

УДК 577.472(28)+551.482.214+597.08

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО, ГИДРОХИМИЧЕСКОГО И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА р. ДНЕПР ПРИ ЗАРЕГУЛИРОВАНИИ СТОКА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БИОЛОГИЮ РЫБ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩ

Я. Я. ЦЕЕБ, А. М. АЛМАЗОВ, В. И. ВЛАДИМИРОВ

(Институт гидробиологии АН УССР, Киев)

Водохранилища днепровского каскада изучаются Институтом гидробиологии АН УССР с момента перекрытия реки плотиной Каховской ГЭС (1955 г.). Гидрохимические и биологические исследования на отдельных участках Днепра, начатые еще задолго до этого, с 1959 г. проводились по всему Днепру от верховьев до устья, а также на главных его притоках — Десне и Припяти. Ихтиологические исследования в связи с зарегулированием стока реки производились в основном в низовьях Днепра, в Каховском и Кременчугском водохранилищах.

Многолетние исследования Днепра и каскада его водохранилищ частично обобщены в отдельных монографиях (Денисова, Майстренко, 1962; Владимиров, Сухойван, Бугай, 1963; Цееб, Ролл, Зеров и др., 1964; Майстренко, 1965), а также в многочисленных статьях отдельных исполнителей. Большое число работ по днепровским водохранилищам опубликовано сотрудниками Института гидробиологии Днепропетровского госуниверситета, Украинского института рыбного хозяйства. В ближайшие годы будут изданы сборники и монографии с изложением результатов исследований Днепра и его водохранилищ за последние годы.

В данной статье мы ставим перед собой задачу наиболее кратко осветить основные закономерности изменения режима реки в условиях зарегулированного стока, а также влияние этих изменений на биологию рыб и санитарное состояние водохранилищ. Надеемся привлечь внимание широкой научной общественности к обсуждению выдвинутых в статье положений, что приведет к более четкому и полному выявлению последствий гидростроительства на больших реках и будет полезным в практическом и теоретическом отношении¹.

Территория Украинской ССР относится к районам недостаточного увлажнения; 75% потребного для народного хозяйства количества во-

¹ Кроме своих материалов, авторами использованы результаты исследований исполнителей по соответствующим разделам темы: по гидрохимии — А. И. Денисовой, Ю. Г. Майстренко, Е. П. Нахшиной; по гидробиологии — А. Д. Приймаченко, М. А. Литвиновой, К. С. Владимировой, К. К. Зерова, И. Л. Кореляковой, С. Л. Гусьинской, В. В. Гурвича, Г. А. Оливари, Л. Н. Зимбалевской; по ихтиологии — П. Г. Сухойвана, К. С. Бугая, А. Ф. Ляшенко, С. Г. Залуми.

ды удовлетворяется за счет Днепра. Таким образом, проблема чистой воды становится первоочередной проблемой в республике.

Днепр является не только источником водоснабжения, но и местом сброса сточных вод (бытовых, промышленных, теплообменных и пр.). В настоящее время в УССР суммарное количество сточных вод, сбрасываемых в реки, превышает 14 млрд. км³ (из них 70% теплообменных). Правительственными решениями предусматривается перевод 87% предприятий на оборотное водоснабжение, усиливается строительство очистных сооружений. Однако при всем этом будет возрастать сброс «условно чистых» вод, особенно теплообменных. Так, после завершения строительства вдоль Днепра ряда тепловых электростанций сброс подогретых вод составит до 1/3 стока этой реки.

Зарегулирование стока Днепра плотиной Каховской ГЭС в 90 км от устья отрицательно сказалось на рыбном промысле в низовьях реки и в Днепровско-Бугском лимане. В последние годы рыбопромысловая продукция снизилась с 66 тыс. ц (1951—1955 г.) до 30—40 тыс. ц, главным образом за счет проходных и ценных полупроходных промысловых рыб (осетр, сельдь, тарань, чехонь и др.). С другой стороны, площадь акватории всех водохранилищ в 1968 г. составит 690 000 га, благодаря чему общий улов рыбы на этих участках реки может возрасти до 350—400 тыс. ц, что в 6—7 раз превышает количество рыбы, добываемой здесь до зарегулирования.

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДНОГО СТОКА ДНЕПРА В СВЯЗИ С ЗАРЕГУЛИРОВАНИЕМ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

Среднегодовой сток Днепра до зарегулирования составлял у Киева 44,8 км³, а в низовье реки—52,3 км³. Сооружение Днепровской ГЭС не вызвало количественных изменений водного стока. Создание Каховского водохранилища, а затем Кременчугского, Днепродзержинского, аккумулировавших 34,9 км³ воды (величина стока Днепра в маловодный год), а также отъем воды на сооруженные на Днепре водоснабжающие и ирригационные каналы привело (в среднем за 10 лет — 1955—1964 гг.) к сокращению годового стока на 13% (Алмазов, 1966). Однако в отдельные годы (1956, 1960, 1964), когда шло заполнение указанных водохранилищ, сток в низовье реки уменьшался на 23—43% и составлял соответственно 44,0; 23,0 и 26,3 км³. Потребность в воде на водоснабжение и орошение в дальнейшем значительно возрастет, в результате чего в перспективе на 1975—1980 гг. сток Днепра сократится до 12 км³, а в последующем уменьшится до нуля, что вызовет осолонение Днепровско-Бугского лимана и превращение его в морской залив (Алмазов, 1965).

В 1955 г. при заполнении Каховского водохранилища, а также в некоторые последующие годы сокращения стока Днепра вызывало периодические осолонения Днепровско-Бугского лимана, отразившиеся на его биологическом режиме.

Зарегулирование стока привело к его внутригодовому перераспределению. До 1955 г. 67% годового стока в низовье приходилось на весенний период (март—июнь), на летне-осенний и зимний периоды соответственно — 24 и 13%. К 1964 г. (за 10 лет) весенний сток в низовье сократился почти вдвое и составлял 38% годового, летне-осенний и зимний сток увеличился соответственно на 33 и 29%.

Сокращение весеннего стока ухудшило условия размножения рыб, привело к уменьшению в этот период стока биогенных веществ, в результате чего биологическая продуктивность Днепровско-Бугского ли-

мана снизилась. Увеличение стока биогенных веществ в осенне-зимний период, естественно, не может компенсировать этот процесс. Следует учесть, что вода Днепра наиболее богата биогенными элементами весной, осенью и зимой, т. е. когда либо сокращается величина водного стока в низовье, либо эти элементы не могут быть использованы организмами (зимой).

Водохранилища Днепра характеризуются более или менее выраженным озерным режимом. Каховское и Кременчугское водохранилища с коэффициентом водообмена 2—4 раза в год можно отнести к типу озерных; другие (Киевское, Днепродзержинское, Днепровское) — к озерно-речным: озерный режим в них выражен преимущественно в приплотинной части и в заливах; степень проточности здесь значительно больше, водообмен осуществляется 12—20 раз в году (см. таблицу).

Размеры Днепровских водохранилищ

Водохранилище	Год начала заполнения	НПГ, м	Площадь, тыс. га	Объем, км ³		Глубина, м		Водообмен в год	Площадь мелководий глубиной 2 м, %	Сработка уровня
				полный	полезный	наибольшая	средняя			
Киевское	1965	103	96,7	3,73	1,2	15	4	12—13	40	0,5—1
Каховское	1968	91,5	64,2	2,64	0,5	12	3,5	17—18	24	0,5
Кременчугское	1960	81	225,2	13,5	8,9	24	6,0	2,5—4	18	4—6
Днепродзержинское	1964	64	56,7	2,45	0,3	14	4,3	18—20	31	0,5
Днепровское	1934 (1947)	51,4	41,0	3,3	1,0	45	8,0	12—14	36	0,5—1
Каховское	1955	16	215,5	18,2	6,8	32	8,4	2—3	5	3—4

В водохранилищах озерного типа и в приплотинных глубоководных участках остальных значительно возрастает, по сравнению с рекой, роль внутриводоемных процессов. На глубоких участках Каховского, Кременчугского и Днепровского водохранилищ наблюдается стратификация температуры воды и растворенных газов (O₂, CO₂). Термоклин возникает в мае — июне, в период быстрого прогрева поверхностных вод, особенно в маловодные годы. Разница температур поверхностных и придонных слоев достигает 8—10°. Летом термическая стратификация наблюдается в периоды продолжительных штилевых погод. Содержание кислорода снижается до 30—40% насыщения, а иногда до 10—20% и даже до нуля.

Заморные условия на глубоководных участках водохранилищ носят кратковременный характер и не вызывают существенного обеднения бентоса. Однако условия использования его рыбами ухудшаются, показателем чего является высокая биомасса олигохет и личинок хирономид на таких участках (десятки г/м²). В значительных масштабах летние заморы рыб наблюдались в Каховском водохранилище в маловодные 1961, 1963 и 1964 гг. Эти периоды совпали с уменьшением его проточности и с влиянием стока с расположенных выше вновь созданных Кременчугского и Днепродзержинского водохранилищ. Во всех случаях заморные условия возникали в застойных озерных участках водохранилища во второй половине июля при сочетании определенных условий: продолжительные периоды штилевых погод (5—10 дней) совпадали с пиком высоких температур воды и образованием массовых скоплений сине-зеленых водорослей, обусловивших развитие процессов самозагрязнения.

Зимние заморные условия возникают в суровые зимы с продолжительным ледоставом на Десне, Припяти, верхнем и среднем течении Днепра (Нахшина, 1965); наблюдались они также в верхней части Кременчугского водохранилища при его головном положении. Причины дефицита кислорода в данном случае другие: с одной стороны, природный фактор — переход рек зимой на питание болотными и грунтовыми, обескислороженными водами; с другой, — сброс неочищенных сточных вод. Дефицит в содержании растворенного кислорода приходится на конец февраля — начало марта. В Кременчугском водохранилище зимние заморные условия вызываются притоком обескислороженных вод Днепра и распространяются на верхние его участки — до Черкасс (Денисова, 1965); дополнительной причиной гибели рыбы здесь служит зимняя сработка уровня, достигающая 4—6 м.

Каскадное расположение водохранилищ обуславливает давно установленную закономерность — влияние вышележащих на нижележащие водохранилища и устьевые области рек, что сказывается как на некоторых гидрологических (температура воды), гидрохимических (солевой, биогенный и органический сток), так и на биологических особенностях (планктосток) последних. Однако о характере этой закономерности существуют разные мнения. После постройки Днепровской ГЭС Д. О. Свиренко (1948), Я. В. Ролл (1940), Г. Б. Мельников (1952) выдвинули положение, согласно которому водохранилище играет роль отстойника, что определяет снижение биологической продуктивности на нижележащих участках реки. В таком общем понимании это положение не подтвердилось. Для днепровского каскада, где водохранилища создавались в обратной последовательности (снизу—вверх), вновь созданные влияют на уже существующие в сторону возврата их к стадии повышенной трофии (Каховское и Днепродзержинское). В годы со сходной величиной водного стока до и после зарегулирования для начального периода существования водохранилищ характерно увеличение поступления биогенных и органических веществ в нижние бьефы (Денисова, Майстренко, 1966; Зенин, 1965). Для Азовского моря (Карпевич, 1965), водоемов дельты Волги и Северного Каспия (Горбунов, 1965) показано, что снижение биологической продуктивности в них произошло после зарегулирования Дона и Волги в основном в результате уменьшения величины водного стока. В этом же направлении влияет отмеченное нами выше внутригодовое перераспределение водного стока в результате зарегулирования. В водохранилищах на малых реках, где объем водной массы может превышать величину речного стока, отстойная роль вышележащих водохранилищ выражена более четко (Мельников, 1965).

В головных, «открытых» водохранилищах отмечается ряд особенностей по сравнению с «закрытыми»: аккумуляция грубодетритных фракций органического и минерального стока, бентостока, сохранение режима половодья в верховьях, лучшие условия миграции и размножения рыб, лучшее весеннее прогревание вод, особенности формирования планктона и др. В нижние бьефы водохранилищ весной еще продолжительное время поступает холодная вода в результате медленного прогрева водной толщи в верхних бьефах. Так, в нижнем бьефе Каховского водохранилища среднемесячная температура воды, по сравнению с периодом до зарегулирования, в апреле снизилась на 1,3, в мае на 2,5, в июне на 1,2°; аналогичное явление наблюдается и в нижних бьефах Днепровского и других водохранилищ каскада.

Из каскадных факторов следует отметить роль высоты плотин и связанную с этим интенсивность разрушительной силы падающей воды и скорости течения в нижних бьефах. Наиболее интенсивное разрушение планктона отмечено в нижнем бьефе Днепровской ГЭС, где высота плотины составляет 50 м (Цееб, 1963).

Таким образом, влияние вышележащих водохранилищ на биологическую продуктивность нижерасположенных и устьевых областей рек может быть различным в зависимости от ряда обстоятельств: величины отъема водного стока, стадии формирования водохранилищ, соотношений объема водохранилищ и водного стока реки, высоты плотин, положения водохранилища в каскаде, времени и размеров паводка и других каскадных факторов.

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ

Водный и гидрохимический сток Днепра формируется выше г. Киева в условиях гумидной зоны. Приточность на нижележащих участках реки составляет в среднем всего 17% стока и существенно не влияет на ее гидрохимический режим. Основное значение в формировании естественного гидрохимического стока Днепра имеют притоки его верхнего течения — Березина, Сож, Припять, Десна (Нахшина, 1965; Майстренко, 1965). Сток Припяти составляет 36% стока Днепра у Киева. Значительная лесистость и заболоченность водосбора определяют гидрохимический состав воды Днепра — небольшую минерализацию (100—420 мг/л), высокую цветность, обусловленную гуминовыми веществами с широким отношением C : N и C : P, значительное содержание аммиачного азота и некоторых других биогенных элементов (Fe, P).

Изменение гидрохимических показателей после зарегулирования стока в основном происходит под влиянием внутриводоемных процессов в больших озерных водохранилищах. Здесь аккумуляция весенних вод обуславливает меньшую минерализацию воды, постепенно повышающуюся к зиме. В Каховском водохранилище после постройки Кременчугского очень растянулся период добегаания весенних вод, которые до приплотинного участка доходят только к осени. Этим объясняется сброс в нижний бьеф весной и летом более минерализованных вод, чем до зарегулирования. Однако суммарный годовой солевой сток в низовьях Днепра остался прежним.

Изменился сток органического вещества и биогенных элементов воды Днепра. До зарегулирования преобладали аллохтонные гумусовые органические вещества. В водохранилищах часть их осаждается в виде гуматов кальция и железа, вода обогащается автохтонным, планктоногенным органическим веществом, а в первые годы и продуктами выщелачивания почв и разложения затопленной растительности ложа водохранилищ. В эти годы общее возрастание трофии, обусловленное «эффектом удобрения», приводит к увеличению стока органического вещества (особенно азота) и биогенных элементов (за исключением железа) в низовьях реки. В период формирования новых водохранилищ общий сток биогенных веществ в низовьях Днепра увеличился на 20%, органического вещества — на 50%, а сток железа уменьшился в три раза (Денисова, Майстренко, 1966).

Что касается качественной характеристики органического вещества воды в водохранилищах, то важно отметить сдвиг в сторону уменьшения соотношений C : N и C : P и увеличения в воде содержания свободных аминокислот. Последние утилизируются не только бактери-

планктоном, но и сине-зелеными водорослями, что служит одной из причин увеличения интенсивности «цветения» воды.

В Днепре до зарегулирования ложе реки и многочисленных ее рукавов было покрыто в основном чистыми и слегка заиленными песками. В водохранилищах песчаные грунты сохраняются на речных участках и у берегов. Уже в первые два-три года дно их покрывается илом. Не останавливаясь на общеизвестных закономерностях иловых накоплений, разных в головных и в «закрытых» водохранилищах (аккумуляция взвешенных наносов интенсивнее в первых), отметим некоторые результаты анализа органического вещества илов.

В грунтах Кременчугского и Каховского водохранилищ на большей части акватории преобладает органическое вещество планктонной природы (Майстренко, 1965). В верхних частях водохранилищ увеличивается содержание осажденных гуматов кальция; этому процессу способствует увеличение рН (8—9,5), особенно в периоды интенсивного фотосинтеза. Свободные гуминовые и фульвокислоты содержатся в илах глубоких нижних участков водохранилищ. Наиболее продуктивные илы находятся в озерных участках Каховского водохранилища с содержанием амидного и аминного азота 0,13—0,64 г на 100 г грунта.

В первые годы существования водохранилищ грунты обогащаются органическим веществом и за счет растительного детрита ложа водохранилища. Разложение залитой луговой растительности в южных и северных водохранилищах происходит с разной интенсивностью. Так, в Рыбинском этот процесс растягивается на десятки лет (Мордухай—Болтовской, 1955), в Каховском — он в основном завершился в первые четыре-пять лет. Ведущими факторами в этом отношении являются температура и рН придонной и иловых вод (Майстренко, 1965; Цееб, 1962). Низкие значения температуры и рН (6—6,5) придонной зоны в северных водохранилищах тормозят развитие микробиологических процессов в грунтах.

В днепровских водохранилищах эти показатели благоприятны (рН прунтовой воды — 7—8), численность и биомасса бактериобентоса очень высоки, что и обуславливает значительно лучшие производные свойства иловых отложений в данных водохранилищах.

ИЗМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАННОГО СТОКА

Планктон. Микробиологическими исследованиями установлено возрастание численности бактериопланктона в Днепре ниже Киева за последние 15—20 лет. В 50-х годах максимальное содержание бактерий равнялось 2 млн. кл/мл (Бершова, 1950), в настоящее время оно колеблется от 2,9 млн. до 8,3 млн. кл/мл (в периоды паводков). В воде водохранилищ днепровского каскада среднее содержание бактериопланктона по сравнению с незарегулированными участками повышено. Так, в Кременчугском водохранилище в первые годы его становления содержание бактерий превышало 10—20 млн. кл/мл, биомасса составляла 12—24 г/м³ (Сысуева, 1964). Повышенное содержание бактерий наблюдается в районах впадения сточных вод и в «пятнах цветения» в периоды отмирания и разложения сине-зеленых водорослей.

В составе и численности фитопланктона (А. Д. Приймаченко, М. А. Литвинова) в условиях водохранилищ также происходят резкие

изменения. В конце мая — в июне, при прогревании воды до 20–22°, в первую очередь на застойных участках, начинается массовое развитие сине-зеленых водорослей, достигающее в июле степени интенсивного «цветения». Наиболее бурное «цветение» воды наблюдается в первые годы существования водохранилищ, когда сильнее всего сказывается «эффект удобрения». Вытеснение господствующих в реке и в речных участках «открытых» водохранилищ диатомовых происходит, очевидно, вследствие резкого снижения содержания в воде железа в условиях водохранилищ. Факторами, благоприятствующими развитию сине-зеленых, являются отмеченные выше изменения в гидрологическом режиме, в составе и содержании биогенных элементов и органического вещества. Экспериментально на чистых культурах *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena variabilis* установлено стимулирующее влияние на их рост добавки ряда органических веществ — глюкозы, аминокислот — аспарагина, серина, валина, треонина. Скорость нарастания биомассы *A. variabilis* при этом увеличивается в 25–30 раз (Мережко, 1965).

В культурах сине-зеленые водоросли развиваются в дисперсном состоянии; в природе они образуют колонии различной величины (до размеров голубинового яйца и более). В штилевые погоды их колонии скапливаются на поверхности воды и образуют более или менее обширные поля — «пятна цветения». Толщина ковра сине-зеленых колеблется от нескольких миллиметров до 10–12 см. Биомасса их в поверхностном слое достигает 10–40 кг/м³. По вертикали она быстро снижается и составляет на глубине 1 м 800 г/м³, на глубинах 2 и 3 м соответственно 180–40 г/м³. В «пятнах цветения» фотосинтез почти полностью прекращается, идет разложение водорослей. В опытах установлена также способность сине-зеленых к брожению с образованием масляной кислоты, ацетона, этилового и бутилового спиртов (Л. А. Сиренко, В. М. Черноусова). В зонах их разложения повышается содержание в воде NH₄ (2–3 мг/л), органического азота (40–125 мг/л), минерального и органического фосфора (0,5–8,9 мг/л). Уточнены указания в литературе об образовании фенолов при разложении сине-зеленых водорослей (А. Д. Коненко). Однако требует проверки возможность аккумуляции их водорослями в свете известных фактов о способности организмов к накоплению ядохимикатов (Красильников, 1965). При исследовании последствий замора рыб в Каховском водохранилище летом 1964 года во всей толще воды были обнаружены фенолы. Последние сбрасываются в Днепр со сточными водами промышленных предприятий (Федий, 1965), так что фенольное загрязнение Каховского и Днепровского водохранилищ может быть следствием обеих этих причин. К процессам загрязнения Днепра и его водохранилищ добавляются явления «самозагрязнения» в результате разложения массовых скоплений сине-зеленых водорослей.

Ухудшение условий существования в Каховском водохранилище сказалось и на усилении заболевания рыб краснухой. Распространению этого заболевания, очевидно, способствовала и неблагоприятная паразитологическая ситуация. Заболевшие рыбы оказались на 80–100% зараженными кишечными паразитами — *Bothriocephalus gowkongensis*, *Ligula intestinalis* (М. И. Черногоренко).

Влияние каскада сказывается и на интенсивности накопления фитопланктона. Летом 1965 г. среднее содержание сине-зеленых водорослей в поверхностном слое воды оказалось наибольшим в Днепродзержинском водохранилище (второй год существования) — 90 г/м³; в

Кременчугском, Днепровском и Каховском в это же время содержалось соответственно 41,0; 80,2 и 26,5 г/м³ (А. И. Иванов).

Первичная продукция изучалась кислородным методом (А. Д. Приймаченко). Интенсивность фотосинтеза в Каховском и Кременчугском водохранилищах на четвертом-пятом году их существования мало различалась; коэффициент утилизации солнечной радиации составлял 0,42—0,52%. Величина продукции органического вещества этих водохранилищ характерна для высокоэвтрофных водоемов — 340—458 г/м² за вегетационный период. Однако сравнительное изучение первичной продукции летом 1963 и 1964 гг. показало, что среднесуточная продукция органического вещества в четырех днепровских водохранилищах различна; наибольшая — в головном, Кременчугском (10,2—12,4 гО₂/м²), она уменьшается вниз по каскаду: в Днепродзержинском — 5,9—9,3, в Днепровском — 4,3—5,2, в Каховском — 3,9—3,6 гО₂/м². Трофогенный слой не превышает 3 м, а в зонах «цветения» — всего 1,5—2 м. В озерных участках Кременчугского и Каховского водохранилищ 82—87% общей продукции создается в верхнем метровом слое; в Днепродзержинском и Днепровском водохранилищах и на речном участке Кременчугского соответственно — 44—57%; остальная продукция органического вещества формируется в слое 1—2 м (30—37%) и ниже 2 м (12—20%).

Интенсивность деструкции органического вещества повышается в водохранилищах вниз по каскаду. Так, в верхнем трехметровом слое летом 1964 г. она составляла: в Кременчугском — 4,98, в Днепродзержинском — 3,24, в Днепровском — 4,22, в Каховском — 13,0 гО₂/м² (А. Д. Приймаченко). Очевидно, это связано с увеличением содержания подвижных форм органического вещества в воде нижних по каскаду водохранилищ.

Переход от речных к озерным условиям существования в водохранилищах связан с резким возрастанием биомассы зоопланктона и со сменой доминирующих видов потамопланктона на таковые лимнопланктона. Скорость этого процесса очень значительна — несколько недель или месяцев (Цееб, 1963; Битюков, 1965).

Показательными являются результаты исследования зоопланктона Каховского водохранилища спустя 2,5 месяца после начала затопления (июль — сентябрь 1955 г.). За этот период в благоприятных трофических и температурных условиях биомасса зоопланктона в приплотинном участке водохранилища, по сравнению с речной, возросла в 19 раз (от 276 до 5 198 мг/м³). Отношение месячной продукции зоопланктона к биомассе в этом случае равнялось 7,6, что соответствует Р/В-коэффициенту за вегетационный период порядка 38. Анализ данного природного эксперимента может служить показателем достоверности подобных коэффициентов, полученных экспериментальным путем (Печень, 1965; Шушкина, 1966).

О закономерностях формирования зоопланктона в водохранилищах написано много (Мельников, 1966). Нам хочется сказать о некоторых результатах применения биоценологического метода изучения процессов формирования зоопланктона водохранилищ (С. Л. Гусынская).

Биоценотические комплексы, или сообщества зоопланктона, развиваются в условиях динамичности факторов среды водной толщи. Решающими в процессе их формирования в системе река — водохранилище являются: скорость течения, мутность, трофические условия.

В составе речных зоопланктических комплексов обычно насчитывается большое число видов (25—30); в озерных, особенно в сформировавшихся водохранилищах, где доминируют кладоцерные сообще-

ства, число видов небольшое (около 10—15), причем резко доминируют немногие — три-четыре вида, на которые приходится основная биомасса комплекса. Наибольшая экологическая разнообразность видов установлена в сообществах, где доминируют *Asplanchna priodonta* + *Brachionus calyciflorus* и *Acanthocyclops vernalis*; значительно меньше она в сообществах с доминирующими *Daphnia hyalina* и *Diaphanosoma brachyurum*, состоящих преимущественно из озерных пелагических видов. Эти сообщества обычно формируют наибольшую биомассу зоопланктона в днепровских водохранилищах. В условиях высокой трофии и обилия сине-зеленых водорослей доминирующее положение могут занимать *Chydorus sphaericus* или *Bosmina coregoni*, образующие варианты дафниевого сообщества (Каховское водохранилище). Сообщества, в которых доминируют *Asplanchna* и *Acanthocyclops*, обычно формируются при наличии течения и меньшей прозрачности, а сообщества *Daphnia* и *Diaphanosoma* — в типично озерных условиях; они же являются более продуктивными.

В речных участках нижних бьефов водохранилищ сохраняются в разной степени обедненные озерные зоопланктические комплексы верхних бьефов. Черты пелагопланктона приобретаются в условиях быстрого течения (более 0,75 — 1 м/сек) и значительной протяженности речных участков (100—200 км). Этим объясняется различие в процессах формирования зоопланктона в головных и «закрытых» водохранилищах при разной протяженности речных участков последних.

Влияние вышележащих по каскаду водохранилищ на расположенные ниже в первые годы их существования выражается в возрастании биомассы зоопланктона в последних. Так, в Каховском водохранилище, где на пятом году существования (1959 г.) летняя биомасса зоопланктона составляла 0,6—1,2 г/м³, после создания Кременчугского и Днепродзержинского водохранилищ (1960, 1964 гг.) она возросла в среднем до 2,6—3,4 г/м³. Сравнительное изучение зоопланктона каскада водохранилищ в июле—августе 1963 г. показало следующее изменение его биомассы: в Кременчугском 6,1—10,0, в Днепродзержинском (в речных условиях) 2,7—6,7, в Днепровском 1,0—6,1, в Каховском 1,1—8,9 г/м³. Наибольшей она оказалась в Кременчугском водохранилище, проходившем еще стадию повышенной трофии.

Водность года отражается на развитии планктона по-разному. В многоводные годы численность и биомасса фито- и зоопланктона снижаются. Снижение биомассы планктона, автохтонного по своей природе, объясняется большой промываемостью водохранилищ в такие годы. Нарастание его биомассы тормозится также растянутостью паводкового периода весной (до конца июня), а в некоторые годы (1962) и летними паводками.

Планктосток в низовьях реки изменяется в связи с зарегулированием. В годы повышенной трофии водохранилищ, при резком возрастании летней биомассы планктона, происходило увеличение планктостока в низовьях Днепра. Однако начавшееся общее сокращение водного стока Днепра, которое в дальнейшем будет прогрессировать, и преходящий характер стадии повышенной трофии водохранилищ приведут к уменьшению величины стока планктона.

Планктосток через плотину Каховской ГЭС характеризуется такими величинами: фитопланктона 146—258 тыс. т, зоопланктона — 23—50 тыс. т.

Бентос. Донные биоценозы Днепра и закономерности их формирования в водохранилищах изучались дифференцированно — бактериобентос, фитомикробентос, микрозообентос и макробентос. Это дает

возможность полнее охарактеризовать видовой состав и количественную динамику донных биоценозов.

Бактериобентос водохранилищ, в связи с формированием в них продуктивных илистых грунтов, намного богаче, чем на незарегулированных участках Днепра. В Кременчугском водохранилище численность бактерий в грунтах изменяется в пределах от 14 до 46 млрд. кл/г (Сысуева, 1963).

Фитомикробентос очень быстро формируется во вновь образовавшихся водохранилищах. На песчаных грунтах, заиленных песках и вновь залитых почвах мелководий он богаче (до 40 г/м²) и представлен в основном диатомово-осцилляторными и диатомовыми комплексами водорослей. С глубиной биомасса фитобентоса уменьшается, доминируют осциллятории, которые обнаруживаются даже на глубинах более 10 м (*Oscillatoria ucrainica* Wlad.). К осени состав фитобентоса обогащается за счет опускания планктонных водорослей, в частности, сине-зеленых, перезимовывающих в пелогене. В Кременчугском водохранилище на глубинах 8—16 м зимой биомасса фитобентоса, вместе с зимующими планктонными водорослями, составляет от 23 до 360 г/м². Весной, при наступлении благоприятных температурных условий (конец мая — июнь), возобновляется «цветение» воды в водохранилищах за счет развития перезимовавших на дне сине-зеленых водорослей (К. С. Владимирова).

Процессы формирования зообентоса в водохранилищах, особенно макробентоса, довольно полно освещены в литературе; меньше сказано о микрозообентосе, количественное изучение которого в водоемах началось сравнительно недавно, а эколого-физиологические исследования составляющих его групп фауны почти не производились.

Для микро- и мезобентоса характерна высокая численность составляющих его групп организмов: инфузории — в среднем порядка 2—9 млн., корненожки — 60—500 тыс., нематоды — 22—103 тыс., коловратки — 13—183 тыс., веслоногие рачки — 2—173 тыс., ветвистоусые — 2—70 тыс. экз/м². Общая биомасса микро- и мезобентоса чаще всего составляла 1,1—3,1 г/м² (В. В. Гурвич). Эти величины уже сопоставимы с таковыми для основных групп «мягкого» макробентоса — олигохет и личинок хирономид. Однако коэффициенты продуцирования микробентических животных во много раз больше. Если для макробентических они равны 4—6, то для микробентических рачков, коловраток, инфузорий составляют от 10 до 60. Это убедительно говорит о большом значении микробентоса в формировании общей величины продукции бентоса.

Отметим некоторые особенности состава макробентоса и его численности в днепровских водохранилищах. Во всех водохранилищах в процессе формирования бентоса, кроме личинок хирономид и олигохет, большое значение имеет дрейссена, входящая в состав не только биоценозов обрастаний, псаммофильных, но и пелофильных биоценозов малых и средних глубин. В новых, «молодых» водохранилищах (Днепродзержинском, Кременчугском) преобладает *Dreissena polymorpha*, в давно существующих (Днепровском, Каховском) — более пелофильная *D. bugensis* (Г. А. Оливари; Лубянов, 1959).

В состав псаммофильного биоценоза прибрежий Каховского водохранилища прочно вошел акклиматизированный здесь бокоплав *Pontogammarus maoticus*, а в состав нектобентоса заиленных песчаных грунтов на средних глубинах — мизиды: *Paramysis sarsi* и *Mesomysis kowalewskyi*. Видовой состав прижившихся в Каховском водохрани-

лице представителей каспийской фауны довольно разнообразен (Цееб, Ролл, Зеров та ін., 1964).

В составе пелофильных биоценозов на глубоких участках Днепроовского и Каховского водохранилищ доминирующей группой становятся олигохеты, в отдельных случаях формирующие биомассу до 100 г/м^2 . На малых и средних глубинах биомасса бентоса, по данным сравнительных исследований 1963 г., увеличивается в водохранилищах вниз по каскаду: в Кременчугском — 50,1, в Днепроовском — 84,2, Каховском — $234,6 \text{ г/м}^2$ (в основном за счет дрейссены). В Каховском водохранилище, после периода снижения величины биомассы бентоса (1959 г.), в 1963—1964 гг. она снова возросла (не только за счет олигохет и дрейссены, но и личинок хирономид) до $18\text{—}20 \text{ г/м}^2$. Средняя биомасса личинок хирономид и олигохет за последние восемь лет в Каховском водохранилище по основным его участкам в летний период изменялась так (г/м^2):

	1956	1957	1959	1963	1964
Конский участок	6,31	11,15	1,65	15,07	10,87
Средний »	8,37	3,78	1,56	7,51	16,1
Нижний »	4,35	5,34	2,10	3,4	6,3

ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И ЕЕ ФАУНА

Лучшие условия для развития водной растительности и фитофильной фауны в водохранилищах, где мелководья глубиной до 2 м занимают 30—40% всей площади (см. таблицу). Процесс формирования зарослей водной растительности длится многие годы (10—15 лет) и затрудняется большой амплитудой колебания уровней, особенно в Каховском и Кременчугском водохранилищах.

Установлено несколько стадий формирования растительности (К. К. Зеров). Первая стадия — период заполнения водохранилища. Для этой стадии характерны следующие явления: отмирание мезофитной и ксерофитной растительности лугов в условиях залития; вегетация и отмирание затопленной древесной и кустарниковой растительности; вегетация ряда растений болотистых лугов и болот и постепенное их отмирание; вегетация и отмирание на глубине, значительно превышающей обычную глубину распространения, прибрежно-водной и водной растительности, которая произрастала в русле Днепра, водоемах придаточной системы, затопленных водоемах надпойменных террас и устьевых участках притоков («переживающая растительность»); массовое развитие, главным образом в укрытых местах, свободноплавающих растений, отличающихся способностью к быстрому вегетативному размножению (ряски, спироделла, роголистник, пузырчатка, телорез, водокрас и др.); начало заселения мелководных участков водохранилищ укореняющимися водными растениями — «новыми поселенцами». Сроки прохождения этой стадии для водохранилища в целом определяются режимом его заполнения; на днепровских водохранилищах они составляли от одного (Каховское) до четырех (Днепроовское) лет.

Вторая стадия — период вегетации растительности от заполнения водохранилища до завершения формирования устойчивых растительных группировок. Для этой стадии характерны: полное отмирание затопленной сухопутной растительности, отмирание прибрежно-водной и водной растительности, которая развилась в тех местах, где она была до затопления, и оказалась на необычных для нее глубинах, расселение на мелководных участках водной и прибрежной растительности.

Третья стадия — развитие сформировавшихся растительных группировок на мелководьях водохранилища.

В днепровских водохранилищах, созданных за последние 12 лет, растительность в основном находится в первой и второй стадиях формирования. Только в Каховском водохранилище на более или менее значительных площадях заросли тростника у островов Большие Кучугуры вступили в третью стадию. Интенсивно развивается водная растительность в Самарском заливе Днепровского водохранилища. В результате в этом заливе «цветение» воды не выражено. Такое явление антагонизма в степени развития фитопланктона и зарослей высшей водной растительности давно известно и находит объяснение в использовании последней биогенных веществ. Однако значительную роль при этом играет фитонцидная активность высшей растительности. Так, в опытах, проведенных сотрудниками Института микробиологии АН УССР, показана фитонцидная активность целого ряда видов водной и наземной растительности в отношении сине-зеленых водорослей.

Заросшие мелководья водохранилищ являются источником растительного детрита, имеющего большое значение в питании водных беспозвоночных и рыб. Вследствие этого в зонах зарослей развиваются специфические сообщества зарослевой фауны, состоящие из фитофильных личинок хирономид, олигохет-наидид, моллюсков и др., а также планктонных сообществ с преобладанием некоторых видов кладочер из хидорид, сидид и некоторых дафнид — *Ceriodaphnia*, *Sida*, *Simocephalus* и др. Биомасса зоопланктона в зарослях значительна — 22—50 г/м³, а в период вспышки трофии в Кременчугском водохранилище она достигала 100—500 г/м³. Велика также биомасса фитофильной и донно-фитофильной фауны на растениях — 10—100 и до 150 г/кг растений (Л. Н. Зимбалевская). В многоводные годы количественное развитие фитофильных сообществ угнетается. Отрицательно сказывается и большая сработка уровня, сопровождаемая заморными явлениями и промерзанием дна. В итоге задерживается развитие фитофильных биоценозов и прибрежной фауны, происходит ее обеднение, в частности за счет отмирания в таких местах гаммарид, мизид, дрейссены.

Летняя сработка уровня, если она происходит начиная с июля, способствует частичному восстановлению луговой и лугово-болотной растительности — фитоценозов полевицы, ситняга, пырея, мятлика, зубровки и некоторых других растений, используемых при весеннем их заливании рыбами для откладки икры (П. Г. Сухойван, И. Л. Корелякова). Постоянство уровней вызывает гибель указанной растительности.

ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ РЫБ В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ РЕКИ И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ

Зарегулирование и уменьшение стока Днепра отрицательно сказались на условиях существования рыб и рыбном промысле низовьев Днепра и Днепровско-Бугского лимана. Нерестовые ареалы проходных рыб — осетра и сельди (исключая приустьевую ее форму) — сократились более чем в три раза; они стали размножаться ниже Каховской ГЭС, но эффективность размножения резко снизилась. Только в очень многоводный 1958 г. эффективность нереста была близкой к таковой до зарегулирования. Благодаря этому в 1961—1962 гг. уловы сельди увеличились (поколение 1958 г.).

О зависимости интенсивности нереста от количества воды в реке говорят такие данные: в маловодные годы по сравнению с 1958 г. число икринок сельди в 1 м³ сократилось в 20 раз. Количество икринок

осетра, выметанных на основных его нерестилищах, в маловодном 1961 г. было в 34 раза меньше, чем в 1958 г. В последние шесть лет эффективность размножения осетра настолько мала, что ни в реке, ни в Днепровско-Бугском лимане не поймано ни одного сеголетка, несмотря на специальные поиски.

Снижение интенсивности размножения проходных рыб происходит, главным образом, вследствие нарушений в развитии половых продуктов и их вымета, а также большой гибели личинок. Возможно, что причиной этого является снижение жизнестойкости личинок, появившихся от тех производителей, у которых произошли нарушения в развитии половых продуктов.

Ухудшились условия размножения той части стада полупроходных рыб, которая для нереста поднималась вверх по реке (по данным К. С. Бугая); снизилась и интенсивность их размножения. Произошло это по той причине, что многие полои перестали заливаться, а следовательно, для ряда видов рыб исчезли и лучшие нерестовые участки. Непостоянство гидрологического режима ведет к нарушению процесса нереста у многих самок основных промысловых видов — леща, тарани и др., у которых наступает перерождение икры. Уже отложенная икра часто в массовом количестве обсыхает и гибнет. Ухудшились условия существования личинок. В результате этого в низовьях реки урожайность молоди почти всех видов рыб (по данным С. Г. Залуми) значительно снизилась. Средняя за ряд лет урожайность молоди леща здесь сократилась в семь раз, тарани — в два раза, по сравнению с естественным состоянием. Больше всего зарегулирование стока сказалось на урожайности чехони: молодь ее почти исчезла. Соответственно упали и промысловые уловы этой рыбы (около 100 ц в 1964 г.). Однако рыбец проявил большую экологическую пластичность: в маловодные годы он стал откладывать икру на больших глубинах, на россыпях мертвой ракуши (там же, где и осетр).

Общей реакцией на изменение условий размножения у проходных и полупроходных рыб было смещение срока начала нереста и резорбция икры у многих самок при отсутствии подходящего нерестового субстрата, резком падении уровня, изменении скорости течения и температуры в период нереста. При этом наблюдались не только большая потеря икры, но и снижение качества выметанной икры и выживаемости на ранних этапах развития.

Изучение изменений в биологии рыб, гидрохимическом и биологическом режиме низовьев Днепра и Днепровско-Бугского лимана послужило основанием для прогноза по этим вопросам, разработанного Институтом гидробиологии АН УССР и представленного заинтересованным организациям. Относительно Днепровско-Бугского лимана выдвинуто предложение об изоляции его от моря путем постройки плотины у Очакова. Это предотвратит осолонение лимана, позволит увеличить его рыбопродуктивность и накопление запасов пресной воды, необходимой для орошения и водоснабжения окружающих районов низовья Днепра (Владимиров, Сухойван, Бугай, 1963; Алмазов, 1965).

Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Днепра приведет к значительному росту рыбной продукции. В одном Каховском водохранилище добывается свыше 80 тыс. ц рыбы в год (40 кг/га); при осуществлении соответствующих рыболовных и мелиоративных мероприятий рыбопродукция достигнет 50 ц/га и более. Ихтиологические исследования на водохранилищах были направлены в основном на выяснение условий размножения, его эффективности и изменений в биоло-

гии рыб в зависимости от факторов среды, а также закономерностей формирования популяций рыб и на разработку биологического обоснования мер по охране и воспроизводству рыбных запасов (П. Г. Сухойван, А. Ф. Ляшенко), в частности метода искусственных нерестилищ типа гнезд (Н. Д. Белый). Изучалось питание рыб на всех возрастных стадиях (О. И. Кудринская, Г. Л. Мельничук, Г. Я. Зайцева).

По данным П. Г. Сухойвана, в Каховском водохранилище в первые пять лет условия естественного воспроизводства рыб были хуже, чем в Кременчугском. Хорошие условия в последнем объясняются обилием мелководных участков в верхней его части, наличием ряда притоков (рр. Сула, Цибульник, Ольшанка, Рось, Супой) сохранением пойменного режима, особенно в верховьях в связи с открытой вершиной и легкой сработкой уровня (0,5—1,0 м), а также меньшими суточными колебаниями уровня воды в период нереста и инкубации икры. В Кременчугском водохранилище на нерестилищах менее выражены сгонно-нагонные явления и взмучивание воды, отрицательно действующие на икру и личинок рыб. Площадь мелководий с глубинами до 2 м, где в основном происходит развитие растительности, нерест рыб и нагул их молоди, в Кременчугском водохранилище в три раза больше, чем в Каховском. Суточные колебания уровня воды в нерестовый период на верхних нерестовых участках в первом водохранилище достигали 5—10 см, во втором — 20—25 см. В Каховском водохранилище нерестилища затопляются несколько позже и более холодными водами, соответственно чему и нерест рыб здесь наблюдается позднее.

Нерест рыб в верхней части Кременчугского водохранилища начинается на 5—10 дней раньше, чем в Каховском. Однако температура воды, при которой начинается и заканчивается икрометание, остается одинаковой; только у щуки и язя в Каховском водохранилище наблюдался нерест при более высоких температурах.

Из явлений общего характера отмечены следующие. По сравнению с рекой в естественном состоянии, в водохранилищах значительно улучшился темп роста рыб, их половое созревание ускорилося на один-два года. В Кременчугском водохранилище плодовитость рыб увеличилась; в Каховском, наоборот, имело место массовое перерождение невыметанной икры и уменьшение плодовитости (синец, щука, сазан, отчасти — лещ, густера). В многоводные годы рост и плодовитость рыб заметно снижаются, наблюдается ухудшение условий нереста и питания личинок, вследствие чего в такие годы снижается урожайность молоди почти всех видов рыб.

У рыб с порционным икрометанием (сазан, густера, карась, линь) наблюдалось снижение показателя порционности. Нарастание численности и формирование промысловых стад шло быстрее у малоценных видов, имеющих более высокую исходную численность, раньше созревающих, менее требовательных к условиям среды в период размножения и в большинстве своем являющихся порционно-икромечущими. Условия размножения в верхних частях водохранилища лучше, чем в нижних.

В первые пять лет существования водохранилищ преобладает поколение первого года затопления (от 35—40 до 80—95%). В условиях днепровских водохранилищ более приспособленными к размножению являются рыбы со средними сроками нереста, с продолжительным его периодом и нерестующие на относительно большей глубине (от 20—30 до 150 см и более) — лещ, судак, густера, уклея, плотва. Менее приспособленными являются виды с наиболее ранними сроками нереста

и коротким нерестовым периодом (щука, язь, синец), а также виды с наиболее поздними сроками и очень продолжительным периодом икрометания (сазан, карась, линь). Эти виды откладывают икру на самых мелких местах, и она больше подвержена губительному действию колебаний уровня.

Институтом проведены большие работы по разработке и внедрению метода искусственных нерестилищ типа гнезд (Н. Д. Белый). Метод прошел специальную опытную проверку и принят межведомственной комиссией. В целях охраны естественного воспроизводства рыб даны обоснования к установлению заказников, запретных сроков и мест лова, новой промысловой меры на рыб, внесены предложения по мелиорации мелководий, по спасению молоди ценных видов рыб из остаточных водоемов осушаемой зоны водохранилищ.

Для улучшения условий естественного воспроизводства рыбных запасов в водохранилищах очень большое значение имеет рекомендованная ранее институтом летняя сработка уровня водохранилищ (Владимиров, 1953; Владимирова, Сухойван, Бугай, 1963). В Каховском и Кременчугском водохранилищах в годы с летней сработкой уровня условия для размножения большинства фитофильных рыб значительно улучшались и урожайность молоди этих рыб была гораздо выше, чем в годы без летней сработки уровня.

ЛИТЕРАТУРА

- Алмазов А. М. 1965. Ожидаемые изменения солености воды устьевых областей Днепра и Южного Буга при зарегулировании и сокращении стока. Гидробиол. ж., 1, 6.
- Его же. 1966. Изменение водного стока Днепра после сооружения водохранилищ и каналов (в печати).
- Алмазов А. М., Владимирова В. И., Топачевский А. В., Цеев Я. Я. 1966. Материалы VII Сессии смешанной комиссии по применению соглашения о рыболовстве в водах Дуная. Изд-во «Наукова думка», К.
- Бершова О. I. 1950. Мікробіологічне дослідження середнього Дніпра. Мікробіол. ж., 2.
- Битюков Э. П. 1965. О формировании зоопланктона в условиях повышенной проточности Новосибирского водохранилища. Гидробиол. ж., 1, 5.
- Владимиров В. И. 1953. Условия размножения рыб в нижнем Днепре и прогноз воспроизводства их запасов в связи со строительством Каховского водохранилища. Тр. Ин-та гидробиол. АН УССР, 1.
- Владимиров В. И., Сухойван П. Г., Бугай К. С. 1963. Размножение рыб в условиях зарегулированного стока реки. Изд-во АН УССР, К.
- Горбунов К. В. 1965. Основные черты изменения природного комплекса водоемов дельты и авандельты р. Волги. Гидробиол. ж., 1, 3.
- Денисова А. И. 1965. Особенности гидрохимического режима Кременчугского водохранилища в подледный период. Гидробиол. ж., 1, 4.
- Денисова О. I., Майстренко Ю. Г. 1962. Гідрохімія Каховського водоймища. Вид-во АН УРСР, К.
- Денисова А. И., Майстренко Ю. Г. 1966. Влияние зарегулирования Днепра на сток биогенных и органических веществ в нижние бьефы водохранилищ. Гидробиол. ж., 2, 1.
- Зенин А. А. 1965. Гидрохимия Волги и ее водохранилищ. Гидрометеиздат, М.
- Карпевич А. Ф. 1965. Изменение продуктивности Азовского моря в условиях зарегулированного стока рек. Современное состояние Азовского моря. Гидробиол. ж., 1, 2.
- Красильников Н. А. 1966. Ядохимикаты: плюсы и минусы. Природа, 1.
- Лубянов И. П. 1959. О состоянии донной фауны Днепровского водохранилища. Биол. основы рыбн. х-ва. Тр. Всес. сов. по биол. осн. рыбн. хоз-ва, Томск.
- Майстренко Ю. Г. 1965. Органическое вещество воды и донных отложений рек и водоемов Украины. Изд-во «Наукова думка», К.
- Мельников Г. Б. 1952. Зоопланктон нижнего Днепра в связи с влиянием плотины Днепрогэса и прогнозы его развития в водохранилищах Каховского гидроузла. Вестн. ин-та гидробиол. Днепрпетр. гос. ун-та, 9.
- Его же. 1965. Развитие зоопланктона в каскаде водохранилищ на малой реке. Мат-лы зоол. совещ. по проблеме «Биол. осн. реконстр., рацион. исп. и охр. фауны Евр. ч. СССР», Кишинев.

- Его же. 1966. Закономерности формирования зоопланктона в равнинных водохранилищах СССР. Гидробиол. ж., 2, 2.
- Мережко А. И. 1965. Влияние аминокислот на рост и развитие *Anabaena variabilis* в культуре. Гидробиол. ж., 1, 2.
- Мордухай-Болтовской Ф. Д. 1955. К вопросу о формировании бентоса в крупных водохранилищах (на примере Рыбинского водохранилища). Зоол. ж., 34, 5.
- Нахшина Е. П. 1965. Гидрохимический режим рек бассейна Верхнего Днепра. Автореф. канд. дисс., К.
- Печень Г. А. 1965. Продукция ветвистоусых ракообразных озерного зоопланктона. Гидробиол. ж., 1, 4.
- Ролл Я. В. 1940. Спроба районування Дніпра за складом його фітопланктону. Вісн. АН УРСР, 10.
- Свиренко Д. О. 1948. О нижнем Днепре и влиянии на его фитопланктон Днепровской плотины. Научн. зап. Днепроп. гос. ун-та, 32, Сб. библиоф. ф-та.
- Сысueva А. Ф. 1963. Микробиологические исследования Кременчугского водохранилища в период его становления. Автореф. дисс., К.
- Федий С. П. 1965. О теории и практике улучшения санитарно-гидробиологического режима водоемов УССР. Гидробиол. ж., 1, 4.
- Цееб Я. Я. 1962. О некоторых общих закономерностях формирования гидробиологического режима Каховского водохранилища. Тр. Зон. совещ. Изд-во АН МССР, Кишинев.
- Его же. 1962. Вплив зарегулювання стоку на зоопланктон пониззя Дніпра. Гідрохім. та біол. режими пониззя Дніпра після спорудж. Каховського водоймища. Вид-во АН УРСР, К.
- Цееб Я. Я., Ролл Я. В., Зеров К. К. та ін. 1964. Каховське водоймище. Гідробіологічний нарис. Вид-во АН УРСР, К.
- Шушкина Э. А. 1966. Соотношение продукции и биомассы зоопланктона озер. Гидробиол. ж., 2, 1.

Поступила 20.XII 1965 г.

REGULARITIES IN THE CHANGES OF THE HYDROLOGICAL, HYDROCHEMICAL AND HYDROBIOLOGICAL REGIMES OF THE DNIEPER RIVER ON FLOW-OFF REGULATION AND THEIR EFFECT ON FISH BIOLOGY AND THE SANITARY STATE OF THE RESERVOIR

Y. Y. TSEYEB, A. M. ALMAZOV, V. I. VLADIMIROV

(Institute of Hydrobiology, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev)

Summary

The results are presented of investigations, conducted for many years (1955—1965), on the Dnieper River and its reservoirs. Changes have been found in the nature of the flow-off as a result of the construction of water-power plant dams, in particular, under the effect of flow-off curtailment in the lower reaches of the Dnieper and Dnieper — Bug estuaries. It is shown that changes have occurred in the biological productivity (fish productivity) of these basins — the fish catch being reduced to about one — half. In the reservoirs created on the Dnieper the fish catch will increase by 6—7 times after their completion.

The regularities in the changes of hydrochemical flow-off, plankton flow-off, peculiarities of formation of the hydrochemical and biological regime of the reservoirs (bacterio-, phyto-, zooplanktonic, bacterio-, phyto-, zoobenthic) are discussed in the paper.

The results are presented of investigations on fish reproduction in the Kremenchug and Kakhovka reservoirs. The causes and conditions for summer and winter asphyxia of fish and for changes in the sanitary state of the reservoirs are also considered.