сетей на моторных лодках или катерах по открытой воде, а зимой — на вездеходе или лошадах.

Почти ежегодно от штормовой погоды и подвигжек льда гибнут тысячи сетей. Сорванные и унесенные с места, они продолжают в течение длительного времени уничтожать рыбу, поскольку капроновые нити не

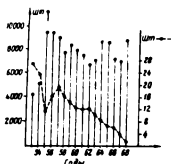


Рис. 1. Среднемесячное количество орудий лова на Рыбинском водохранилище Рыбинского рыбопромышленного треста за 15 лет (1953—1968):

сплошная ордината, вертикальная линия — количество орудий лова, шт.; пунктирная ордината, вертикальная линия — количество сетей, шт.

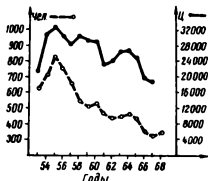


Рис. 2. Среднемесячное количество рыбаков на Рыбинском водохранилище с 1953 по 1958 год и годовая добыча Рыбинского рыбопромышленного треста за те же годы:

пунктирная ордината, пунктирная линия — количество рыбаков (человек); правая ордината, сплошная линия — добыча рыбы в центнерах

гниют, а невопластовые наплавы очень медленно теряют плавучесть. Нам приходилось поднимать тралом также сети, забытые разлагающейся, гниющей рыбой или ее скелетами, а то и совсем живой, только что обьяченвшейся. Можно себе представить, какое огромное количество ценной рыбы уничтожается сорванными сетями.

Среднемесячное количество рыбаков, участвовавших в лове с 1953 по

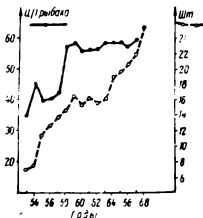


Рис. 3. Динамика вылова рыбы и количества сетей, приходящихся на одного рыбака за 15 лет

сплошная ордината, вертикальная линия — вылов рыбы в центнерах на одного рыбака; пунктирная ордината, вертикальная линия — количество сетей, приходящееся на одного рыбака, шт.

1968 год, а также годовая добыча рыбы Рыбинским трестом приведены на рис. 2. Число людей, занятых на добыче рыбы, с максимального в 1955 году (824 человек) неуклонно снижалось. В 1967—1968 годы оно составляло 320—340 человек.

Динамика вылова рыбы и количество сетей, приходящееся на одного рыбака с 1953 по 1967 год, показаны на рис. 3. За этот период вылов в среднем на одного рыбака возрос с 35 до 57—59 ц, то есть производительность труда рыбаков возросла в 1,7 раза. Но возросла она не за счет механизации или повышения селективности орудий лова, а за счет увеличения физической нагрузки на людей, обрабатывающих сети. Если в 1953 году рыбак обрабатывал 7 сетей, то в 1968 — уже 25, т.е. в 3,5 раза. Следует учитывать, что после перехода с хлопчатобумажных се-

тей, которые применялись в 1953 году, на капроновые, труд рыбаков по уходу за ними значительно облегчился. Однако без механизации сетного промысла и использования активных орудий рыболовства производительность труда рыбаков на Рыбинском водохранилище уже не может дальше повышаться.

Основными промысловыми видами рыб в Рыбинском водохранилище являются лещ (35—38% в последние годы), судак (12—20%), налим и щука, уловы которых в последнее время резко снижаются. Существующим промыслом отлавливается много маломерной рыбы. Только по официальным данным одного неполовозрелого леща в уловах по весу содержится — 20—24%.

Таблица 1

Вылов леща промыслового размера в Рыбинском водохранилище (ц)

	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г. на 1 августа
Лещ крупный	4460	5378	4937	4166
Лещ средний и мелкий	1330	1681	1376	1032
Всего	5790	7059	6313	5198
% прилова	23	24	22	20

Если подсчитать процент прилова неполовозрелого леща по количеству пойманных экземпляров, как это принято делать по правилам рыболовства, то цифры значительно возрастут.

В аналогичном состоянии находится рыболовство и на других водоемах волжской системы. Существующий в настоящее время промысел не только не способствует сохранению и увеличению рыбных запасов, а фактически их подрывает.

Научные организации еще недостаточно занимаются разработкой новых высокоэффективных способов рыболовства и механизацией промысла.

Для создания управляемых рыболовных хозяйств на водохранилищах необходимо разрабатывать и внедрять селективные высокоэффективные способы добычи рыбы, используя приемы управления поведением рыб с помощью различных раздражителей (Радаков, Трещев, 1964).

Для разработки биофизических основ техники рыболовства нами изучены реакции у ряда промысловых пресноводных рыб на различные виды электрического тока: переменного, униполярного непрерывного и импульсного с различными формами импульсов (Шеняков, 1968). Для ряда видов рыб установлены видовые и размерные зависимости электротехнических параметров их реакций на изменения условия среды (Шеняков, 1964).

Различные виды тока вызывают у рыб различные реакции. Электрические поля биполярного непрерывного тока промышленной частоты вызывают у рыб последовательно, по мере увеличения силы воздействия, реакции возбуждения, дезориентации, угнетения и наркозоподобного состояния или шока (Нуссбаум, 1958; Шеняков, 1959 и др.).

Комплекс реакций на переменный электрический ток может использоваться для повышения эффективности электрифицированных тралов (Шеняков, Стрелов, 1959), близнецового (Анщенко, 1965) или тапидного невода.

Биофизические или электротехнические параметры поля, характеризующие реакции рыб на электрический ток, зависят от типа тока, его режимов и целого комплекса биотических и абиотических факторов. На

биотических факторов наибольшее влияние на изменение параметров реакций оказывают вид, размер рыбы, изменение ее физиологического состояния в годовом цикле жизненных процессов (Бодрова, Краюхин, 1958; Шентяков, 1964 и др.), а из абиотических факторов — электропроводность и ионный состав растворенных в воде солей. Из литературы известно, что внутренние водоемы имеют большие различия по электропровод-

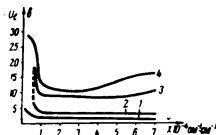


Рис. 4. Зависимости пороговых величин условных напряжений тела (1 — анодная реакция, 2 — катодная реакция, 3 — электронаркоз, 4 — электронаркоз) от электропроводности воды.

1 — начало реакции возбуждения, 2 — начало анодной реакции, 3 — конец анодной реакции — начало реакции угнетения, 4 — начало электронаркоза. Между осями абсцисс и кривой 1 — зона отсутствия реакции, между 1 и 2 — зона возбуждения, между 2 и 3 — зона анодной реакции, между 3 и 4 — зона угнетения, выше кривой 4 — зона электронаркоза.

в непрерывном и в импульсном режимах вызывает у рыб по мере увеличения силы воздействия последовательно реакции возбуждения, анодную (привлечение рыбы к аноду), угнетения и электронаркоза (рис. 4). Параметры каждой реакции зависят также от абиотических факторов среды и, в первую очередь, от электропроводности или минерализации воды и ионного состава растворенных в воде солей.

С уменьшением электропроводности воды (особенно при величинах меньше чем $1-10^{-4}$ 1/ом. см) параметры реакций резко возрастают, чтобы для получения у рыбы определенной реакции требуется большое напряжение.

В воде с малой минерализацией у плотвы, окуня и щуки мы не обнаружили четкую анодную реакцию в электрических полях униполярного тока в непрерывном режиме, а при несколько большей минерализации воды у этих же видов проявлялась четкая анодная реакция. В воде с малой минерализацией у названных видов рыб после возбуждения наступало угнетение, которое переходило в электронаркоз.

У разных видов рыб существуют свои оптимальные параметры импульсного униполярного тока для каждой из характерных реакций. Например, в однородном электрическом поле униполярного импульсного тока с прямоугольной формой импульса, при частоте в 10 гц и продолжительности импульса от 20 до 80 м/сек. у судака не обнаружили анодную реакцию. За реакцией возбуждения наступало состояние угнетения, которое затем переходило в электронаркоз. При частоте в 15 гц и тех же длительностях импульсов у судака четко проявлялась анодная реакция (табл. 2).

Влияние частоты и особенно длительности импульсов на величину необходимого условного напряжения тела рыб имеет важное значение

для управления поведением рыб в различных рыбохозяйственных целях вскрываются большие возможности при использовании электрических полей униполярного тока как в непрерывном, так и в импульсном режимах. При этом импульсы могут быть различными по форме, длительности действия, частоте следования и амплитуде.

Для управления поведением рыб в различных рыбохозяйственных целях вскрываются большие возможности при использовании электрических полей униполярного тока как в непрерывном, так и в импульсном режимах. При этом импульсы могут быть различными по форме, длительности действия, частоте следования и амплитуде.

Униполярный постоянный ток

Таблица 2

Пороговые значения условного напряжения тела рыб в однородном электрическом поле импульсного тока с прямоугольной формой импульса в воде с электропроводностью $(2,5 \pm 3,0) \cdot 10^{-4} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ при 13°C

Длительность импульса (м/сек)	Реакция рыб					Количество опытов
	Возбуждение	Анодная реакция		Застремательность		
		начало	конец			
Вольты						
Судак, частота — 10 гц						
20	2,20	—	—	11,51	15	
60	2,76	—	—	10,08	12	
90	2,52	—	—	9,84	17	
частота — 15 гц						
20	2,89	5,54	12,30	14,24	16	
40	2,48	5,83	12,45	14,40	19	
60	2,63	6,46	13,08	15,31	11	
Лещ, частота — 10 гц						
20	1,60	2,90	6,67	9,13	16	
60	1,81	2,84	6,55	8,75	15	
90	1,71	3,70	6,92	8,49	10	
частота — 15 гц						
60	1,90	4,83	8,79	10,89	8	

У леща четкая анодная реакция проявлялась при тех же длительностях и частотах импульсов.

для управления поведением рыб электрическими полями. С уменьшением длительности импульсов до 300—200 м/сек резко возрастает необходимая амплитуда порогового напряжения реакций рыб. Импульсы с короткой продолжительностью иногда выгодны с энергетической точки зрения. В этом случае для управления поведением рыб электрическими полями потребуются установли малых мощностей. Однако для решения данного вопроса необходимы специальные исследования.

Помимо частоты и продолжительности импульса на проявление отдельных реакций рыб влияет форма импульсов, от которой часто зависит четкость проявления анодной реакции, величина необходимой амплитуды импульса, а также длительность проявления отдельных реакций по амплитуде напряжения.

Таблица 3

Пороговые значения условного напряжения тела налима в однородном электрическом поле импульсного тока при 13° и электропроводности воды $(1,60 \pm 2,00) \cdot 10^{-4} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$

Длительность импульса (м/сек)	Реакция рыб				Среднее значение (м/сек)	Количество опытов
	Возбуждение	Анодная реакция		Застремательность		
		начало	конец			
Вольты						
Прямоугольный импульс — частота импульсов 5 гц						
100	12,24	29,13	144,55	178,10	40,5	11
1000	3,20	8,31	97,82	140,50	47,6	10
2000	2,36	6,39	86,11	101,20	43,2	11
Экспоненциальный импульс — частота импульсов 5 гц						
1000	22,65	30,23	92,72	130,80	40,2	10
5000	9,64	13,10	40,10	56,54	37,4	10

При прямоугольном импульсе анодная реакция у налима начинается с 8 вольт условного напряжения тела, а при экспоненциальном импульсе — с 30 вольт. Конец анодной реакции наступает соответственно при 98 и 93 вольтах. Таким образом, амплитуда анодной реакции налима при прямоугольном импульсе составляет 90 вольт, а при экспоненциальном — 63 вольта. Превышение амплитуды анодной реакции прямоугольного импульса почти в 1,5 раза позволит в несколько раз расширить по площади зону анодной реакции в неоднородном электрическом поле по сравнению с зоной экспоненциального импульса, при одинаковом напряжении на электродах, создающих неоднородное поле.

Приведенные данные показывают сложную зависимость пороговых параметров реакций рыб на электрический ток от условий среды и характеристик импульсного тока. Поэтому применение разработанных устройств для электролова рыбы, а также разработка новых способов лова должны проводиться с учетом особенностей каждого водоема и применительно к конкретным реакциям определенного вида рыб из этого водоема. Шаблонное применение одних и тех же режимов работы электроловильных устройств на различных водоемах может не дать положительного результата.

Состояние рыболовства в водоемах бассейна Волги показывает на необходимость внедрения новых высокоэффективных способов лова, которые способствовали бы сохранению молодежи ценных видов рыб. Предпосылки и некоторые исходные данные для разработки таких селективных способов рыболовства с применением электрических полей уже нашли применение в ряде разработанных орудий электролова.

Однако внедрение новых орудий рыболовства должно осуществляться под руководством научных организаций с учетом ряда биотических и абиотических факторов каждого конкретного водоема.

ЛИТЕРАТУРА

- Авищенко П. Т., 1965. Ближнецовый трал с электроподборной для лова нараса и щуки. Рыб. хоз., № 7, М.
- Бодрова Н. В. и Краужин Б. В., 1958. О реакции рыб на воздействие электрическим током. Тр. совещ. Ихтиол. ком. Изд. АН СССР, вып. 8, М.
- Виноградов Н. Н., 1967. О промысловом освоении открытых участков волжских водохранилищ. Рыбн. хоз., № 12, М.
- Никольский Г. В., 1953. О биологических обоснованиях контингента вылова и путях управления численностью стада рыб. Сб.: Очерки по общим вопросам ихтиологии. Изд. АН СССР.
- Нуссманбаум Л. М., 1958. О поведении рыб в электрическом поле в связи с проблемой их охраны при гидростроительстве. Тр. совещ. по физиол. рыб. Изд. АН СССР, М.
- Шентяков В. А., 1959. О реакциях рыб в электрических полях переменного тока. Тр. Инст. биол. водохр. АН СССР, в. 1 (4).
- Шентяков В. А., 1964. Пресноводный электроталовый лов рыбы с применением переменного тока. Изд. пещ. пром., М.
- Шентяков В. А., 1968. О перспективах управления поведением рыб электрическими полями. Всесоюз. конф. по вопросам поведения рыб в связи с техникой промысла. Изд. ПИПРО, Мурманск.

Содержание

Оболонов Н. Х. Приветствие участникам конференции	6
<i>I. Гидрология, гидрохимия и водное хозяйство</i>	
Фортунатов М. А. О некоторых проблемах изучения Волги и водоемов волжского бассейна	11
Буторин Н. В. Гидрологические процессы в водохранилищах волжского каскада	19
Драчев С. М., Быховский А. А., Калинин Л. А. Антропогенный фактор формирования качества воды и режима биогенных элементов в водохранилищах Верхней Волги	28
Смирнов Н. П. О циклических колебаниях стока Верхней Волги	33
Мейснер Е. В. Зимний кислородный режим Ивановского водохранилища и канала имени Москвы в связи с годовыми различиями в их эксплуатации	42
Горин Ю. И. Водные массы в Волго-Камском и Тетюшском плесах Куйбышевского водохранилища	47
Петров Г. Н. Мелководья Куйбышевского водохранилища и перспективы их использования	53
Гусева Н. Н., Максимова М. П. Органическое вещество в допых отложениях Куйбышевского водохранилища	60
Москаленко А. В. Изменения гидрологического режима дельты в связи с зарегулированием стока Волги	68
Горбунов К. В. Водосы дельты Волги, их облик, режим и эволюция	74
Хибадзец И. А. Санитарные вопросы сооружения и эксплуатации каскада волжских водохранилищ	82
<i>II. Микробиология, фитопланктон и высшая водная растительность</i>	
Романенко В. И. Микрофлора Волги и некоторых водоемов ее бассейна	89
Иванов А. В. Динамика численности бактерий в Куйбышевском водохранилище	95
Гусева К. А., Приймаченко А. Д. Фитопланктон Волги от верховьев до Волгограда	98
Левшина Н. А., Телитченко М. М. Санитарно-гидробиологические исследования реки Вазузы и ее притоков в связи с зарегулированием стока	108
Экзерцев В. А., Белаяская А. П., Кутова Т. Н. Некоторые данные о растительности волжских водохранилищ	116
<i>III. Зоопланктон и зообентос</i>	
Мордухай-Болтовской Ф. Д. Бентос крупных водохранилищ на Волге	123
Иоффе Ц. И. Донная фауна водохранилищ Волжского каскада и ее обогащение	128
Дзюбан Н. А., Урбан В. В. Сезонные изменения зоопланктона в прибрежье Куйбышевского водохранилища	131
Громов В. В. Изменение популяций Средней Камы за последние 40 лет (1925—1966)	141
Ляхов С. М. Бентос Куйбышевского водохранилища за десять лет его существования (1956—1965)	151
Соколова Н. Ю., Львова-Качанова А. А. Продуктивность бентоса водохранилищ питьевого водоснабжения	159
Бородич Н. Д., Гавалев Ф. К. Распространение <i>Paratyzus intermedia</i> Stegn в Куйбышевском водохранилище и некоторые стороны ее биологии	161
Кириченко М. Л. Экология онтогенетических стадий дрепсены в Волге и Каме	171
Мирошниченко М. П. Особенности развития зоопланктона и зообентоса Волги в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла	174
Вьюшкова В. П., Белаяская Л. И. Формирование кормовой базы Волгоградского водохранилища	181
<i>IV. Иктиология и рыбное хозяйство</i>	
Изражников П. Л. Биопродукционный эффект воднорыбных комплексов в его рыбохозяйственном значении	191

Бердичевский Л. С. Волга и рыбопродуктивность Каспийского моря в условиях ухудшения водного и гидробиологического режима	209
Михеев П. В. Пути повышения рыбопродукции волжских водохранилищ	222
Шаронов И. В. Расширение ареала некоторых рыб в связи с зарегулированием Волги	226
Мильштейн В. В., Пашкин Л. М., Шилев В. И. Воспроизводство осетровых в зарегулированной Волге	233
Никанорова Е. А., Никаноров Ю. И. Ихтиофауна и рыбное хозяйство водоемов бассейна Верхней Волги	238
Гордеев Н. А. Этапы формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища	244
Гавлена Ф. К. Ихтиофауна реки Сок и его притоков	254
Шаронов И. В., Луккин А. В., Махотин Ю. М. Состояние рыбных запасов Куйбышевского водохранилища	262
Егерева И. В. Питание и пищевые отношения рыб в Куйбышевском водохранилище	268
Яковлева А. Н. Ихтиофауна Волги и перспективы естественного воспроизводства рыб в Саратовском водохранилище	274
Небольсин Т. К. Формирование запасов рыб Волгоградского водохранилища	280
Коблицкая А. Ф. Естественное размножение рыб в дельте Волги в условиях зарегулированного стока	286
Соловьева Н. С., Зиновьев Е. А. Влияние гидростроительства на ихтиофауну и рыбный промысел Средней Камы	294
Пушкин Ю. А. Экологическая емкость густеры бассейна Камы	301
Шеняков В. А. О необходимости модернизации методов рыболовства в водоемах бассейна Волги	305

CONTENTS

I. Hydrology, Hydrochemistry and Water Economy

Fortunatov M. A. Some problems of the investigation the Volga and the water bodies of its basin	11
Butorin N. V. Hydrological process in the Volga cascade reservoirs	19
Drachev S. M., Bylinkina A. A., Kalinina L. A. The influences of sewage and industrial wastes on the water quality of the Upper-Volga reservoirs	28
Smirnov N. P. Cyclical variations of the run-off of the upper Volga	31
Meissner E. V. The winter oxygen regime in the Ivankovo reservoir and in the Moscow channel in relation with the annual differences in their exploitation	42
Gorin J. I. The water masses in the Volga—Kama and Tetush areas of the Kuibyshev reservoir	47
Petrov G. N. The shallow waters of the Kuibyshev water storage and the prospects of the improvement of their utilisation	53
Guseva N. N., Maksimova M. P. The organic matter in the bottom accumulations in the Kuibyshev reservoir	60
Moskalenko K. V. Changes in the hydrological regime of the Volga river delta due to the stream flow regulation	68
Gorbunov K. V. The Volga river delta water bodies, their appearance, regime and evolution	74
Kibalchich I. A. The hygienic problems of construction and exploitation of the cascade of the Volga water reservoirs	92

II. Microbiology, Phytoplankton and High Water Vegetation

Romanenko V. J. The Volga microflora and some water bodies of its basin	84
Ivagin A. V. The dynamics of bacterium number in the Kuibyshev reservoir	95
Guseva K. A., Priymachenko A. D. Phytoplankton of the Volga river from the source to Volgograd	98
Levshina N. A., Telichenko M. M. The sanitary and hydrobiological research of the Vazuza river and its tributaries when the run-off is regulated	108
Ekkertsev V. A., Beljanskaya A. P. and Kutova T. N. Some data on the vegetation of the Volga reservoirs	116

III. Zooplankton and zoobenthos

Mordukhai-Boltovskoi Ph. D. The benthos of large reservoirs on the Volga	123
Ioffe C. I. The bottom fauna of the Volga cascade reservoirs and its enrichment	128
Dzjuban N. A., Urban V. V. The seasonal changes of zooplankton in the littoral parts of the Kuibyshev reservoir	135
Oromov V. V. The change of potamobenthos of the middle Kama during the recent 40 years (1925—1966)	147
Ljakhov S. M. The benthos of the Kuibyshev reservoir during ten years of its existence (1956—1965)	153
Sokolova N. J., Lvova-Katchanova A. A. The benthic productivity of the water-supply reservoirs	158
Boroditch N. D., Havlena F. K. The distribution of <i>Paramecium</i> intermediate Czern. in the Kuibyshev reservoir and some aspects of its biology	167
Kirpitchenko M. J. Ecology of ontogenetic stages of <i>Dreissena</i> in the Volga and Kama rivers	175
Miroshnichenko M. P. The particularities of the development of zooplankton and zoobenthos of the Volga in the tailwater of Volgograd Electric Power Station	191
Vlushkova V. P., Beljanskaya L. J. Formation of food organisms in the Volgograd reservoir	195

IV. Ichthyology and Fishery

Pirozhnikov P. L. The bioproductive effect of large rivers damming and its fishery significance	193
Berdichevsky L. S. The Volga and the fishproductivity of the Caspian Sea under the conditions of worsening of water regime	209
Mikhelev P. V. The ways of increasing fish production of reservoirs on the Volga river	222

Sharonov I. V. The expansion of the area of some fishes with changes of the Volga regulation	226
Milstein V. V., Pashkin L. M., Shilov V. I. The reproduction of sturgeons in the regulated Volga	233
Nikanorov V. V., Nikanorova E. A. The ichthyofauna and the fishery of the water bodies of the upper Volga basin	238
Gordelev N. A. The stages of formation of fish populations of the Rybinsk reservoir	244
Havlena F. K. The ichthyofauna of the Sok river and its influxes	254
Sharonov I. V., Lukin A. V., Makhotin, J. M. The state of fish supplies of the Kuibyshev reservoir	262
Yegereva I. V. The feeding and feeding relations of fishes in the Kuibyshev reservoir	268
Yakovleva A. N. The ichthyofauna of the Volga river and outlook for their natural reproduction in the Saratov reservoir	274
Nebolsina T. K. The forming of fish supplies in the Volgograd reservoir	280
Koblitiskaya A. F. Natural propagation of fish in the Volga delta under dammed river conditions	286
Solovyeva N. S., Zinov'ev E. A. The influence of the building of Hydroelectric Power Stations on the ichthyofauna and the fishery of the middle Kama river	294
Pushkin I. A. The ecological changeability of <i>Blicca bjoerkna</i> L. of the Kama river basin	301
Shentjakov V. A. About the necessity of modern methods of fishing in the water bodies of the Volga basin	305

ВОЛГА-1

Редактор С. И. Семенчук

Художник С. И. Косых

Худож. редактор Е. В. Алабугин

Технический редактор З. К. Марьяна

Корректор О. П. Долгановская

Сдано в набор 10/III-1971 г. Подписано в печать 3/IX-1971 г. Е000353
Тираж 1200 экз. Формат 70х90^{1/4}. Печ. л. 30. Сл. печ. л. 28. Уч.-
изд. л. 23,64. Цена 2 р. 84 коп. Заказ № 1228.

Куйбышевское книжное издательство, г. Куйбышев, Спортивная, 5/27
Тип «Волжская коммуна», г. Куйбышев, пр. Карла Маркса, 201.