

УДК 626.88

ВЛИЯНИЕ КРУПНЫХ МАШИНЫХ ВОДОЗАБОРОВ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Н.Е.Сальников, Л.П.Фильчагов
(ВНИРО)

Каховское водохранилище, образованное в 1955 г., — одно из крупнейших в Днепровском каскаде. Его площадь — 215,5 тыс.га, объем воды — 18,2 км³. Это глубоководный водоем (зоны с глубинами до 2 м составляют около 13 тыс.га, или 6% его акватории) с большим количеством заливов, образовавшихся на местах бывших балок и долин степных рек.

Первоначально Каховское водохранилище имело энергетическое значение, но широкое развитие мелиорации земель степной зоны Украины, где оно расположено, привело к тому, что водохранилище из энергетического стало ирригационным. Для него характерны постоянные высокие (близкие к НПУ) весенне-летние уровни воды, необходимые для обеспечения нормальной работы ирригационных водозаборов. Сработка уровня воды проводится здесь в осенне-зимний период.

Стабилизация уровня воды в весенне-летний период отрицательно повлияла на воспроизводство рыбных запасов Каховского водохранилища, что в свою очередь отразилось на уловах (табл. I). Кроме того, снижение уловов вызвано нерациональным промыслом, недостаточным объемом рыбоводно-мелиоративных работ и пр.

Как видно из табл. I, в последние годы в уловах уменьшается количество рыб-фитофилов (сазан, лещ, густера и др.) и увеличивается количество пелагофилов (тюлька, сельдь). На воспроизводство промысловых рыб и их численность отрицательно влияют загрязнение водохранилища промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками и возрастающее с каждым годом изъятие воды на нужды промышленности и сельского хозяйства. Если до недавнего времени из Каховского водохранилища изымалось всего около 1 км^3 воды в год, то в ближайшей перспективе будет изыматься около 4 км^3 . Основным потребителем воды становится сельское хозяйство. Водой водохранилища уже орошается около 700 тыс. га земель, и площади орошаемых земель ежегодно увеличиваются. В частности, строится Каховская оросительная система общей площадью более 600 тыс. га; в зоне действия Северо-Крымского канала к имеющимся 183 тыс. га орошаемых земель в ближайшее время добавится еще 80 тыс. га; заканчивается строительство Северо-Рогачикской оросительной системы площадью около 100 тыс. га и др. Увеличение орошаемых площадей, естественно, повлечет за собой дополнительное изъятие воды из водохранилища.

Самыми мощными водозаборами ирригационных систем на Каховском водохранилище являются самотечный Северо-Крымский канал (СКК), головное сооружение которого рассчитано на пропуск более $300 \text{ м}^3/\text{с}$ воды, и головные насосные станции (ГНС) Каховской и Северо-Рогачикской оросительных систем, рассчитанные на подачу соответственно 530 и $56 \text{ м}^3/\text{с}$ воды.

С забираемой из водохранилища водой в системы выносятся не только молодь, но и взрослая рыба.

Исследование влияния крупных машинных водозаборов на рыбное хозяйство и явилось целью нашей работы.

Исследования проводились в 1974 - 1976 гг. на водозаборах Каховской и Северо-Рогачикской оросительных систем, расположенных на разных участках Каховского водохранилища и имеющих различные технические и конструктивные решения.

Т а б л и ц а I

Вылов рыбы в Каховском водохранилище
и его рыбопродуктивность

Показа- тели	Годы									
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Вылов, тыс.ц	94,8	88,5	74,0	79,7	84,7	99,6	86,1	88,8	74,2	72,1
леща	43,7	37,6	38,8	28,8	27,0	33,7	22,6	15,0	24,9	21,4
судака	9,4	11,4	12,7	15,1	10,4	6,0	7,6	6,7	10,0	4,6
плотвы	0,5	0,8	1,0	4,6	8,0	6,7	9,0	4,8	5,4	3,8
густеры	4,0	2,6	0,9	1,3	1,2	1,4	1,2	0,6	0,9	0,4
тютлики	27,2	27,0	15,0	25,6	34,4	48,3	43,3	60,0	30,5	40,0
Рыбопро- дуктив- ность, кг/га	43,9	41,0	34,3	37,0	39,3	46,2	39,9	41,2	34,4	33,4

ГНС Каховской оросительной системы находится в нижней (приплотинной) части водохранилища, ГНС Северо-Рогачикской — в его средней (озеровидной) части. В Каховскую систему вода забирается с глубины 16 м, из придонных слоев, в Северо-Рогачикскую — из прибрежной зоны и подается к водозабору по подводному каналу. В зоне Каховского водозабора есть нерестилища, в зоне Северо-Рогачикского — нет. В период исследований ГНС Каховской системы забирала от 5 до 60 м³/с воды, а ГНС Северо-Рогачикской — от 3,5 до 20 м³/с. Каховская оросительная система оборудована рыбозащитным устройством типа

воздушно-пузырьковой завесы, Северо-Рогачикская - зонтичным рыбозащитным устройством.

Каховская оросительная система - крупнейшая в Европе - расположена в Херсонской области. Площадь орошения земель первой очереди составляет 260 тыс.га. Вода для полива забирается ГНС из залива Валы-Валы и подается на высоту 25 м в магистральный канал шириной 90 м и глубиной около 9 м. Канал работает круглый год. Для предупреждения попадания рыбы в насосные агрегаты перед ГНС установлено опытно-производственное рыбозащитное устройство (РЗУ) типа воздушно-пузырьковой завесы (ВПЗ) и состоящее из компрессорной станции производительностью более 100 м³/мин, трубопровода сжатого воздуха длиной более 800 м и двух параллельно идущих перфорированных труб диаметром 150 мм и длиной 275 м с расположенными на расстоянии 400 мм одно от другого отверстиями диаметром 2 мм. Отверстия одной трубы смещены относительно отверстий другой трубы на полшага. Трубы проложены по дну аванкамеры водозабора.

Принцип защиты ВПЗ состоит в том, что выходящие из трубопровода пузырьки воздуха образуют звуковой фон, отпугивающий рыбу (Кузнецов, 1968). Кроме того, воздушная завеса, образуемая восходящими пузырьками воздуха, воспринимается рыбой как видимая преграда (Павлов, Пахорук, 1973).

В процессе натурных и лабораторных исследований было выяснено, что при прохождении зоны действия ВПЗ рыба, особенно молодь, подхватывается сильными восходящими воздушно-водяными потоками, образующимися здесь, и выносится в поверхностные горизонты воды. В месте выноса молоди необходимо предусматривать строительство специального рыбоотвода.

ВПЗ на водозаборе Каховской оросительной системы работает в течение всего поливного сезона и отделяет аванкамеру ГНС от зал.Валы-Валы.

Площадь этого залива - около 50 га. Как показали контрольные ловы сетями, волокушами, ловушками и другими орудиями, здесь обитают представители 33 видов рыб, в том числе 20 промысловых. Концентрация разных видов, особенно молоди, на разных участках залива неодинакова. Кроме того, она претерпевает существенные сезонные и годовые изменения (табл.2, 3).

Концентрация молоди рыб в Каховском водохранилище у водозабора Каховской оросительной системы
на глубине до 1 м (в шт./100 м³ воды)

Биотоп	Лещ			Густера			Плотва			Прочие ценные рыбы			Малоценные рыбы			Число ловов		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
<u>1974 г.</u>																		
I	-	18,4	7,1	-	0,7	1,1	-	0,4	3,0	-	-	-	-	539,9	710,6	-	5	4
II	-	-	4,7	-	1,7	0,1	-	1,2	30,1	-	-	0,2	-	329,7	675,5	-	11	19
III	-	23,7	22,6	-	-	22,2	-	7,5	33,3	-	2,7	1,1	-	1041,0	723,7	-	6	8
IV	-	42,8	12,6	-	13,7	7,2	-	4,9	3,7	-	11,5	3,7	-	1848,0	672,0	-	7	17
Средняя	-	21,2	11,8	-	4,0	7,6	-	3,5	17,5	-	3,6	1,3	-	939,6	695,5	-	-	-
<u>1975 г.</u>																		
I	-	3,5	-	-	1,5	-	6,0	19,6	19,7	-	-	-	268,5	83,7	71,8	1	9	6
II	5,7	5,9	3,6	-	1,2	0,4	20,7	29,5	22,9	0,9	0,7	0,1	367,8	143,9	115,3	5	19	14
III	0,2	6,3	1,1	0,4	8,8	-	3,4	53,2	38,7	0,2	0,4	3,3	169,7	222,5	163,3	7	12	8
IV	46,3	24,7	3,7	4,1	2,2	-	17,5	29,2	16,0	17,0	2,3	-	1846,1	121,0	450,8	9	11	5
Средняя	13,1	10,1	2,1	1,1	3,4	0,1	11,9	32,9	24,3	4,5	0,9	0,8	663,0	142,8	197,8	-	-	-
<u>1976 г.</u>																		
I	-	2,2	0,7	-	-	-	1,1	25,7	21,0	-	-	-	29,6	170,3	161,7	6	14	8
II	1,2	8,7	18,4	1,5	10,5	2,8	10,5	89,5	72,0	-	-	-	76,5	393,5	321,9	12	24	16
III	-	-	-	-	-	-	3,7	15,0	5,2	-	-	-	44,5	732,5	157,0	9	18	12
IV	5,5	59,0	389,6	3,5	21,4	122,5	23,5	149,2	475,5	7,5	10,3	17,6	62,8	1602,7	1961,0	9	21	12
Средняя	1,7	17,5	102,2	1,3	8,0	31,3	9,7	69,8	143,4	1,9	2,6	4,4	53,3	724,7	650,4	-	-	-

Т а б л и ц а 3

Концентрация молоди рыб в Каховском водохранилище у водозабора Каховской оросительной системы
на глубине до 3 м (в шт./100 м³ воды)

Биотоп	Лещ			Густера			Плотва			Прочие цен- ные рыбы			Малоценные рыбы			Число ловов		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
<u>1974 г.</u>																		
I	-	1,3	0,2	-	-	-	-	3,4	0,1	-	-	-	-	24,2	84,4	-	9	4
II	-	2,6	0,2	-	0,1	0,1	-	7,4	0,3	-	0,2	0,0	-	46,8	34,7	-	15	17
III	-	1,2	0,1	-	-	0,1	-	3,3	1,4	-	-	0,8	-	49,1	25,5	-	6	6
IV	-	1,5	1,3	-	0,8	1,0	-	2,9	3,0	-	-	2,1	-	69,2	87,1	-	9	11
Средняя	-	1,7	0,4	-	0,2	0,3	-	4,2	1,2	-	0,1	0,7	-	47,3	57,9	-	-	-
<u>1975 г.</u>																		
I	-	1,1	0,1	0,4	0,7	-	1,2	25,8	3,7	-	0,1	0,1	62,3	41,6	41,9	2	12	6
II	0,1	0,5	0,9	1,5	0,1	0,3	2,5	23,6	6,2	0,1	0,2	0,2	23,0	13,9	29,4	5	27	11
III	3,0	0,3	1,8	0,6	0,1	0,6	2,4	2,9	92,1	0,5	0,1	0,9	64,5	14,2	146,9	3	9	8
IV	24,4	5,2	13,5	7,9	1,0	-	28,3	28,3	7,9	3,6	0,4	0,3	176,9	28,9	192,1	4	8	4
Средняя	6,8	1,8	4,1	2,6	0,7	0,2	8,6	20,4	27,5	1,0	0,2	0,4	79,2	24,6	102,6	-	-	-
<u>1976 г.</u>																		
I	-	0,8	0,5	-	-	-	1,0	5,8	104,0	-	-	-	9,0	12,5	266,3	6	14	10
II	0,4	1,4	32,1	0,3	0,4	0,1	2,8	10,6	309,7	0,2	0,1	0,0	18,0	105,5	383,1	12	32	16
III	-	-	-	-	-	-	0,1	1,2	1,7	-	-	-	6,0	13,1	23,9	6	21	6
IV	1,8	5,2	28,1	0,9	0,8	0,3	7,6	49,1	216,1	1,1	4,1	8,6	21,8	122,2	853,2	9	18	12
Средняя	0,6	1,8	14,7	0,3	0,3	0,1	2,7	16,7	157,9	0,3	1,0	2,1	13,7	63,3	381,6	-	-	-

Учет распределения и особенностей образования скопления молоди рыб необходим для правильного выбора места водозабора. В связи с этим в зал.Валы-Валы проводились регулярные ловы рыбы: на глубине до 1 м — "тканкой" (длина 10 м, высота 1 м, кутец из мельничного напронового сита № 9), на глубине до 3 м — волокушей (длина 25 м, высота 3 м, безузловая дель с шагом ячеи в кутце 3 мм, в крыльях 5 и 7 мм).

Число рыб в улове пересчитывали на объем процеженной через орудие лова воды и приводили к единому показателю — содержанию рыбы в 100 м³, что дает возможность сравнивать уловы различными орудиями.

Основу уловов "тканкой" и волокушей составляли рыбы малценных и непромысловых видов (см.табл.2, 3).

Зоны водохранилища с глубинами более 3 м облавливались тралом. В уловах присутствовала лишь тюлька и молодь уклей.

Проведенные морфометрические, гидрологические и биологические исследования показали, что в зал.Валы-Валы, откуда забирается вода, можно выделить шесть различных биотопов (рис.1).

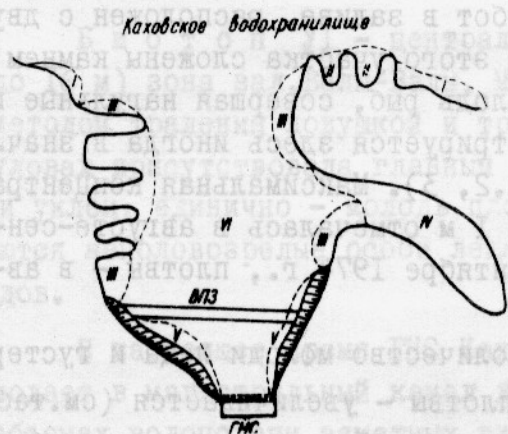


Рис.1. Схема участка водохранилища в зоне водозабора Каховской оросительной системы. Римскими цифрами обозначены биотопы

Биотоп I представляет собой мелководную (глубина до 3 м), хорошо прогреваемую отмель площадью более 1 га, расположенную с обеих сторон горловины залива. При ветре вода здесь сильно вмучивается, летом в штиль и жару обильно "цветет" сине-зелеными водорослями. На этом участке нет высшей растительности, что исключает возможность нереста фитофильных рыб. Однако биотоп служит местом нагула молоди и взрослых особей промысловых и непромысловых рыб (лещ, плотва, густера, овсянка, уклей и др.). Распределение молоди рыб по

глубинам неравномерно: большая ее часть держится в прибрежной зоне; меньшая - в более глубоководных участках. Иногда концентрация рыбы увеличивается и в глубоководной зоне. Например, плотва в августе-сентябре 1976 г. концентрировалась на глубинах до 3 м (см.табл.2, 3)

Б и о т о п II объединяет мелководные зоны (глубина до 3 м) площадью около 5 га, огражденные волнозащитными каменными "шпорами". Дно твердое, песчаное, местами каменистое. На этом участке в отличие от биотопа I молодь рыб держится на протяжении всего года и концентрации ее здесь несколько выше (см.табл.2, 3). Количество молоди уменьшается по мере увеличения глубины и возрастает от весны к лету, а затем к осени снова уменьшается (см.табл.2, 3).

Постоянное присутствие здесь разновозрастной молоди рыб - свидетельство того, что на заросших водной растительностью участках этого биотопа размножаются в основном порциононерестующие виды - карась, густера, уклея и др.

Б и о т о п III - небольшой глубоководный участок водохранилища (площадь менее 1 га, глубина 6 м), образовавшийся в период дноуглубительных работ в заливе, расположен с двух сторон зал.Валы-Валы. Берега этого участка сложены камнем и щебнем, уклон дна крутой. Молодь рыб, совершая нагульные и зимовальные миграции, концентрируется здесь иногда в значительных количествах (см.табл.2, 3). Максимальная концентрация леща в зонах глубиной до 1 м отмечалась в августе-сентябре 1974 г. густеры - в сентябре 1974 г., плотвы - в августе 1975 г.

С увеличением глубины количество молоди леща и густеры резко уменьшается, а молоди плотвы - увеличивается (см.табл.2, 3). Общее количество молоди на этом биотопе значительно меньше, чем на биотопе II (см.табл.2, 3). В период исследований нереста рыб ценных промысловых видов на биотопе III не отмечено.

Б и о т о п IV - естественный участок зал.Валы-Валы, не затронутый строительством. Дно - илистый песок. Глубина - до 6 м. Берега покрыты кустарником и деревьями, подтопленные корни которых служат нерестовым субстратом для леща, плотвы, густеры, головля и карася, нерестующих здесь ежегодно. Этот участок водохранилища зарос надводной и погруженной раститель-

ностью (тростник, рогуз, элодея, роголистник и др.), обилие которой способствует бурному развитию кормовых организмов. По нашим данным, средняя биомасса зоопланктона на биотопе летом 1975 и 1976 г. составляла соответственно 0,38 и 0,42 г/м³, а мягкого зообентоса — 24,3 и 27,4 г/м².

Наличие нерестилища и богатая кормовая база обуславливают высокую концентрацию здесь молоди рыб всех видов на глубинах до 3 м (см. табл. 2, 3). Но основная масса молоди концентрируется, как и на других биотопах, в прибрежной зоне, распределяясь следующим образом: в вершине залива — малоценные виды (красноперка, уклей, горчак и др.), в устье — ценные промысловые (лещ, плотва и др.). Глубоководные участки используются рыбами для зимовки, что подтверждается зимними ловами.

Б и о т о п У — подводная часть бетонированной облицовки аванкамеры головной насосной станции Каховской оросительной системы, отрезанной от залива действующим РЗУ. Как показали исследования, проведенные в 1974 г., молоди рыб здесь фактически нет. В уловах единично встречались плотва и густера, но в основном — овсянка и уклей.

Б и о т о п У I — центральная глубоководная (глубина до 16 м) зона зал. Валы-Валы. Молодь рыб здесь отлавливали методом траления ловушкой и тралом на глубинах до 6 м. В уловах присутствовала главным образом молодь тюльки, сельди и уклей, единично — молодь плотвы. На этом участке нагуливаются неполовозрелые особи леща, плотвы, густеры и других видов.

В настоящее время ГНС Каховской оросительной системы подает в магистральный канал до 60 м³/с воды. При таких объемах водоподачи заметных гидрологических изменений в зал. Валы-Валы не происходит. Скорости потоков, измеренные при изучении эффективности работы РЗУ типа ВПЗ, в этой зоне не превышали 0,01–0,02 м/с. Следовательно, прямого влияния на молодь рыб водозабор не оказывает.

Эффективность работы РЗУ изучалась методом сравнения данных, полученных в результате траления конусными ловушками перед действующей ВПЗ и за ней. Траления проводились на разных глубинах ловушками (диаметр входного отверстия I и 0,6 м) из мельничного капронового сита № 9 и безузловой

дели с шагом ячеи 2 мм. Для объективной оценки полученных данных проводили контрольные траления в 300 м от водозабора в сторону водохранилища. Протяженность каждого траления составляла 250-300 м (ширина аванкамеры).

Кроме того, перед ВПЗ и за ней, выставлялось равное количество сестей с одинаковым набором ячеи (табл.4).

Т а б л и ц а 4

Концентрация рыбы в зоне действия ВПЗ в 1975 г. по уловам ловушками (в шт. на траление) и сетью (в шт. на подъем)

Орудие лова	Перед ВПЗ	За ВПЗ	Конт-роль
Ловушка			
из газа	2,5	2,2	0,2
из дели	55,4	5,4	0,8
Ставная сеть	3,92	2,62	0,9

Количественная оценка попадания рыбы в магистральный канал Каховской оросительной системы. В поток

воды, выходящий из насосов, периодически выставляли ловушку диаметром 0,6 м и длиной 2,5 м из капронового сита № 9 и ловушку 2х2 м длиной 12 м из безузловой дели с ячеей 3 мм. Время от-

бора пробы ловушкой определяли по формуле В.А.Ионаса (1966), абсолютное количество рыбы, прошедшее в верхний бьеф — по предложенной нами формуле

$$N_{абс.} = nAT/k_s$$

где n — среднее количество рыбы в уловах ловушки, экз./ч.;

T — продолжительность периода попаданий рыбы в водозабор, ч.;

A — площадь рабочего сечения водотока, м²;

k — коэффициент уловистости ловушки;

S — площадь сечения входного отверстия ловушки, м².

В результате исследований, проведенных на водозаборе Каховской оросительной системы, было выяснено, что во время работы ГНС в магистральный канал попадает большое количество молоди и взрослой рыбы. Так, в 1976 г. ее попало около 240 млн. экз., но в основном это были тилька, бычки и укля. Молоди ценных видов в магистральный канал прошло относительно немного; леща 470 тыс. экз. (270 тыс. экз. в июле), плотвы 640 тыс. экз. (400 тыс. экз. в июле), густеры 215 тыс. экз., судака 70 тыс. экз.

Наблюдения показали, что молодь рыб, проходя через насосные агрегаты, не травмируется, а попадая в верхний бьеф, рассредоточивается по всей длине магистрального канала, имею-

щего богатую кормовую базу. По нашим расчетам, на естественном корме только в магистральном канале Каховской оросительной системы может быть выращено 2,5-3 тыс.ц товарной рыбы.

Северо-Рогачикская оросительная система, занимающая сейчас 63 тыс.га, забирает воду из образованного на месте затопленных Базавлукских и Конских плавней залива площадью более 10 тыс.га. Залив мелководен (максимальные глубины 6-7 м), берега в районе водозабора подвержены абразии, поэтому ГНС Северо-Рогачикской оросительной системы была построена далеко от берега. Для обеспечения системы водой к ГНС был прорыт подводящий канал длиной более 600 м, шириной 60 м и глубиной 7 м.

Для предотвращения попадания рыбы в ирригационную сеть в голове подводящего канала насыпана земляная перемычка, отделяющая его от водохранилища. В теле перемычки уложено пять самотечных труб, каждая диаметром 1400 мм. Со стороны водохранилища на трубах установлено РЗУ типа ЗРЗ-1. Рыбозащитное устройство представляет собой зонт рамной конструкции длиной 24 м, шириной 4 м и высотой 3 м. Это РЗУ было установлено как временное сооружение, рассчитанное на пропуск 10-12 м³/с воды. С вводом дополнительных орошаемых площадей необходимо было увеличить мощность водозабора, а для этого - построить новый канал и оборудовать его комплексным РЗУ (см.статью "Выбор средств рыбозащиты на водозаборе Северо-Рогачикской оросительной системы", напечатанную в данном сборнике).

За счет абразии берегов водохранилища в воду поступает большое количество взвесей. При небольших глубинах в результате волновых явлений в зоне водозабора происходит постоянный процесс формирования дна, что практически исключает возможность произрастания водной растительности, а следовательно, и нерест рыб. Залив в основном служит местом нагула молоди, которая скатывается с нерестилищ верхней части водохранилища. Это подтверждается появлением в уловах в конце июня - начале июля сеголетков леща, судака, плотвы, густеры и других рыб. Из более ранней молоди здесь встречаются только личинки тюльки и сельди.

Исследования концентрации молоди рыб проводили по той же методике, что и на водозаборе Каховской оросительной системы.

На водохранилище у водозабора Северо-Рогачикской оросительной системы было выбрано пять пунктов (станций) на расстоянии 400 м в обе стороны от оси подводящего канала и 300-400 мм в глубь водохранилища (рис.2).

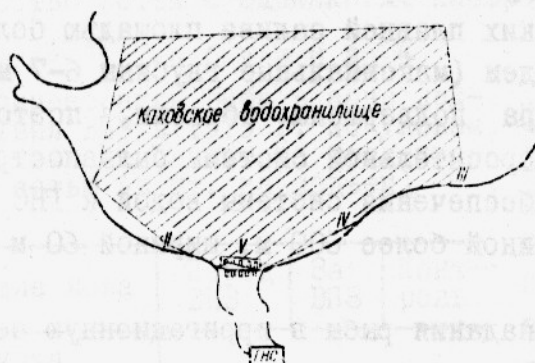


Рис.2. Схема участка водохранилища в зоне водозабора Северо-Рогачикской оросительной системы. Римскими цифрами обозначены пункты наблюдений

При выборе мест расположения станций руководствовались в основном различием береговой линии, подстилающих грунтов и удаленностью от действующего водозабора.

Станция I удалена от оси подводящего канала более чем на 300 мм. Берег пологий, песчаный, дно ровное.

Станция II располагается примерно в 100 м от оси подводящего канала. Берег крутой, подвержен переработке. Дно бугристое, неровное, глинистое.

Станция III находится на расстоянии около 70 м от оси подводящего канала.

Станция IV размещается в 350-400 м от оси подводящего канала. Берег крутой, подвержен незначительной абразии. Дно песчано-гравийное, относительно ровное.

Станция V — зона песчаной отмели, сформировавшейся у земляной перемычки подводящего канала.

Ловы молоди рыбы в прибрежной зоне глубиной до 3 м проводили "тканкой" и волокушей (табл.5, 6). В более глубоких местах тралили, но, как и в зоне Каховской оросительной системы, в траловых уловах были только молодь и взрослые особи тюльки и уклей и единично молодь сельди и плотвы.

Т а б л и ц а 5

Концентрация молоди рыб у водозабора Северо-Рогачикской оросительной системы
на глубине до 1 м (в шт./100 м³ воды)

Станция	Лещ			Густера			Плотва			Сельдь			Другие ценные промысловые рыбы			Малоценные и непромысловые рыбы			Число ловов		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
I 9 7 4 г.																					
I	-	3,8	0,2	-	1,2	1,6	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	28,3	98,2	-	4	8
II	-	0,2	0,3	-	1,1	2,8	-	1,7	11,9	-	-	-	-	0,1	1,2	-	17,5	114,4	-	10	20
III	-	7,9	3,1	-	-	4,9	-	2,5	16,1	-	-	2,4	-	0,9	0,7	-	68,7	154,4	-	6	21
IV	-	9,5	6	-	6,1	6,9	-	9,3	16,5	-	3,3	2,4	-	-	1	-	93,8	120,9	-	6	20
Средняя	-	5,4	2,4	-	2,1	4	-	3,4	11,2	-	0,8	1,2	-	0,2	0,7	-	58,1	122	-	-	-
I 9 7 5 г.																					
I	2,2	1,4	0,8	3	3,2	3	9,1	2,4	3,8	-	1,2	11,6	0,2	-	0,4	114,2	85,7	108,8	6	7	4
II	3,8	3,8	0,6	10	1,6	3,4	4,3	1,6	7,2	-	-	6,8	2	0,2	0,5	81,8	86,5	87,9	5	6	6
III	2,2	1,5	-	2,2	1,4	9,1	8,2	9	3,2	-	1,5	4,9	0,4	0,2	0,3	108	109,2	112,9	6	7	7
IV	3,8	7,25	1,4	8,8	8,2	17,6	10,7	12,2	7,7	1,5	6,9	5,4	3	2,3	0,4	175,2	125,8	85,6	3	8	7
V	1,4	9,2	2,2	6,6	4,6	2,8	17,8	8,5	16,6	-	2,7	3,6	1,4	1,8	0,4	109,8	169,2	97,8	8	13	10
Средняя	2,7	4,6	1	6,1	3,8	7,2	10	6,8	7,7	0,3	2,4	6,4	1,4	0,9	0,4	117,8	115,3	98,6	-	-	-
I 9 7 6 г.																					
I	0,75	12,2	2	1,1	9,2	4,5	6,6	14,5	2,2	-	-	-	0,2	6,8	1	41,1	186,2	60,4	5	5	4
II	1,9	10,5	1	2,2	11,8	2,6	4,1	25	2,8	-	-	0,8	0,8	2,7	-	33	74,7	50,2	3	5	5
III	1,6	2,7	1	1,6	3,3	7,4	6,8	46,6	45,8	-	0,9	10,5	1	0,3	-	68	113,4	106,8	9	10	8
IV	2,1	6,8	1,7	8,2	3	6,8	10	64,3	30,2	0,5	-	5,4	0,5	0,8	1,7	69	50,6	182,6	5	7	2
V	14,2	40,7	6	18	122,2	12,8	19,2	30,8	75,8	-	-	2,1	2,2	0,8	0,8	117,8	296,1	597	3	5	4
Средняя	4,2	14,6	2,3	6,2	29,9	6,8	9,4	36,2	31,4	0,1	0,2	3,8	1	2,3	0,8	65,8	144,9	209,4	-	-	-

Т а б л и ц а 6

Концентрация молоди рыб у водозабора Северо-Рогачикской оросительной системы
на глубине до 3 м (в шт./100 м³ воды)

Станция	Лещ			Густера			Плотва			Сельдь			Другие ценные промысловые рыбы			Малоценные и непромысловые рыбы			Число ловов		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
1974 г.																					
I	-	2,2	0,8	-	2,85	0,85	-	3,1	0,35	-	-	-	-	0,2	-	-	66,8	84,6	-	6	4
II	-	2,5	1,35	-	4,8	2,2	-	5,1	2	-	-	-	-	1,1	0,4	-	80,2	73,8	-	5	4
III	-	3	1,25	-	1,55	5,65	-	1,9	5,1	-	0,3	1,2	-	0,2	-	-	36,4	101,5	-	7	6
IV	-	3,1	1,75	-	3,7	5	-	4,7	9,3	-	0,3	3,8	-	3,5	0,1	-	64,9	107,5	-	9	5
Средняя	-	2,7	1,3	-	3,2	3,4	-	3,7	4,4	-	0,1	1,25	-	1,2	0,1	-	62,1	91,9	-	-	-
1975 г.																					
I	3,6	1,5	1,9	3,35	1,7	2,5	11,8	2,3	2,3	0,3	-	-	0,5	0,1	0,4	24,3	89,6	60,6	8	13	7
II	5,2	3,3	0,6	6,7	4,6	4,9	8,5	2,5	3,1	0,9	2,9	8,5	0,6	0,3	0,7	20,6	102,7	128,8	8	10	8
III	0,3	2,4	-	2,3	0,6	13,7	4,9	2,1	4,8	0,1	1,2	27,8	0,3	0,1	0,3	24,2		71,5	8	10	3
IV	4	5,3	1,45	4,55	5,4	5,4	7,6	8,2	5,0	0,5	2,4	9,1	0,4	0,2	0,6	38,7	152,9	59,3	7	9	7
У	3,2	4,6	0,9	4,25	6,1	7,3	4,6	5,3	3,6	0,8	0,1	10,1	2,1	2,7	0,9	25,2	35,1	65	6	7	5
Средняя	3,4	1,0	4,2	3,7	6,7	7,5	4,1	3,8	0,5	1,3	11,1	0,8	0,7	0,6	26,6	141,7	77,1	-	-	-	
1976 г.																					
I	0,3	2,2	1,6	1	2,95	2,7	2,1	12,1	7	-	0,8	0,9	0,2	0,2	0,5	14,6	25,1	21,5	5	6	8
II	1,7	1	0,8	4,3	11,3	0,7	7	10,1	3,3	-	1,7	5,1	0,6	0,9	-	30,5	31,3	35,9	6	8	5
III	0,8	1,4	0,2	1,5	0,3	0,2	2,5	4,5	8,2	-	0,8	7	0,2	0,2	-	18,4	17,4	43,8	3	11	6
IV	0,6	2,1	0,15	1,7	0,4	0,4	1,4	11,1	11,5	-	1,7	9,6	1,8	0,4	0,1	15,6	25,7	53,3	6	10	4
У	0,8	3,6	0,8	0,9	9,1	7,6	1,6	29,4	18,2	-	0,2	4	0,2	0,2	-	8,6	134,4	158,1	3	5	7
Средняя	2,1	0,7	1,9	4,8	2,3	2,9	13,4	9,6	-	1,1	5,3	0,6	0,4	0,1	17,6	46,8	62,5	-	-	-	

В результате исследований установлено, что в водохранилище, в зоне водозабора Северо-Рогачикской оросительной системы, обитает 34 вида рыб, относящихся к семи отрядам. Основу сетных уловов составляют лещ, сазан, плотва, густера, сом, судак, а уловов "тканкой" и волокушей — тюлька, укля, овсянка и другие малоценные рыбы. Молодь рыб в зоне водозабора обитает постоянно, хотя количество ее меняется по годам и сезонам (см. табл. 5, 6). Распределение молоди, как и у водозабора Каховской оросительной системы, различно. Так, на станции IУ, в прибрежной зоне водохранилища с глубинами до 1 м, на протяжении всех лет исследований отмечались большие концентрации молоди леща, густеры, плотвы и сельди. Несколько меньше ее было на станции II и еще меньше на станции I. Однако в зонах с глубинами до 3 м концентрации молоди почти всюду были одинаковыми (см. табл. 5, 6).

Наибольшие концентрации молоди промысловых рыб отмечаются на станции У, расположенной в устье подводящего канала. На станции IУ большими были лишь концентрации молоди плотвы и сельди. В целом количество рыб-молоди промысловых видов в зоне водозабора Северо-Рогачикской оросительной системы на протяжении всего года невелико. Периодически оно повышается за счет массового подхода сеголетков. Это хорошо прослеживается на молоди леща, густеры и плотвы (численность рыб первых двух видов резко увеличивается в июне, численность третьего вида — в июле-августе).

Попадание рыб в водозабор находится в прямом соответствии с их распределением в зоне водозабора и с его мощностью. Так, в 1975 г., когда на орошение забиралось до $10 \text{ м}^3/\text{с}$ воды за весь вегетационный период в подводящий канал попало немногим более 1 млн. экз. молоди рыб (около 25 тыс. экз. леща, 20 тыс. экз. плотвы, 100 тыс. экз. густеры, 0,5 млн. экз. уклей). Наибольшее количество рыб попало в водозабор в конце июня — июле. В 1976 г., когда на систему периодически подавалось до $18 \text{ м}^3/\text{с}$ воды, в водозабор прошло более 4 млн. экз. молоди (около 22 тыс. экз. судака, 10 тыс. экз. леща, 20 тыс. экз. сельди, около 3 500 тыс. экз. тюльки, бычков и уклей). В пересчете на промысловый возврат ущерб за поливной сезон 1976 г. составил меньше 50 ц рыбы.

Как и на Каховской оросительной системе, рыба, прошедшая в подводящий, магистральный и распределительные каналы, на-

ходит там благоприятные условия обитания и даже зимует, что выяснилось во время зимних отловов.

В ы в о д ы

1. Места расположения крупных машинных водозаборов на Каховском водохранилище выбраны с учетом распределения молодежи ценных видов рыб, которая в этом водоеме преимущественно держится в прибрежной зоне на глубине до 3 м. Оголовок водозабора Каховской оросительной системы, в зоне которого находятся нерестилища и концентрируется молодь рыб, размещен на глубине 16 м, и вода забирается из придонных слоев, что почти исключает попадание молодежи.

Водозабор Северо-Рогачикской системы находится в прибрежной мелководной зоне, и, хотя здесь нет нерестилищ и молодь не образует заметных скоплений, попадание ее в водозабор возрастает с увеличением расходов воды.

2. В водозабор Каховской оросительной системы из ценных рыб в основном попадает лишь ранняя молодь леща, которая, не травмируясь, свободно проникает с водой в магистральный и распределительные каналы, где находит благоприятные условия обитания. В Северо-Рогачикской оросительной системе вода на зиму из каналов сбрасывается, поэтому рыб в каналах следует отлавливать и выпускать в водохранилище. Для обеспечения нормальных условий зимовки рыб в каналах необходимо сооружать специальные зимовальные ямы.

3. Крупные машинные водозаборы на Каховском водохранилище, оборудованные рыбозащитными устройствами типа ВПЗ и ЗРЗ, не наносят значительного ущерба рыбному хозяйству водохранилища, так как в водозаборы проходят главным образом тюлька, бычки, уклей и другие малоценные рыбы и в основном со второй половины июня по июль.

Л и т е р а т у р а

М о н а с В.А. Об уловистости ловушки. - "Рыбное хозяйство", 1966, № II, с.

К у з н е ц о в Ю.А. К вопросу об использовании воздушных завес в рыбном хозяйстве. - "Рыбное хозяйство", 1968, № 2, с. 42-50.

Павлов Д.С., Пахорук А.М. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. "Пищевая пром.", М., 1973, 209 с.

The impact of large mechanical water intakes of irrigation systems on fisheries.

Salnikov N.E., Filchagov L.P.,

S u m m a r y

The places of installation of large mechanical water intakes in the Kakhovsk reservoir are selected with regard to the distribution of the young of valuable species of fish which inhabit the inshore area up to 3 m deep. The bulkhead of the intake of the Kakhovsk irrigation system is installed at the depth of 16 m which almost eliminates any entry of young fish into the intake.

The water intake of the Severo-Rogachiksk system is in the shallow inshore area. Although there are no spawning grounds or heavy concentrations of the young fish in the area the frequency of entries increases with a higher rate of water discharge.

Of all valuable species of fish only bream at the earliest stage of development happen to enter the intake of the Kakhovsk irrigation system. However they are not injured when they enter the main and distributional channels where the conditions are quite favourable for them. In contrast to the Kakhovsk system, water is drained from the channels in the Severo-Rogachiksk irrigation system in winter. So fish should be collected and released into the reservoir. In order to provide favourable conditions for fish in winter special wintering pits should be provided in the channels.

Large mechanical water intakes on the Kakhovsk reservoir equipped with fish-protective devices (air-bubble fences, fish-defensive devices of umbrella type) do not seem to inflict serious losses to fisheries since only tiulka, goby, bleak and some other species of rough fish enter the intake in late June-July.