

ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

**БИОЛОГИЯ
ВНУТРЕННИХ
ВОД**

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

53

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 53



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1982

УДК 574.5(285.2)+556.55+556.551.4(285.2)

Academy of Sciences of the USSR Institute of Biology of Inland Waters Scientific Council for problems of hydrobiology, ichthyology and utilization of biological resources of water-bodies

Biology of Inland Waters

Information Bulletin

N 53

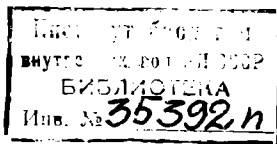
Бюллетень содержит сообщения о результатах оригинальных научных исследований по биологии, морфологии, экологии фитопланктона, зоопланктона и зообентоса, физиологии рыб. Ряд работ посвящен исследованиям колебаний речного стока и методам его предсказания, характеристике донных отложений и оценке скоростей аккумуляции биогенов в них. Издание рассчитано на гидробиологов, ихтиологов, гидрохимиков, гидрологов.

Главный редактор А.В. МОНАКОВ

Ответственный редактор Н.А. ЗИМИНОВА

Рецензенты: А.А. МИЛЬКО, Н.В. ПАРИН

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 53



Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.С. Евстигнеева.

Технический редактор Е.В. Поликтова. Корректор Л.А. Привалова

ИБ № 20265

Подписано к печати 17.02.82. М-26326. Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Печ. л. 4 3/4 = 4,75 усл. печ. л. Усл. кр. отт. 5,00. Уч.-изд. л. 4,65. Тираж 1000. Изд. № 8005. Тип. зак. 1128
Цена 70 к.

Издательство „Наука“, Ленинградское отделение
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская лин., 1

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография издательства „Наука“
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12

Б 2001050100-521
055 (02)-82 706-82, кн. 2 © Издательство „Наука“, 1982 г.

СИМПОЗИУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПОПУЛЯЦИОННЫХ И ЦЕНОТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕЛЬМИНТОВ ПРЕСНОВОДНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

С 8 по 10 апреля 1980 г. в Институте биологии внутренних вод АН СССР проходил симпозиум, посвященный современному состоянию исследований популяционной биологии гельминтов пресных вод и перспективам их развития.

В совещании участвовало более 30 специалистов – представителей учреждений АН СССР, академий наук союзных республик, министерств рыбного и сельского хозяйства СССР. От ИБВВ АН СССР в работе симпозиума приняли участие 12 сотрудников – специалистов по паразитологии, гидробиологии, токсикологии.

Открывая симпозиум, К.М. Рыжиков отметил, что число работ по экологии гельминтов водных биоценозов в нашей стране достаточно велико, тем не менее лишь в отдельных из них обсуждаются проблемы популяционной биологии паразитических червей. Данное направление исследований только начинает у нас развиваться. Между тем отсутствие данных о структуре и численности популяции гельминтов, а также о факторах и механизмах, регулирующих взаимоотношения особей внутри популяций, затрудняет решение прикладных задач гельминтологии.

В докладе О.Н. Бауера (ЗИН АН СССР) „Гидробиоценоз как система, регулирующая численность гельминтов, и разработка биологического метода борьбы с гельминтозами рыб в пресных водоемах” на обширном фактическом материале были проанализированы факторы, регулирующие численность паразитов на разных стадиях онтогенеза. К ним докладчик относит элиминацию: а) хозяев на различных стадиях развития, б) паразитов на разных стадиях развития за счет других гидробионтов, в) паразитов в результате воздействия защитных сил организма хозяина, г) паразитов за счет хозяев, в которых гельминты не достигают половой зрелости, и др. В докладе подчеркивалась необходимость усиления исследований популяционной биологии гельминтов как основы для разработки биологического метода борьбы с паразитарными заболеваниями рыб.

В докладе А.А. Шигина (ГЕЛАН АН СССР) „Гельминты как компоненты пресных биоценозов” рассматривались взаимоотношения гельминтов, преимущественно трематод, с другими гидробионтами. Показано, что одни гидробионты выполняют функции хозяев гельминтов, другие – служат элиминаторами их на разных стадиях

жизненного цикла, третьи — не связаны ценотическими отношениями с гельминтами. Докладчик обратил особое внимание на существенную роль гельминтов (особенно их личинок) в круговороте веществ и энергии в экосистемах водоемов.

В сообщении А.М. Лопухиной (ГосНИОРХ) были обсуждены проблемы воздействия гельминтов на популяции рыб при интенсификации рыбохозяйственного использования внутренних водоемов, а также методы количественной оценки приносимого ими ущерба, который заключается в гибели рыб, нарушении их воспроизводительной функции, замедлении роста, изменении морфологических, физиологических и этологических показателей. Подобные методы с учетом особенностей биотехники выращивания рыб в разных хозяйствах практически не разработаны.

Значение исследований популяций гельминтов для рыбохозяйственной практики в условиях прудовых хозяйств как основы для разработки системы мер профилактики наиболее опасных заболеваний рыб было отражено в докладе В.А. Мусселиус (ВИИПРХ) и Ю.А. Стрелкова (ГосНИОРХ). Эти исследования особенно важны для определения пороговых уровней инвазии, позволяющих разграничить паразитозность и заболевание.

В докладе Б.А. Флерова, Б.И. Купермана и В.Р. Микрякова (ИБВВ АН СССР) рассматривались результаты экспериментальных исследований воздействия токсикологического фактора на резистентность рыб к паразитарным заболеваниям. Влияние токсикантов на организм рыб проявляется в снижении их защитных сил, повышении степени зараженности их паразитами, приобретении устойчивости рыб к токсикантам. Эти процессы могут развиваться не только при разовом интенсивном воздействии токсикантов, но и при многократном поступлении малых доз в водоем.

В сообщении Н.А. Изюмовой (ИБВВ АН СССР) отражены особенности распределения некоторых видов дактилогирусов на жабрах карпа и карася в эксперименте и в природе. Наибольшее число паразитов концентрируется в медианном секторе первой жаберной дуги, что обусловлено величиной и направлением водного потока. Ведущим фактором, регулирующим численность популяции дактилогирусов, докладчик считает физиологическое состояние хозяина.

Вопросам методологии паразитологических исследований на биоценотическом уровне было посвящено выступление А.П. Маркевича, в котором отмечен комплексный характер паразитологии как науки, ее связь с другими фундаментальными биологическими дисциплинами. Особое значение приобретают паразитоценотические проблемы, базирующиеся на изучении паразитов на всех уровнях организации, связей паразитов внутри их сообществ и влияния на них абиотических факторов. Для понимания роли паразитологии в системе естественных наук необходимо провести философское обобщение накопленных данных.

Значение популяционных исследований гельминтов для решения практических задач рыбоводства во внутренних водоемах проанали-

зировано в докладе В.А. Ройтмана (ГЕЛАН АН СССР). Одной из основных задач популяционной биологии гельминтов является изучение динамики численности популяции, основывающееся на данных о плодовитости и смертности гельминтов, и характера их распределения в популяции хозяев.

Методическим вопросам популяционных исследований было посвящено выступление А.В. Гусева (ЗИН АН СССР). Он подчеркнул необходимость использования массового материала (большой выборки), собранного по единой методике, в одинаковые календарные сроки, важность комплексности работ с ихтиологами и гидробиологами для знания „экологического фона водоема“. Точность определения систематического положения объектов популяционных исследований – необходимое требование для этих работ. Отмечена важность проведения экспериментов в целях подтверждения данных, полученных на спонтанном материале.

В сообщении Б.И. Купермана и Г.А. Маркевича (ИБВВ АН СССР) приведены многолетние наблюдения по естественному заражению циклопов процеркоидами цестод в водоеме в зависимости от различных экологических условий.

В принятом решении симпозиума отмечена необходимость дальнейшего интенсивного развития популяционных и ценологических исследований паразитов, проводимых в течение ряда лет по единой методике.

Работа симпозиума прошла успешно, созыв второго совещания по этим проблемам планируется на 1983 г.

Б.И. Куперман

УДК 582.26(285.2)

С.И. Генкал, Л.Г. Корнева

К ИЗУЧЕНИЮ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ БЕЛОГО ОЗЕРА

Материалом для наших исследований послужили количественные пробы фитопланктона Белого озера, собранные в мае, июле, августе 1976 г. и с мая по октябрь (ежемесячно) 1977 г. При его изучении в трансмиссионном электронном микроскопе было обнаружено 6 таксонов центрических диатомей, новых для флоры озера. Приводим их краткие диагнозы и экологию по нашим материалам.

Stephanodiscus dubius (Fricke) Hust, 1930 [Забелина и др., 1951]. Диаметр створки 9–27 мкм, штрихов 9–12 в 10 мкм (см. рисунок, а). Встречается весной и осенью. Массовое развитие отмечено в сентябре 1977 г. при прозрачности воды 110 см.

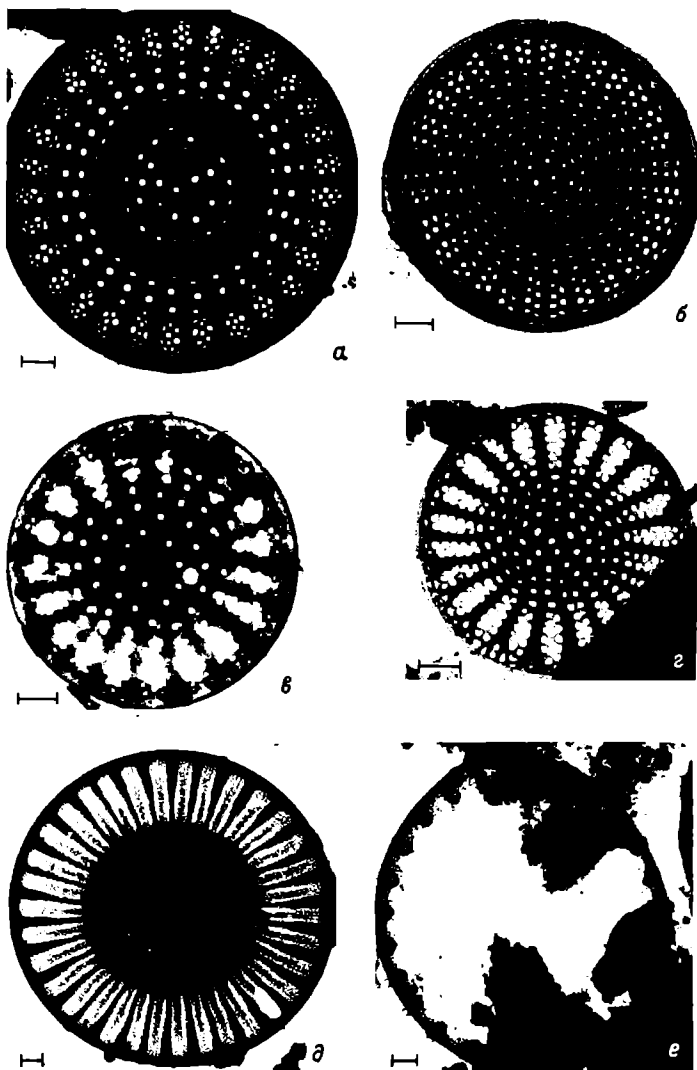
S. triporus Gencal et Kuzmin, 1978 [Генкал, Кузьмин, 1978]. Диаметр створки 4–9.2 мкм, штрихов 14–20 в 10 мкм (см. рисунок, б). Встречается весной и осенью. В большом количестве отмечен в сентябре 1977 г.

S. perforatus Gencal et Kuzmin, 1978 [Генкал, Кузьмин, 1978]. Диаметр створки 5.8–6.5 мкм, штрихов 12 в 10 мкм (см. рисунок, в). Наибольшего развития достигает в весенний период при температуре воды 6.1° и прозрачности 180 см.

S. makarovae Gencal, 1978 [Генкал, 1978]. Диаметр створки 5.7–6.2 мкм, штрихов 16–18 в 10 мкм (см. рисунок, г). Вегетирует в весенний период при температуре воды 0.1°, прозрачности 60 см, pH = 8.0.

Cyclotella meneghiniana Kütz., 1844 [Забелина и др., 1951]. Диаметр створки 14–15.4 мкм, штрихов 8–9 в 10 мкм (см. рисунок, д). Обнаружен единично в мае 1976 г. при температуре воды 4.9° и прозрачности 145 см, pH = 7.8.

Thalassiosira pseudonana Hasle et Heimdal, 1970 [Hasle, Heimdal, 1970]. Диаметр створки 9 мкм, краевых подпертых выростов 10 в 10 мкм (см. рисунок, е). Встречался единично в августе 1977 г.



Створки центрических диатомей из Белого озера. Масштаб соответствует 1 мкм.

а - *Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hust, б - *S. triporus* Gencal et Kuzmin, в - *S. perforatus* Gencal et Kuzmin, г - *S. makarovae* Gencal, д - *Cyclotella meneghiniana* Kütz., е - *Thalassiosira pseudonana* Hasle et Heimdal.

- Генкал С.И. Новый вид из рода *Stephanodiscus* Ehr. (*Bacillariophyta*). - В кн.: Новости систематики низших растений. Л., Наука, 1978, т. 15, с. 11-14.
- Генкал С.И., Кузьмин Г.В. Новые таксоны рода *Stephanodiscus* Ehr. (*Bacillariophyta*). - Бот. журн., 1978, т. 63, № 9, с. 1309-1312.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.Н., Шешукова В.С. Диатомовые водоросли. - В кн.: Определитель пресноводных водорослей СССР. М., Советская наука, 1951, вып. 4, с. 91-104.
- Hasle G.R., Heimdal B.R. Some species of the centric diatom genus *Thalassiosira* studied in the light and electron microscopes. - *Nova Hedwigia*, 1970, N. 31, S. 543-581.

Институт биологических проблем
Севера ДВНЦ АН СССР
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.587:574.55(285.3)

С.М. Л я х о в

БЕНТОС КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1975-1976 ГГ.

Ранее в водохранилище были выделены 3 основных района: Волжский и Камский плесы с преимущественной аккумуляцией на дне alloхтонного органического вещества; бывшее русло Волги с преимущественной аккумуляцией автохтонного органического вещества; затопленная территория пойменной и надпойменной террас с очень медленно идущими процессами илообразования [Ляхов, 1963].

В первые годы существования водохранилища средняя годовая биомасса бентоса в бывшем русле Волги составляла всего лишь 3-7 г/м², а на затопленной суше не превышала 1 г/м². Начиная с 1966 г., т.е. с 10-го года существования, в связи с накоплением органического вещества в бентали и повышением трофности донных отложений было отмечено увеличение биомассы в бывшем русле, достигающее в отдельные годы 18 г/м². Одновременно биомасса повысилась и на затопленной суше [Ляхов, 1974].

В 1975 г. после двухлетнего перерыва были возобновлены систематические исследования бентоса. Пробы отбирались ежемесячно в первой половине мая-октября на 17-18 постоянных станциях,

равномерно распределенных по водохранилищу. В 1975 г. применялся дночерпатель Петерсена ($1/10 \text{ м}^2$), в 1976 г. - дночерпатель Экмана-Берджа ($1/25 \text{ м}^2$), на каждой станции производилось по 2 выемки. Хирономид и амфипод определил С.М. Ляхов, олигохет - В.А. Любин. Крупные моллюски (униониды, живородка), а также дрейссена не учитывались.

В верхней части Волжского плеса, в районе г. Чебоксары (ст. 86), бентос состоит из типичных реофилов (*Propappus volki*, *Pontogammarus sarsi*, пелореофильные личинки рода *Cryptochironomus* и др.). Уже на 50 км ниже, у пос. Звенигово (ст. 50), увеличение интенсивности осадконакопления сопровождается формированием пелореофильного биоценоза, распространенного далее до нижней границы Волжского плеса. В Камской ветви водохранилища он ярко выражен в районе Сорочьих гор (ст. 16). Основу биоценоза составляют пелореофильные тубифициды *Isochaetides michaelsoni*, *I. newaensis*, *Peloscolex ferox*, из наидид - *Vejdovskyella intermedia*, реже - *Specaria josi-nae*, хирономиды *Chironomus plumosus* в личиночных формах *reductus* и *plumosus-reductus*, *Limnochironomus nervosus*, *Parachironomus pararostratus* и др., сферииды (особенно *Amesoda solida*), из амфипод встречаются *Dikerogammarus haemobaphes*, *Pontogammarus obesus*, изредка - *Stenogammarus dzjubani*.

Озеровиные плесы водохранилища, начиная с Волго-Камского, заселены пелофильным биоценозом, основу которого составляют тубифициды *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedianus*, *Potamothrix moldaviensis*, *P. hammoniensis*, *P. vejdoskyi*, *Aulodrilus plurisetus*, *Au. pigueti*. Повсеместно, но в меньших количествах, встречаются *L. udekemianus*, *L. helveticus*, *P. heuscheri*, *Tubifex tubifex*, *T. templetoni*, из наидид изредка - *Uncinatis uncinata*, *Stylaria lacustris*. Кроме перечисленных пелофилов в бывшем русле Волги заметную роль играют пелореофильные олигохеты *Isochaetides newaensis*, *I. michaelsoni*, *Psammoryctides barbatus*, реже - *Peloscolex ferox*, из наидид - *Daro digitata*. На затопленной суше встречаются гаммариды *D. haemobaphes* и *P. obesus*, приуроченные к поселениям дрейссены на оставшихся под водой деревьях и пнях.

Из хирономид в состав пелофильного биоценоза, как правило, входят *Ch. plumosus* в личиночных формах *semireductus* и *plumosus*, а также *Procladius* sp., иногда *Leptochironomus tener*, *Harnischia curtilamellata*, *Polypedilum nubeculosum* и др. В небольших количествах по всему водохранилищу встречаются мелкие сферииды.

Уровень развития бентоса в бывшем русле основной реки, безусловно, следует считать в настоящее время высоким. Это увеличение шло постепенно и достигло $25-35 \text{ г/м}^2$ (табл. 1). Что касается затопленной суши, то и здесь биомасса бентоса возросла

Таблица 1

Средняя годовая биомасса бентоса в Куйбышевском водохранилище, г/м²

Годы	Средняя арифметическая	Средняя геометрическая
Бывшее русло Волги (и Камы)		
1968-1972	12.53-17.89	8.75-15.40
1975	26.72	21.30±2.32
1976	33.25	28.70±2.59
Затопленная суша		
1968-1972	1.19-4.66	0.87-2.98
1975	6.52	5.00±0.75
1976	9.98	8.26±1.40
Волжский плес		
1968-1972	14.28-37.02	13.30-25.00
1975	52.05	31.00±6.15
1976	24.95	17.45±3.02
Черемшанский залив		
1975-1976	22.33±0.45	21.50±0.88

с десятых долей грамма в 1961-1965 гг. до 6.5-10 г/м² в настоящее время.

Господствующей группой в обоих случаях являются тубифициды. Доля остальных компонентов неодинакова. На затопленной суше относительно больше хирономид и амфипод, меньше - сфериид (табл. 2).

В Волжском плесе биомасса бентоса оставалась примерно на уровне предыдущих лет. В 1975 г. отмечалось бурное развитие сфериид и некоторых других групп, связанное, по-видимому, с чрезвычайно благоприятными гидрометеорологическими условиями этого года (жаркое лето и интенсивный прогрев воды), что повлияло на водные организмы всех трофических уровней. Наряду с олигохетами сферииды занимают в Волжском плесе господствующее положение. Доля амфипод и хирономид в биомассе ничтожна.

В Черемшанском заливе уровень развития бентоса тоже достаточно высок, с той разницей, что ведущее положение занимают здесь личинки мотыля, которых в 1976 г. было в 2 раза больше, чем олигохет.

Как уже подчеркивалось, подавляющую часть бентоса водохранилища составляют тубифициды. В первые годы существования Куйбы-

Т а б л и ц а 2

Процентное соотношение биомассы важнейших групп бентоса в основных биотопах Куйбышевского водохранилища

Биотопы	Годы	Олигохеты	Сферииды	Амфиподы	Хирономиды	Прочие
Бывшее русло	1975	82.8	4.4	3.6	8.5	0.7
Волги и Камы	1976	81.7	5.6	1.7	10.3	0.7
Затопленная суша	1975	75.8	1.2	9.4	12.6	0.9
	1976	70.0	3.0	7.9	18.4	0.6
Волжский плес	1975	23.3	62.0	9.3	1.1	4.3
	1976	49.9	42.5	4.1	1.6	1.9
Черемшанский залив	1975	47.4	-	-	48.7	3.9
	1976	27.7	-	-	69.0	2.7

шевского водохранилища олигохетами питался лещ – основной промысловый вид [Платонова, 1963; Егерева, 1964]. Однако количественная сторона питания рыб олигохетами до сих пор остается нераскрытой. Не выяснен также вопрос о глубине проникновения олигохет в толщу донных отложений и их доступности для бентосоядных рыб.

Для мотыля характерны низкие показатели численности и биомассы и неравномерность распределения в водохранилище. Так, численность его в сентябре 1975 г. в бывшем русле Волги на Ундорском плесе (ст. 25) составляла более 1 тыс. экз./м², в июле на затопленной суше на Новодевиченском плесе (ст. 65) – свыше 4,5 тыс. экз./м². В большинстве же случаев он встречается в пробах единично. Можно полагать, что неблагоприятные гидрометеорологические условия в период лета и яйцекладки мотыля ограничивают развитие его популяции. Это наблюдалось также и в Горьковском водохранилище [Митропольский, 1978]. В бентосе Черемшанского залива при его сравнительно небольших размерах мотыль доминирует.

Таким образом, в водохранилище четко прослеживается сверху вниз и в направлении от бывшего русла к затопленной суше уменьшение биомассы реофильной фауны. Речной псаммореофильный биоценоз сменяется на Волжском плесе пелореофильным и далее в водохранилище – пелофильным с оттенком реофилии в бывшем русле Волги.

С начала существования водохранилища и до последнего времени происходит повышение биомассы бентоса, в котором доминируют тубифициды, на Волжском плесе наряду с ними – сферииды, в Черемшанском заливе – мотыль.

- Егерева И.В. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Куйбышевского водохранилища. – Тр. Татар. отд-ния ГосНИОРХ, 1964, вып. 10, с. 142-162.
- Ляхов С.М. Основные черты распределения бентоса в Куйбышевском водохранилище. – В кн.: Матер. науч.-техн. совещ. по изучению Куйбышевского водохранилища, Тольятти. Куйбышев, 1963, вып. 3, с. 83-88.
- Ляхов С.М. Многолетние изменения биомассы бентоса в Куйбышевском водохранилище. – Гидробиол. журн., 1974, т. 10, № 4, с. 21-23.
- Митропольский В.И. Состояние бентоса Горьковского водохранилища в 1975 г. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 40, с. 24-27.
- Платонова О.П. Питание бентосоядных рыб Куйбышевского водохранилища. – Уч. зап. Казан. ун-та, 1963, т. 123, вып. 7, с. 59-102.

Куйбышевская биологическая станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 574.587:574.622

А.И. Б а к а н о в

О МЕЙОБЕНТОСЕ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

При классификации организмов зообентоса по размерам, с которыми связана та или иная методика сбора и обработки материала, одни авторы выделяют макро- и микробентос, другие – макро-, мейо- и микробентос, причем единого понимания этих терминов нет. Ф.Д. Мордухай-Болтовской [1955а, 1955б] к макробентосу относит животных, задерживаемых при промывке мельничным газом № 8-11, которых можно полностью выбрать из пробы без применения оптики. В этом вопросе мы придерживаемся его точки зрения. Термин „мейобентос“ предложила Mare M. [цит. по: Hulings, Gray, 1971] для обозначения организмов, проходящих через газ с ячейей 1 мм, но другие исследователи относят к нему животных с размерами тела от 0.04-0.2 до 2-8 мм.

Целью работы, проводимой в плане изучения кормовой базы рыб-бентофагов, было определение потерь организмов при учете во время бентосных съемок Рыбинского водохранилища только макробентоса. Сведения о мейобентосе этого водоема весьма скудны и касаются отдельных групп организмов, обитающих в литорали. Эти данные

имеются в работах Ф.Д. Мордухай-Болтовского [1955а; Чиркова, Мордухай-Болтовской, 1971]. Он отмечал, что в открытых частях водохранилища биомасса мейобентоса составляет 0.2–0.4 г/м².

Пробы бентоса отбирались дночерпателями ДАК-250 и ДАК-100 на различных грунтах Рыбинского водохранилища за пределами 2-метровой изобаты; в мае 1978 г. взято 54 пробы, в августе – 18 проб. Обычно для учета мейобентоса берут только верхние 2–3 см грунта. Изучая вертикальное распределение организмов в грунте с помощью стратификационного дночерпателя, мы обнаружили, что значительное число мелких организмов размещается в слое грунта глубже 5 см, поэтому для более полного их учета подвергали промывке весь объем грунта, захваченного дночерпателем. Промывка велась через 2 сита из мельничного газа № 11 и № 39.

Ранее было установлено [Баканов, 1977], что до 8% биомассы бентоса, обитающего на серых илах, проходит через газ № 9 и задерживается газом № 39. Определенная часть организмов мейобентоса задерживается и крупноячеистым газом, особенно если в пробе много крупного детрита, в котором запутываются животные. Поэтому в данном случае к мейобентосу мы относили как животных, прошедших через газ № 11, но задержанных газом № 39, так и животных, оставшихся на газе № 11, для выборки которых пришлось использовать оптику. Выборка организмов мейобентоса проводилась под биноклем. Если проба была велика, то после выборки макроорганизмов она делилась на 4 части и мейобентос учитывался в одной из них. Все операции проводились с материалом, фиксированным 4%-ным формалином. Животные делились на группы по принадлежности к крупным таксонам (см. таблицу) и взвешивались на торсионных весах с ценой деления 0.1 мг.

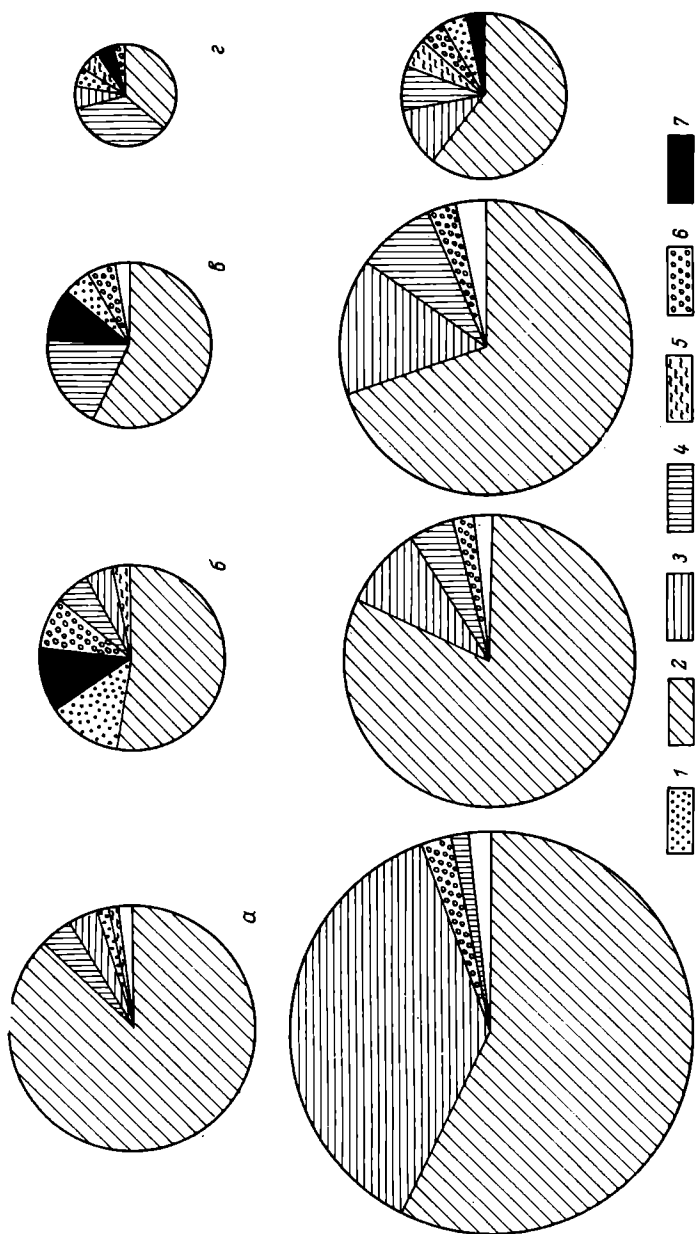
Из представленных в таблице данных можно сделать вывод, что мейобентос Рыбинского водохранилища достаточно богат для водоемов данной климатической зоны. Биомасса, собранная в мае, составляет 0.208–1.408 г/м², в августе – 0.62–3.76 г/м². Поскольку биомасса макробентоса летом снижается, то в это время значение мейобентоса в донной фауне возрастает. В августе на его долю приходится 17.4–29.8% общей биомассы бентоса. Для сравнения укажем, что в озерах Белом и Кубенском мейобентос имеет биомассу 0.758–1.292 г/м² (7–20% от общего бентоса) [Чиркова, Мордухай-Болтовской, 1971], в Ивановском водохранилище – 0.47–4.18 г/м², причем сезонная динамика его такая же, как в Рыбинском водохранилище [Величко, 1975]. Поскольку значительную часть мейобентоса составляет псевдомейобентос, т.е. младшие возрастные стадии макробентоса, то на грунтах, где макробентос богаче, биомасса мейобентоса также больше.

Доля отдельных групп организмов в мейобентосе в разные сроки и на различных грунтах неодинакова (см. рисунок), но в биомассе всегда доминируют олигохеты. Для количественной оценки соотношения отдельных групп мы предлагаем использовать индекс равномерности распределения (эквитабельности) [Pielou, 1966]:

Численность и биомасса мейобентоса

Грунт	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Серый ил	У	$\frac{320}{0.024}$	$\frac{10280}{1.228}$	$\frac{3880}{0.052}$	$\frac{6000}{0.06}$	$\frac{200}{0.02}$	$\frac{40}{0.004}$	$\frac{40}{0.02}$	$\frac{20760}{1.408}$	$\frac{35720}{53.1}$	$\frac{58.1}{2.7}$
	УІІІ	$\frac{0}{0}$	$\frac{13120}{2.192}$	$\frac{59280}{1.404}$	$\frac{4880}{0.052}$	$\frac{800}{0.012}$	$\frac{800}{0.088}$	$\frac{120}{0.012}$	$\frac{79000}{3.76}$	$\frac{84760}{21.12}$	$\frac{93.2}{17.8}$
Песчаный ил, заиленный песок	У	$\frac{920}{0.096}$	$\frac{3600}{0.392}$	$\frac{2280}{0.036}$	$\frac{2960}{0.044}$	$\frac{2080}{0.024}$	$\frac{160}{0.068}$	$\frac{240}{0.084}$	$\frac{12240}{0.744}$	$\frac{18360}{15.68}$	$\frac{66.7}{4.7}$
	УІІІ	$\frac{160}{0.024}$	$\frac{5280}{1.544}$	$\frac{11320}{0.168}$	$\frac{4560}{0.088}$	$\frac{400}{0.004}$	$\frac{320}{0.04}$	$\frac{160}{0.008}$	$\frac{22200}{1.876}$	$\frac{27760}{8.24}$	$\frac{80.0}{22.8}$
Размытая почва	У	$\frac{240}{0.032}$	$\frac{2760}{0.348}$	$\frac{840}{0.008}$	$\frac{3320}{0.1}$	$\frac{640}{0.008}$	$\frac{160}{0.032}$	$\frac{200}{0.06}$	$\frac{8160}{0.588}$	$\frac{11200}{9.92}$	$\frac{72.9}{5.9}$
	УІІІ	$\frac{80}{0.012}$	$\frac{4080}{1.384}$	$\frac{19000}{0.296}$	$\frac{4680}{0.172}$	$\frac{1080}{0.012}$	$\frac{280}{0.064}$	$\frac{120}{0.012}$	$\frac{31240}{1.98}$	$\frac{35000}{6.64}$	$\frac{89.2}{29.8}$
Песок	У	$\frac{280}{0.012}$	$\frac{680}{0.076}$	$\frac{1200}{0.016}$	$\frac{1200}{0.072}$	$\frac{1080}{0.012}$	$\frac{40}{0.008}$	$\frac{40}{0.012}$	$\frac{4520}{0.208}$	$\frac{7680}{2.564}$	$\frac{58.9}{8.1}$
	УІІІ	$\frac{160}{0.028}$	$\frac{2040}{0.376}$	$\frac{2920}{0.072}$	$\frac{1520}{0.052}$	$\frac{2000}{0.036}$	$\frac{400}{0.032}$	$\frac{160}{0.024}$	$\frac{9200}{0.62}$	$\frac{11840}{3.56}$	$\frac{77.7}{17.4}$
Торфянистый ил	У	$\frac{160}{0.008}$	$\frac{3400}{0.388}$	$\frac{9160}{0.136}$	$\frac{800}{0.016}$	$\frac{480}{0.004}$	$\frac{80}{0.02}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{14080}{0.572}$	$\frac{22440}{4.32}$	$\frac{62.7}{13.2}$

Примечание. 1 - хирономиды, 2 - олигохеты, 3 - копеподы, 4 - остракопы, 5 - нематоды, 6 - моллюски, 7 - клещи, 8 - общий мейобентос, 9 - общий зообентос, 10 - доля мейобентоса в общем зообентосе. 1-9 - над чертой численность, экз./м², под чертой биомасса, г/м²; 10 - то же, %.



Доля отдельных групп мейофауны в общей биомассе мейобентоса.

а - на сером иле, б - на песчанистом иле и заиленном песке, в - на размытой почве, г - на песке. Площади кругов пропорциональны биомассам; верхний ряд - майские данные, нижний - августовские. 1 - хирономиды, 2 - олигохеты, 3 - копеподы, 4 - остракоды, 5 - нематоды, 6 - моллюски, 7 - клещи.

$$E = \left(- \sum_{i=1}^S \frac{B_i}{B} \log_2 \frac{B_i}{B} \right) / \log_2 S.$$

В данном случае S - число групп, на которые разделен мейобентос, B_i - биомасса i -й группы, B - общая биомасса мейобентоса. Величина индекса может изменяться от 0 до 1. Если весь мейобентос представлен только одной группой, то $E = 0$, а если все группы имеют одинаковую биомассу, то $E = 1$. В нашем случае его значения весной и летом соответственно равны: на серых илах - 0.30 и 0.468, на песчанистых илах и заиленных песках - 0.765 и 0.356, на размытых почвах - 0.657 и 0.488 и на песках - 0.798 и 0.692. Наиболее равномерно все группы представлены весной на песке, наиболее неравномерно - на сером иле, где резко доминируют олигохеты.

Несомненно, что мейобентос входит в рацион рыб, главным образом молоди, особенно если макробентос беден. Но поскольку это высокодисперсный и, следовательно, энергетически невыгодный корм, его роль в питании рыб старших возрастов будет не столь значительна, как доля в общей продукции бентоса. Значение мейобентоса будет возрастать при увеличении степени агрегированности, как, например, в Можайском водохранилище, где копеподы могут образовывать агрегации, имеющие численность 4-6 млн. экз./м² и биомассу 100-200 г/м² [Сахарова, 1978].

Л и т е р а т у р а

- Б а к а н о в А.И. Методы повышения достоверности оценки кормовой базы рыб-бентофагов. - Гидробиол. журн., 1977, т. 13, № 4, с. 107-112.
- В е л и ч к о Е.С. Предварительные данные по микрозообентосу Иваньковского водохранилища. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1975, № 28, с. 36-39.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф.Д. Распределение бентоса в Рыбинском водохранилище. - Тр. биол. ст. „Борок“, 1955а, вып. 2, с. 32-88.
- М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф.Д. О методике количественного учета фауны во временных водоемах и в периодически затопляемых зонах водохранилищ. - Тр. биол. ст. „Борок“, 1955б, вып. 2, с. 393-405.
- С а х а р о в а М.И. Микробентос Можайского водохранилища. - В кн.: Комплексные исследования водохранилищ. 1978. М., МГУ, вып. 4, с. 192-200.
- Ч и р к о в а З.Н., М о р д у х а й - Б о л т о в с к о й Ф.Д. О микробентосе озер Белого, Кубенского и системы Северодвинского канала. - В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., Наука, 1971, с. 63-81.

- Hulings N.C., Gray J.S. A manual for the study of meiofauna. Smithsonian Contrb's Zool., 1971, N 78, p. 1-84.
- Pielou E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections. - J. Theor. Biol., 1966, vol. 13, N 1, p. 131-144.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 594.2.12.3

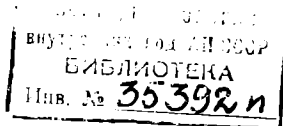
Е.М. Коргина

О ДВИЖЕНИИ *DREISSENA POLYMORPHA* PALL.

В летне-осенние периоды 1976-1977 гг. нами проводились наблюдения, цель которых заключалась в выявлении зависимости передвижения различных размерных групп *Dreissena polymorpha* от типа грунта и времени суток. Изучалось также влияние света на моллюсков и передвижение всей колонии организмов. Опыты проводились в лабораторных и в экспедиционных условиях. В лаборатории животные содержались в аквариуме, в котором периодически менялась вода, микрокомпрессором подавался воздух, а пищей служила культура хлореллы. Для удобства учета передвижения моллюсков применялась разграфленная сетка с квадратом 5×5 см.

Одним из интересующих нас моментов был сам механизм движения. Френцель [Frenzel, 18976] в свое время описал 2 способа движения дрейссены: 1) с помощью ноги и 2) за счет выбрасывания воды из выходного сифона и одновременного замыкания створок раковины при резком сокращении замыкательных мускулов. Наши наблюдения подтвердили выводы Френцеля. Животные двигались в основном при помощи ноги. Моллюск выпячивал ногу на расстояние от $1/3$ до $1/2$ длины раковины. Происходило это плавно, с ощупыванием грунта. У моллюска с длиной тела до 5.5 мм процесс выпячивания ноги длился 20 с. Затем движение ноги прекращалось, моллюск на какое-то время замирал, мускулы ноги напрягались, и происходило резкое по сравнению с выпячиванием подтягивание. Дрейссена длиной 7 мм совершала одно полное подтягивание за 0.5 мин, т.е. достаточно быстро. У особей большего размера этот процесс осуществлялся медленнее, что объясняется редуцией ноги и более массивным телом.

Движение в эксперименте происходило в основном по горизонтальной поверхности, хотя часто моллюски двигались и по вертикальной стенке аквариума, достигая поверхности воды. Иногда особи длиной до 6-7 мм, достигнув поверхностной пленки воды,



перебирались на нее и продолжали двигаться по внутренней стороне пленки. В.И. Жадин [1946] отмечает, что движению моллюска по твердому субстрату и скольжению в перевернутом положении под пленкой поверхностного натяжения способствует своеобразная ямка на нижней поверхности ноги. Нам, к сожалению, скольжение по поверхностной пленке наблюдать не удалось, хотя имелись случаи, когда моллюск находился под поверхностной пленкой.

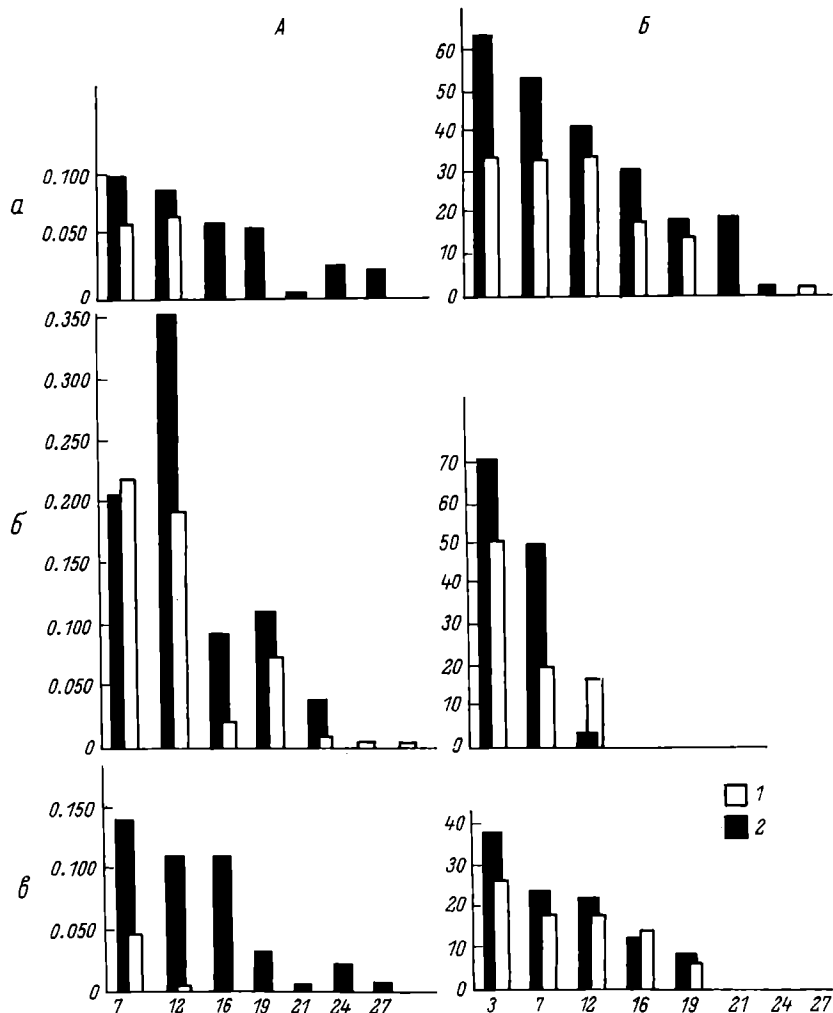
Нами определялась также средняя скорость движения моллюсков различных размерных групп на разных типах грунта (ил, песок, стекло) в дневное и ночное время. На всех грунтах с увеличением размеров животных скорость их движения уменьшалась как в дневное, так и в ночное время. Отмечалось, что ночью моллюски более подвижны, чем днем. Это наблюдалось также Т.Г. Шевченко [1949]. Во многих случаях, особенно на иле, днем дрейссена почти не двигалась (кроме особой первой размерной группы). Скорость ее движения была наибольшей на песке, хотя для различных возрастных групп резко отличалась.

В аналогичных условиях определялась скорость движения моллюсков различных размерных групп во время их перемещения по субстрату. Выводы, полученные в предыдущих опытах, подтвердились, хотя абсолютные скорости движения моллюсков, определяемые только во время перемещения, во много раз превосходят средние скорости. Это происходит потому, что в основном моллюски сидят неподвижно, а меньшую часть времени передвигаются и при этом развивают довольно высокую скорость. В отличие от данных Т.Г. Шевченко [1949], отмечавшего, что на песке дрейссена почти не двигается, наши опыты показывают, что на этом субстрате моллюски перемещаются с большей скоростью, чем на других, причем преимущественно молодые особи; при увеличении размеров подвижность снижается. Так, максимальная средняя скорость (0.35 мм/мин, или 2.1 см/ч) была отмечена у моллюсков размером 11–14 мм в ночное время на песчаном грунте. Максимальная средняя скорость в дневное время суток (1.3 см/ч) наблюдалась также на песке, но у моллюсков размером в 5–10 мм (см. рисунок).

В эксперименте мы предлагали дрейссене и твердые субстраты (камень, кирпич, дерево). Однако, достигая их, животные переставали двигаться и прикреплялись биссусами, поэтому достоверных данных по скоростям на этих субстратах получить не удалось.

Колония дрейссен, как и отдельный организм, способна к передвижению. Френцель [Frenzel, 1897a] наблюдал перемещение сростков дрейссен с наступлением зимы из мелководных участков в более глубокие места, причем движение колонии происходило вместе с камнем, который служил основанием для сростка. Он утверждал, что „колонии дрейссены всегда имеют стремление к их естественному первоначальному положению“ [Frenzel, 1897a, с. 149].

Нами в лабораторных условиях было отмечено движение всей колонии. Сростки моллюсков в количестве 20–30 особей располага-



Скорость движения *Dreissena polymorpha* Pallas в зависимости от размера, времени суток, грунта.

А - средняя, Б - абсолютная (вне остановок); а - стекло, б - песок, в - ил; 1 - дневное время, 2 - ночное время. По оси ординат - скорость, мм/мин, по оси абсцисс - размерные группы, мм.

лись в аквариуме, одна стенка которого была повернута к свету. Происходило прямолинейное равномерное движение всей колонии в противоположном от света направлении с одновременным вращением вокруг вертикальной оси. Шульц [Schulz, 1959] в лабораторных условиях наблюдал движение колоний также в большинстве

случаев с одновременным их вращением вокруг оси. При возвращении строктов в первоначальное положение движение снова повторялось в том же направлении. Вращение колонии вокруг вертикальной оси происходило чаще всего на 120° , иногда колония в течение 5 мин успевала повернуться на 220° и пройти расстояние 5 см, т.е. скорость движения была равна 1 см/мин. В другом случае колония дрейссен двигалась со скоростью 0.1 см/мин. Френцель [Frenzel, 1897a] писал, что особи, собравшиеся случайно, действуют как один организм. К сожалению, механизм их движения выяснить не удалось.

Представляют интерес наблюдения за процессом переворачивания моллюска. Животное всегда старается занять естественное положение, т.е. опереться брюшной стороной. Это легко удается, если вытянутая нога его находит какую-либо опору (другой моллюск, инойродный предмет, стенка сосуда). Если ее нет, моллюск долгое время (до 1 ч) ногой ощупывает ближайшее пространство, пытаясь найти опору. Не найдя ее, он подгибает вытянутую ногу под себя. Иногда это удается не сразу, но затем мышцы опершейся о грунт ноги сокращаются, раковинка наклоняется, еще мгновение — и животное переворачивается. Шульц [Schulz, 1959] изучал механизм переворачивания взрослого моллюска, имеющего уже искривленную редуцированную ногу. Он отмечает, что если положить на бок взрослого моллюска, то он не сможет перевернуться; значительное время животное будет крутиться и передвигаться, пока не достигнет вертикальной стенки аквариума, которая может служить опорой для ноги.

Влияние света на дрейсену изучалось в аквариуме с одной полностью затемненной стороной. Было отмечено тяготение моллюсков, особенно более подвижных, к затемненной части аквариума.

Наблюдения, проведенные в естественных условиях, также подтверждают, что сеголетки и годовики предпочитают более затемненные места и избегают прямого попадания света, осаждаясь обычно в пазухах или на обратной стороне листьев растений.

Л и т е р а т у р а

- Жадин В.И. Странствующая ракушка дрейссена. — Природа, 1946, № 5, с. 29–37.
- Шевченко Т.Г. О движении дрейссены. — Природа, 1949, № 9, с. 82–92.
- Frenzel I. Biologisches über Dreissena polymorpha Pallas. — Biol. Zbl., 1897a, Bd 17, N 1, S. 147–152.
- Frenzel I. Zur Biologie von Dreissena polymorpha Pallas. — Arch. gesamt. Physiol., 1897b, Bd 67, S. 163–188.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595.31:577.95

Р.Я. Братчик

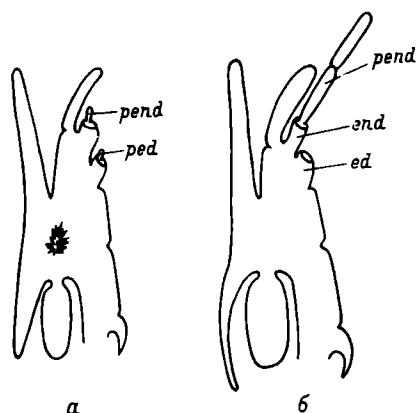
ЭНДИТАЛЬНЫЕ ОТРОСТКИ *Eocyclus orientalis*
DADAY (CRUSTACEA, CONCHOSTRACA, CYZICIDAE)

В качестве одного из основных отличительных признаков *Eocyclus orientalis* Dad Дадай [Daday de Dees, 1914] указал эндитальные отростки (*palpo enditali*) на первой паре ног у самок, отметив при этом отсутствие подобных образований на третьей паре ног у самцов (см. рисунок).

На примере *Cyzicus tetracerus* (Kryn.) Ботнарюком [Botnariuc, 1945] и Страшкрабой [Straskraba, 1965] показано, что эндитальные отростки едва ли возможно использовать в таксономических целях, так как даже в пределах одной популяции они могут присутствовать у одних особей и отсутствовать у других.

Нами изучены представители *Eocyclus orientalis* из 10 популяций. В случаях массовых сборов мы анализировали по 30 рачков, во всех остальных – весь имевшийся материал. Ниже приведены данные по количеству животных, имевших эндитальные отростки на первой паре ног у самок и третьей паре ног у самцов; в скобках указаны количества исследованных животных:

Место сбора	Самки	Самцы
Ростовская обл., г. Кагальник р/з „Взморье“	0(30)	0(19)
Краснодарский край, г. Горячий Ключ, р/з „Горячий ключ“, маль- ковый пруд	0(30)	11(21)
Краснодарский край, г. Горячий Ключ, р/з „Горячий ключ“, пруд № 5	0(30)	0(30)
Краснодарский край, г. Приморско- Ахтарск, р/з „Ахтарский“, маль- ковый пруд	0(30)	4(27)
Волгоградская обл., временный во- доем в окр. Волгограда	0(30)	3(10)



Строение ножек *Eocyclus orientalis*.

а - первая ножка самки, б - третья ножка самца; end - эндоподит, ed - эндит, pend - отросток эндоподита, ped - отросток эндита.

Место сбора	Самки	Самцы
Волгоградская обл., р/з „Ергенин-ский”	0(6)	0(4)
Дельта р. Волги, пруд осетрового завода	0(16)	0(1)
Кара-Калпакия, временный водоем в окр. Нукуса	2(3)	1(1)
Узбекистан, рисовое поле в окр. Ташкента	0(3)	3(5)
Узбекистан, временный водоем в окр. Самарканда	0(4)	0(4)

На основании полученных результатов можно заключить, что у *Eocyclus orientalis* Dad., как и у *Cyzicus tetracerus* (Kryn.), наличие эндитальных отростков подвержено внутривидовой изменчивости и в качестве отличительного признака вида использовано быть не может.

Л и т е р а т у р а

- Botnariuc N. Observations sur les sous-genres *Trichocyclus* Dad. et *Gymnocyclus* Dad. du group des Crustaces Phyllopo des. - Bull. Sect. Sci. Acad. Roum., 1945, t. 27, p. 704-713.
- Daday de Dees. E. Monographie systematique des Phyllopo des Conchostraces. - Ann. Sci. natur. Zool. et biol. anim. Ser. 9, 1914, t. 20, p. 39-330.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 595:771:577.812(083.71)

Р.А. Родова

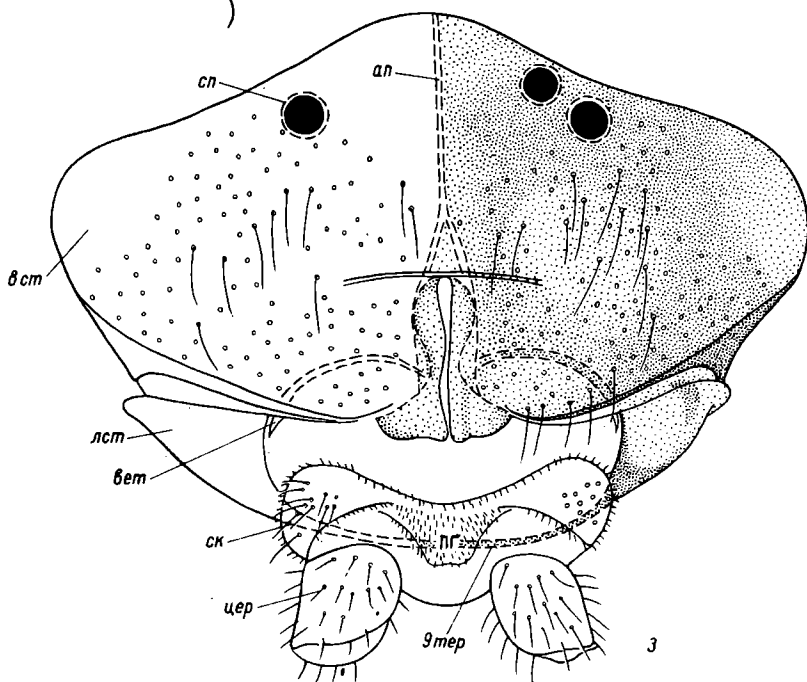
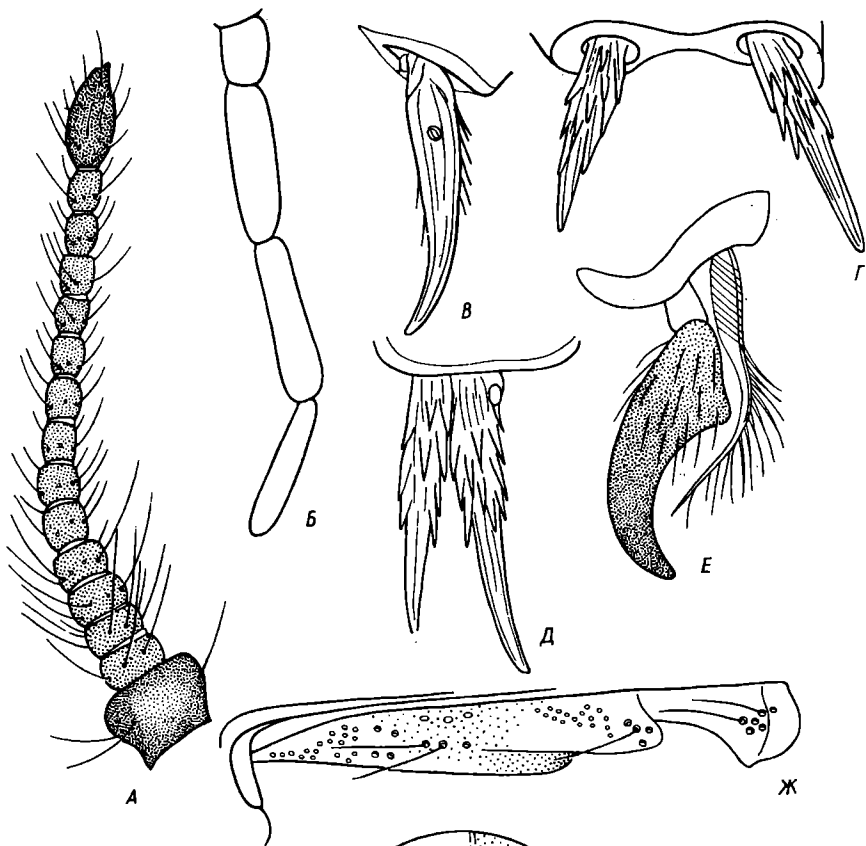
САМКИ ХИРОНОМИД (DIPTERA, CHIRONOMIDAE). XX

Изучение самок хирономид подсемейства *Tanypodinae* было начато нами в 1971 [Родова, 1971] и продолжено в 1974 г. [Родова, 1974]. Настоящее сообщение посвящено виду *Anatopynia plumipes* (Fries) (см. рисунок). Длина — 5.0–5.5 мм, крыло — 5.5 мм. Окраска черно-коричневая. Голова коричневая, швы затылочного склерита черные. Теменные щетинки многочисленные, разбросанные. Глаза черные, верхние края глаз вытянуты друг к другу. Антеннальное кольцо темное, с несколькими щетинками. Антенна 14–15-члениковая (2-й членик иногда не полностью разделен), темно-коричневая; 1-й и последний членики черные. На 1-м членике находится несколько щетинок, последний — с небольшим грифелем на вершине и одной щетинкой. В остальном хетом антенны обычный для таниподин. Клипеус крупный, с многочисленными, довольно равномерно расположенными щетинками. Верхняя губа небольшая. Максиллярные щупики коричневые, 2-й и 3-й членики примерно одного размера, 4-й немного короче и гораздо тоньше 2-го и 3-го.

Переднеспинка светло-коричневая, посредине глубоко разделена, латерально с щетинками. Среднеспинка темно-коричневая, с полосами, заметными на материале, просветленном в 10%-ном КОН. Щетинки среднеспинки многочисленные, разбросанные. Супрааларных щетинок 9. Щиток коричневый, относительно узкий, покрыт многочисленными разбросанными щетинками. Постнотум в передней половине, бока мезостернума и плевры со щетинками.

Ноги темно-коричневые, немного светлее окрашены базальные 2/3 бедер и середина голеней. Вершины голеней с шиповидными, без боковых зубцов, шпорами. Передние голени с одной шпорой, средние и задние — с двумя. Гребешок на задней голени отсутствует. Пульвиллы не развиты.

Крылья без пятен, с небольшим количеством макротрихий на дистальном конце, $Costa$, R_1 , R_2 , R_{4+5} , $r-m$ коричневые.



Costa заходит за R_{4+5} более, чем на длину $r-m$; $f-cu$ слегка базальнее $m-cu$, без стебелька. Рукоятка R коричневая, с обычными группами сенсилл в базальной, дистальной частях и посередине, с 3 группами щетинок ($7 + 4 + 6$). Промежуточный склерит небольшой, светлый. Крыловая и грудная щетки четкие, коричневые. Жужжальце светлое, коричневатое, с рядом щетинок на головке.

Брюшко коричневое, тергиты темнее стернитов. 8-й стернит окрашен гораздо темнее остальных. Щетинки на нем расположены разбросанно по всей поверхности, кроме середины и боков переднего края. Сперматеки в числе 3, черные, шаровидные, с небольшой светлой шейкой, сравнительно с другими видами таниподин очень малы. По Фитткау [Fittkau, 1962], сперматеки черноватые, овальные. Аподема (9-й стернит) затемнена. Концы ветвей заостренные, прилегают к боковому краю латеростернита. Латеростерниты коричнево-черные, крупные, без щетинок. 9-й тергит в виде узкой темной склеротизованной полосы. Склериты 10-го тергита светлые, крупные, с большим числом светлых щетинок. Постгенитальная пластинка и церки окрашены так же, как склерит 10-го тергита. Постгенитальная пластинка покрыта короткими шипиками. Церки в виде продольных согнутых лопастей.

Л и т е р а т у р а

- Родова Р.А. Личинка и самка *Telmatopelopia nemorum* (Goetghebuer, 1921) (Diptera, Chironomidae). - В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., Наука, 1971, с. 144-151.
- Родова Р.А. Самки хирономид (Diptera, Chironomidae) X. - В кн.: Биология и продуктивность пресноводных беспозвоночных. Л., Наука, 1974, с. 154-194.
- Fittkau E.J. Die Tanypodinae. Berlin, Akademie-Verlag, 1962.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Anatopynia plumipes.

А - антенна, Б - максиллярный щупик, В - шпора передней голени, Г - шпоры средней голени, Д - шпоры задней голени, Е - вершина лапки, Ж - рукоятка R , З - конец брюшка снизу; ап - аподема (9-й стернит), вет - ветви аподемы, лст - латеростернит, пг - постгенитальная пластинка, ск - склериты 10-го тергита, сп - сперматеки, 8 ст - 8-й стернит, 9 тер - 9-й тергит, цер - церки.

А.М. Андреева

ОВОГЕНЕЗ СИНЦА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Abramis ballerus (L.) – один из основных компонентов икhtiофауны Рыбинского водохранилища. Описание его овогенеза отсутствует, хотя такие сведения необходимы для детального изучения биологии этого вида, рациональной организации промысла, прогнозирования и охраны запасов.

В настоящем сообщении рассматривается половой цикл взрослых самок синца Рыбинского водохранилища в течение года. Сбор материала проводился в 1976–1978 гг. Всего исследовано 890 экз. рыб. При обработке материала применялись общепринятые гистологические методы. Препараты просматривались под микроскопом МБИ-6, фотосъемка производилась на МБИ-15.

Каждая стадия зрелости половых желез рыб характеризуется наличием определенного комплекса половых клеток. В последние 10–15 лет большое внимание уделяется описанию овоцитов цитоплазматического периода роста, в котором исследователи выделяют несколько фаз. Эта периодизация основана на сезонном изменении морфологии видимых цитоплазматических структур, положения и состояния ядра. У синца Рыбинского водохранилища эти фазы могут быть охарактеризованы следующим образом.

I фаза. Диаметр овоцитов не превышает 37 мкм. Снаружи они окружены тонкой желточной оболочкой. Цитоплазма мелкозернистая, гематоксилином окрашивается слабо. Ядро округлой формы, локализуется эксцентрично. Его диаметр равен 28,1–29 мкм. Ядерная оболочка хорошо заметна. Единичные глыбки хроматина расположены пристенно. Кариоплазма мелкозернистая.

II фаза. Диаметр овоцитов 42–46 мкм, цитоплазма мелкозернистая. В ней образовалась циркумнуклеарная зона в виде темноокрашенного прерывистого кольца, окружающего ядро. Диаметр ядра достигает 30–31,5 мкм. По его периферии на некотором расстоянии друг от друга располагаются ядрышки. В зернистой кариоплазме расплывлены глыбки хроматина.

III фаза. Диаметр овоцитов колеблется от 59,6 до 62,7 мкм. Циркумнуклеарная зона сплошным кольцом окружает ядро, локализуясь эксцентрично. Диаметр его не превышает 38–40 мкм. Ядрышки прилегают к оболочке ядра. Кариоплазма крупнозернистая (см. рисунок, а).

IV фаза. Максимальные размеры овоцитов 130,4–132,2 мкм. Снаружи они окружены одним рядом фолликулярных клеток. Циркумнуклеарная зона в виде рыхлого кольца расположена периферийно. Ее максимальная толщина 26,6 мкм, минимальная – 13,1–14. Ядро диаметром 65,1 мкм расположено эксцентрично. Размеры и форма ядрышек неодинаковы, локализуются в непосредственной

близости к оболочке ядра. Их размеры варьируют от 2.6 до 7.5 мкм. Кариоплазма крупнозернистая (см. рисунок, б).

У фаза. Диаметр яйцеклетки 140–142.3 мкм. Циркумнуклеарная зона начинает фрагментироваться; ее края становятся неровными, фестончатыми. Она обнаруживает базофилию и на фоне остальной цитоплазмы выглядит окрашенной более интенсивно. За циркумнуклеарной зоной расположен слой гомогенной цитоплазмы. Диаметр ядра 59–60.4 мкм. В зернистой кариоплазме расположены ядрышки различной величины в количестве 27 в одном ядре (см. рисунок, в).

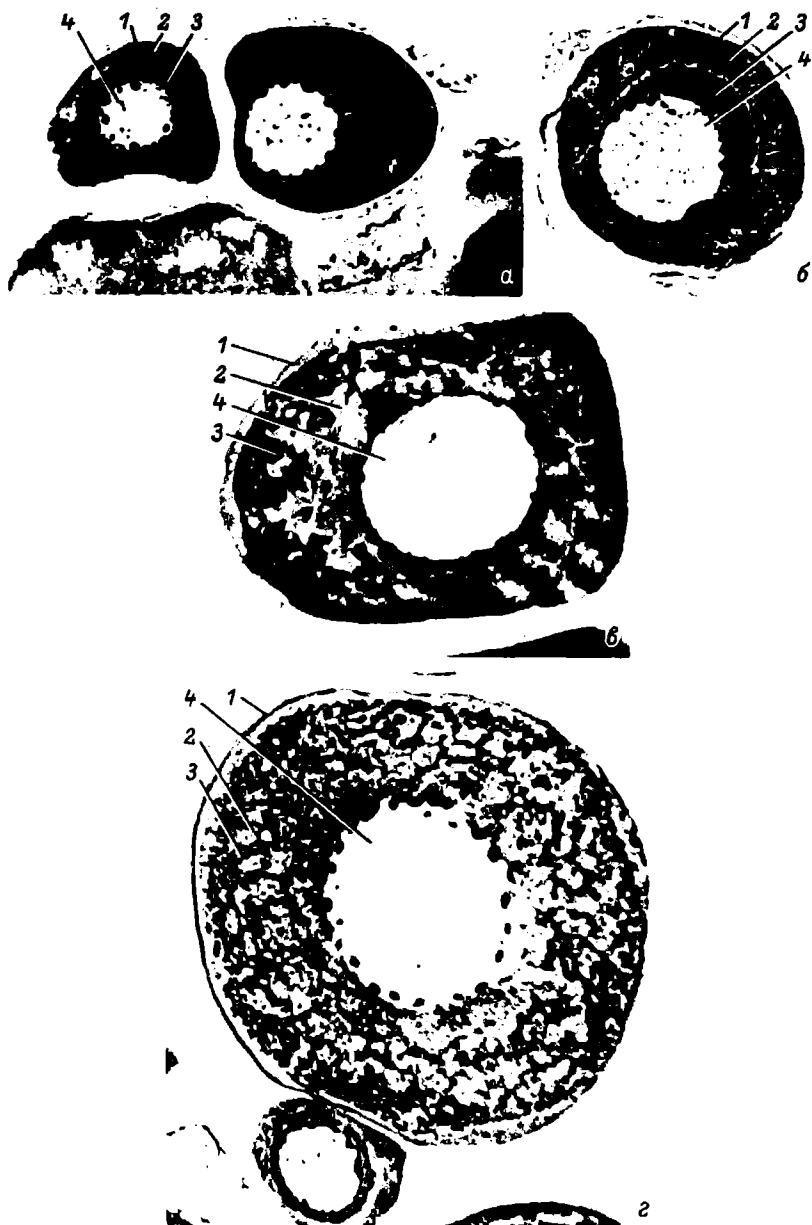
У1 фаза. Диаметр овоцитов колеблется от 172.1 до 176.4 мкм. Крупные, базофильно окрашенные фрагменты циркумнуклеарной зоны распределяются по всей мелкозернистой цитоплазме. Диаметр ядра 73–76.6 мкм. По его периферии располагаются от 24 до 27 ядрышек. Их размеры не превышают 4.4 мкм. Кариоплазма мелкозернистая (см. рисунок, г).

УII фаза. Диаметр овоцитов равен 243.1–251 мкм. Они окружены снаружи слоем фолликулярных клеток. Циркумнуклеарная зона распадается на тонкие нитевидные образования в начале фазы и становится зернистой в ее конце. Ядро овальной формы, локализовано центрально. Его продольная ось равна 132.5 мкм, поперечная – 105.3 мкм. По периферии ядра на незначительном расстоянии друг от друга расположены ядрышки. Их диаметр не превышает 5.6 мкм. В центре мелкозернистой кариоплазмы распылены незначительные глыбки хроматина. Эта фаза знаменует окончание прохождения овоцитами периода цитоплазматического роста (см. рисунок, д).

Нерест синца Рыбинского водохранилища проходит в разные годы в неодинаковые сроки, но всегда на 7–12 сут раньше, чем у леща. Так, 1976 г. был холодный, и нерест происходил с 7 по 16 мая. В 1977 г. весна была более ранняя, и уже 4–5 мая в уловах встречались отнерестившиеся особи. По-видимому, массовый нерест происходил с 28 апреля по 2 мая. В 1978 г. синец нерестился с 7 по 9 мая.

После нереста в период весенней миграции к местам нагула в яичниках синца происходят значительные изменения морфологии овоцитов. Спавшие фолликулы и „остаточная икра” резорбируются и постепенно преобразуются в компактные атретические тела. Одновременно происходит развитие очередной генерации овоцитов, которые будут выметаны в следующем году. У большинства самок сразу же после нереста присутствуют овоциты IY–V, V–VI и даже УI–УII фазы цитоплазматического роста, составляющие основу очередной генерации. „Резервный фонд” представлен младшими фазами цитоплазматического роста (I–III) и оогониями. Такая картина характерна для УI–II стадии зрелости яичников. Она наблюдается не более 2–2.5 нед.

Начиная с конца 2-й декады мая и до первых чисел июня в половых железах протекают изменения, характерные для II стадии



Гистологическое строение овоцитов цитоплазматического и трофоплазматического роста синца Рыбинского водохранилища.

а - III фаза (здесь и далее: Буэн, Маллори, гематоксилин Эрлиха и пикроиндигокармин, об. 20х, ок. 7х), б - IV фаза, в - V фаза,



Рисунок (продолжение).

г - УІ фаза, д - УІІ фаза, е - начальная стадия вакуолизации цитоплазмы, ж - середина стадии вакуолизации цитоплазмы (здесь и далее об. 9х, ок. 7х), з - стадия наполнения глыбковидным желтком: 1 - оболочка, 2 - цитоплазма, 3 - циркумнуклеарная зона, 4 - ядро, 5 - вакуоли, 6 - глыбки желтка.



Рисунок (продолжение).

зрелости. Морфологически гонады хорошо заметны, но отдельные икринки не просматриваются. Для этой стадии характерен следующий комплекс овоцитов: 1) следы прошедшего нереста, которые заметны на гистологических препаратах в виде плотных комочков - атретических тел; 2) старшая генерация, представленная У-VII фазами малого роста, и 3) резервный фонд.

Начиная с середины 1-й декады июня и до начала 3-й декады июля овоциты проходят стадию вакуолизации цитоплазмы, когда отдельные икринки в яичнике можно рассмотреть невооруженным глазом. Это III стадия зрелости гонад. Начальный этап трофоплазматического роста характеризуется образованием вакуолей в периферийной зоне овоцита (см. рисунок, е).

По мере прохождения стадии происходит увеличение диаметра овоцитов до 480-484 мкм. В таких овоцитах свободной от вакуолей остается зона, окружающая ядро. Диаметр ядра колеблется от 162 до 168 мкм. Оно локализуется центрально. В мелкозернистой кариоплазме в непосредственной близости к оболочке располагаются ядрышки овальной формы. Их диаметр не превышает 3.5 мкм. Кроме старшей генерации, находящейся в различных стадиях вакуолизации, в яичнике имеются овоциты I-V фаз малого роста и оогонии (см. рисунок, ж).

Начиная с 3-й декады июля икринки приобретают характерный желтовато-оранжевый цвет. Объем гонад значительно увеличивается. Начинается отложение „белкового желтка“, что знаменует переход яичников в IV стадию зрелости. Диаметр овоцитов, проходящих стадию начального желткообразования, колеблется от 679 до 686 мкм. Снаружи яйцеклетка окружена одним слоем клеток фолликулярного эпителия. В собственной оболочке хорошо выражена зона *radiata*. В овоците за тонким слоем гомогенной цитоплазмы расположено ряд вакуолей. Остальное пространство заполнено глыбками желтка различной формы и величины. Ядро диаметром 196 мкм локализуется центрально. Оно окаймлено базофильно окрашенной цитоплазмой. Значительное количество ядрышек занимает периферийное положение в зернистой кариоплазме. Помимо овоцитов стадии желткообразования в яичнике имеются ранние фазы малого роста и оогонии. Размеры дефинитивных овоцитов (март) колеблются от 820 до 870 мкм (см. рисунок, з).

У стадия зрелости кратковременна. Она характеризуется свободным вытеканием икры из полости тела и наблюдается непосредственно в период нереста. Форма яйцеклеток овальная. Продольная ось равна 924-937 мкм, поперечная - 720-726 мкм. В оболочке яйцеклетки сформирован студенистый слой. Толщина всей оболочки - 12-13.5 мкм. Периферийная вакуолизированная цитоплазма составляет 40.2-48 мкм. Остальное пространство овоцита заполнено округлыми глыбками желтка разных размеров. Оболочка ядра исчезает. Кариоплазма сливается с цитоплазмой. Происходит редуционное деление хромосомного аппарата.

В зависимости от температурного режима водных масс сроки прохождения отдельных стадий зрелости синца в плесах Рыбинского водохранилища могут несколько сдвигаться.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.0/5-11

В.М. Володин

ПЛОДОВИТОСТЬ МАССОВЫХ ВИДОВ РЫБ
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.

2. ПЛОДОВИТОСТЬ СИНЦА *ABRAMIS BALLERUS* (L.)

В Рыбинском водохранилище самцы синца начинают созревать в возрасте 5, а самки 6 лет, хотя некоторые поколения, видимо, могут созревать и в более раннем возрасте [Хашем, 1968]. На современном этапе формирования водохранилища возраст полового созревания синца в целом остался прежним [Юровицкий, 1958].

Соотношение полов в нерестовом стаде 1 : 1, но среди молодых производителей преобладают самцы, а с 10-летнего возраста — самки (табл. 1). Продолжительность жизни самцов редко превышает 12 лет, тогда как самки живут до 14 и больше. Как и у многих других видов рыб, на нерестилище самцы численно преобладают над самками. Так, например, в 1976 г. на нерестилище возле

Т а б л и ц а 1

Изменение соотношения полов в нерестовом стаде синца с увеличением возраста рыб (по данным 1976 г.)

Возраст рыб, годы	Количество самок, %	Число исследованных рыб, шт.
5	0	2
6	40.9	232
7	20.9	234
8	21.4	332
9	44.6	307
10	76.7	133
11	76.5	17
12	100	6
13	100	5
14	100	1

Т а б л и ц а 2

Изменение некоторых показателей воспроизводительной способности самок синца Рыбинского водохранилища с увеличением длины их тела

Показатели воспроизводительной способности	Длина тела рыб, мм									
	231-240	241-250	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300	301-310	311-320	321-330
Коэффициент зрелости годов над	10.1	12.3	12.2	15.2	16.7	17.5	18.7	16.2	19	16.9
Абсолютная плодовитость, тыс. шт.	13	17.8	21.5	26	31.5	37.3	41.8	38.6	52.5	50.9
Относительная плодовитость, шт./г	77	91	97	107	119	130	131	105	129	114
Диаметр икры, мм	1.39	1.37	1.38	1.43	1.44	1.44	1.47	1.46	1.48	1.48
Вес 1 икринки, мг	1.36	1.29	1.28	1.42	1.42	1.42	1.43	1.53	1.47	1.47
Число исследованных рыб, шт.	9	18	26	47	77	47	17	4	6	2

Таблица 3

Изменение некоторых показателей воспроизводительной способности самок сига Рыбинского водохранилища с увеличением веса тела

Показатели воспроизводительной способности	Вес тела без внутренностей, г									
	151-175	176-200	201-225	226-250	251-275	276-300	301-325	326-350	351-375	376-400
Коэффициент зрелости gonad	9.7	12.2	12.8	15.6	16.9	17.6	18.9	16.9	18.7	17.2
Абсолютная плодовитость, тыс. шт.	12.2	18	21.4	27.1	31.3	36.3	41	40	48.1	45.4
Относительная плодовитость, шт./г	74	94	100	111	118	126	133	117	130	114
Диаметр икры, мм	1.39	1.37	1.39	1.43	1.44	1.44	1.44	1.44	1.5	1.46
Вес 1 икринки, мг	1.36	1.25	1.3	1.41	1.45	1.4	1.43	1.44	1.42	1.5
Число исследованных рыб, шт.	8	17	30	51	67	43	19	7	3	4

Т а б л и ц а 4

Изменение некоторых показателей воспроизводительной способности самок синца Рыбинского водохранилища с увеличением их возраста

Показатели воспроизводительной способности и размеры рыб	Возраст рыб, годы							
	5+(6)	6+(7)	7+(8)	8+(9)	9+(10)	10+(11)	11+(12)	12+(13)
Длина тела l, мм	249	255	268	275	284	297	306	319
Вес тела без внутренностей, г	197	219	247	263	291	336	376	420
Коэффициент упитанности, по Кларк	1.27	1.32	1.28	1.27	1.27	1.29	1.32	1.3
Коэффициент зрелости гонад	10.7	13.4	15.5	17.1	17.9	19.3	16.5	18
Показатель относительной плодовитости, шт./ (г · мм)	0.34	0.38	0.42	0.44	0.44	0.44	0.36	0.39
Абсолютная плодовитость, тыс. шт.	16.9	21.4	28	31.6	36.6	44.3	42.1	52.1
Относительная плодовитость, шт./г	87	97	112	120	126	132	112	124
Диаметр икры, мм	1.37	1.39	1.43	1.45	1.44	1.5	1.46	1.46
Вес 1 икринки, мг	1.29	1.31	1.40	1.44	1.42	1.49	1.48	1.45
Число исследованных рыб, шт.	40	19	31	85	63	5	5	6

пос. Борок количество самок в уловах составило всего 37.9%, а самцов – 62.1%.

Материалы по плодовитости синца Рыбинского водохранилища собраны на Волжском плесе весной 1976 г. Обработка гонад производилась по общепринятой весовой методике [Анохина, 1969]. Всего на плодовитость исследовано 253 самки.

Абсолютная плодовитость самок рыбинского синца колеблется от 7 тыс. у наиболее мелких до 62 тыс. икринок у крупных особей и составляет в среднем 34 тыс. Относительная плодовитость равна в среднем 112 икринок на 1 г веса тела без внутренностей при колебаниях от 49 до 177 шт./г. Плодовитость и размеры икринок у рыб с разной длиной тела, весом и возрастом представлены в табл. 2-4.

Плодовитость одноразмерных особей на Волжском плесе в настоящее время среди молодых рыб выше, чем в 1953 г. [Сергеев и др., 1956], а у рыб с длиной тела более 30 см, наоборот, уменьшилась. Эти изменения, по-видимому, связаны с общими изменениями структуры популяции синца в Рыбинском водохранилище, начало которых на Моложском плесе отмечено еще в 1968 г. [Хашем, 1968].

Л и т е р а т у р а

- Анохина Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб. М., Наука, 1969, 295 с.
- Сергеев Р.С., Пермитин И.Е., Ястребков А.А. О плодовитости рыб Рыбинского водохранилища. – Тр. биол. ст. „Борок“, 1956, вып. 2, с. 278–300.
- Хашем М.Т. Состояние популяции синца *Abramis ballerus* (L.) в Моложском отроге Рыбинского водохранилища. – Вопр. ихтиол., 1968, т. 8, вып. 5 (52), с. 858–868.
- Юровицкий Ю.Г. О факторах, определяющих численность синца в Рыбинском водохранилище. – Зоол. журн., 1958, т. 37, вып. 12, с. 1861–1866.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

Т.С. Ж и т е н е в а

О ЗНАЧЕНИИ ОЛИГОХЕТ В ПИТАНИИ ЛЕЩА
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Малощетинковые черви – один из постоянных компонентов донной фауны Рыбинского водохранилища. В различные периоды существования водоема численность и биомасса олигохет испытывали значительные колебания. В 1953–1968 гг. средние весенние и осенние биомассы олигохет на наиболее продуктивных серых илах равнялись 0,835–3,549 г/м², в 1968–1978 гг. произошел значительный рост биомассы – до 5,11–13,70 г/м² [Поддубная и др., 1971; Митропольский, 1978]. При исследовании питания леща в Рыбинском водохранилище в 1954 г. в составе содержимого кишечника, состоящего главным образом из детрита, были встречены только шетинки олигохет [Житенева, 1958]. В 1975 г. в содержимом кишечника леща Волжского плеса водохранилища были обнаружены целые особи червей. Косвенным путем было определено, что в одном кишечнике содержится 1,5 г олигохет [Баканов, Стрижникова, 1979].

Предложенная нами методика учета олигохет в содержимом кишечника леща, основанная на визуальной оценке соотношения олигохет, детрита и слизи, и учета объемного веса каждого из них позволяет определить весовое соотношение данных компонентов в питании рыб [Житенева, 1971]. Эта методика была применена для выяснения роли малощетинковых червей в питании леща разных биотопов Рыбинского водохранилища в 1977–1978 гг.

Приводимые ниже данные об использовании олигохет относятся к лещу на этапе развития К, т.е. в основном к половозрелым особям длиной от 265 до 410 мм (6–17 лет). Нагул рыбы происходил на русловых участках водохранилища, где грунты представлены серым, серым песчанистым и переходным илом. Количественной обработке было подвергнуто 506 кишечника.

Присутствие в пищеварительном тракте рыб большого количества грунта (32% от веса) и слизи (до 33%) не препятствует определению доли олигохет в содержимом кишечника при работе со стереоскопическим микроскопом (МБИ-1, ок. 8х, об. 2х, проходящий свет, искусственное освещение). Кутикулы олигохет со шетинками были обнаружены не только в переднем, но и в среднем и заднем отделах кишечника. Это противоречит мнению ряда исследователей, отмечающих плохую различимость олигохет в пище рыбы и быструю их перевариваемость [Григалис, 1972; Стругач, 1974]. Следует отметить, что изучение перевариваемости олигохет рыбами проводилось на чистой культуре червей [Галинский, Никитин, 1972; Григалис, 1972]. В естественных условиях в кишечниках леща олигохеты находятся вместе с другими кормовыми

Использование олигохет лещом на этапе развития К в Рыбинском водохранилище

Район, грунт	Май			Июнь		
	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	% от веса животной пищи	частота встречае- мости, %	индекс, ‰	% от веса животной пищи
Волжский плес, 1977 г.: русло, серый ил правобережная пойма, серый ил левобережная пойма, пе- счанистый серый ил	97	19.9	33	96	9.3	25.3
	80	30.6	36.4	84	7.4	11.9
	60	13.5	21.6	30	4.5	23.1
Главный плес, 1978 г.: русло, серый ил Шекснинский плес, 1978 г.: русло, переходный ил	-	-	-	-	-	-
	100	10.8	38.8	83	21.6	60

Т а б л и ц а (продолжение)

	Июль			Август			Сентябрь		
	частота встрече- чаемо- сти, %	индекс, ‰	% от ве- са жи- вотной пищи	частота встрече- чаемо- сти, %	индекс, ‰	% от ве- са жи- вотной пищи	частота встрече- чаемо- сти, %	индекс, ‰	% от ве- са жи- вотной пищи
Район, грунт Волжский плес, 1977 г.: русло, серый ил правобережная пойма, серый ил левобережная пойма, песчанистый серый ил Главный плес, 1978 г.: русло, серый ил Шекснинский плес, 1978 г.: русло, переходный ил	94.0	22	42	78	25.7	45.4	88	12.3	19.2
	-	-	-	100	14.7	26.0	71	8	45
	100	22	47	63	2.5	8.3	75	2.5	7
	88	14.4	53	50	14	49.6	100	14.4	49
	-	-	-	-	-	-	79	14.8	25.3

Пр и м е ч а н и е. ‰ - проципимилле, 0,1 проципимилле.

объектами и грунтом. Скорость их переваривания при этом не установлена.

В пище рыб были встречены все представители олигохет, обитающие в биотопах серого, серого песчанистого и переходного ила: *Isochaetides newaensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Euiliodrilus moldaviensis* и другие виды [Поддубная и др., 1971]. В биотопах отмеченного типа олигохеты встречались в пище большинства исследованных рыб. Частота встречаемости червей только в одном (левобережная пойма, июнь) из 20 наблюдений составила 30%; как правило, она была значительно выше 50%.

Частные индексы наполнения кишечника по олигохетам дают возможность подсчитать количество червей, используемых рыбой (см. таблицу). Наиболее высокое потребление их наблюдалось в биотопе серого ила в русле и в правобережной пойме Волжского плеса и переходного ила – в русле Шекснинского плеса. В биотопе серого ила на Главном плесе и песчанистого серого ила на Волжском индексы по олигохетам несколько ниже, чем в первых районах. Интенсивность использования олигохет лещом (кроме района Главного плеса) коррелирует с их биомассой на грунтах указанного типа [Поддубная и др., 1971; Митропольский, 1978]. В среднем в русле Волжского плеса в кишечнике одного леща в мае содержалось 0,7–2,3 г червей, в июне – 0,7–1,9 г, в июле – 0,4–3,9 г, в августе – 0,8–2,5 г. Колебания в каждом из месяцев объясняются неравномерностью использования червей в разные часы суток.

Олигохеты в течение всего периода откорма играли (по весу) роль дополнительной пищи леща, основную массу составляли личинки хирономид. Сравнение современного уровня использования олигохет лещом с уровнем 1954 г. и анализ многолетних данных по динамике бентоса на русловых участках водоема [Поддубная и др., 1971; Митропольский, 1978] позволяют полагать, что значительное увеличение содержания червей в пище рыб произошло в конце 60-х–начале 70-х гг. Увеличение количества олигохет в пище леща русловых районов следует считать важным для его откорма в таком бедном по составу кормового бентоса водоеме, как Рыбинское водохранилище [Ляхов, Мордухай-Болтовской, 1974].

Л и т е р а т у р а

- Баканов А.И., Стрижникова Л.Н. О связи между изменениями кормовой базы и питанием леща *Abramis brama orientalis* Berg. в Волжском плесе Рыбинского водохранилища. – *Вопр. ихтиол.*, т. 19, вып. 1 (114), 1979, с. 134–141.
- Галинский В.Л., Никитин В.Ф. К методике учета олигохет в кишечнике рыб. – В кн.: *Водные малощетинковые черви (систематика, экология, исследование фауны СССР)*. М., Наука, 1972, с. 167–176.
- Григалис А.И. Потребление *Tubifex tubifex* (Müller) и

- Enchytraeus albidus* Henle сеголетками карпа. – В кн.: Водные малощетинковые черви (систематика, экология, исследование фауны СССР). М., Наука, 1972, с. 177–180.
- Житенева Т.С. О питании леща в Рыбинском водохранилище. – Тр. биол. ст. „Борок“, 1958, вып. 3, с. 259–272.
- Житенева Т.С. К методике количественного учета олигохет в пище леща верховьеволжских водохранилищ. – В кн.: Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. Л., ГосНИОРХ, 1971, с. 49–51.
- Ляхов С.М., Мордухай-Болтовской Ф.Д. Современное состояние бентоса волжских водохранилищ. – В кн.: Волга-2. Л., Наука, 1974, с. 112–118.
- Митропольский В.И. Состояние зообентоса Рыбинского водохранилища в 1973 г. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1978, № 39, с. 18–22.
- Поддубная Т.Л., Митропольский В.И., Шилова А.И., Зеленцов Н.И. Донная фауна Рыбинского водохранилища по материалам 1968 г. – В кн.: Биология и физиология пресноводных организмов. Л., Наука, 1971, с. 42–56.
- Стругач М.Б. Состояние бентоса Псковско-Чудского водоема (по материалам 1967 г.). – Изв. ГосНИОРХ, 1974, т. 83, с. 51–61.

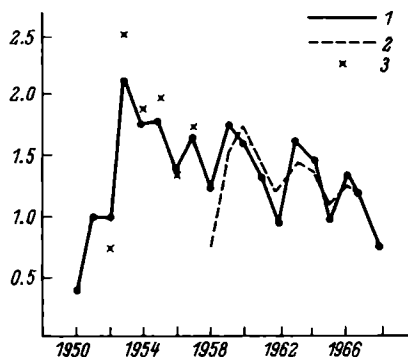
Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597.554.3:574.34

А.С. Стрельников, В.Г. Терещенко,
А.Г. Конобеев, Н.В. Касьянова

ЧИСЛЕННОСТЬ ПОКОЛЕНИЙ И ВОЗМОЖНЫЕ УЛОВЫ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* L. В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Исследования, позволяющие уточнить состояние промысловых запасов рыбы в Рыбинском водохранилище, осложняются некоторыми особенностями рельефа дна. Значительная закоряженность ограничивает возможность повсеместного применения тралового лова на этом водоеме. В связи с этим экспериментальный траловый лов производится по руслам рек на 17 стандартных станциях, наиболее характерных для акватории водоема. При определении численности поколений промысловых видов рыб предыдущими исследователями обычно использовались сведения о возрастной структуре промысловых стад из промысловых уловов [Остроумов, 1955; Гордеев, 1971].



Численность поколений леща
Рыбинского водохранилища.

1 — по данным траловых уловов, 2 — по данным промысловых уловов, 3 — расчетные данные. По оси ординат — численность, млн. экз.; по оси абсцисс — годы рождения поколений.

Мы попытались установить, в какой мере ограниченные возможности экспериментального тралового лова позволяют судить об общем характере изменений, происходящих в численности рыб, а также выяснить степень соответствия данных экспериментального тралового и сетного промыслового лова рыбы. Изучение этого вопроса удобно проводить на примере динамики численности промысловой части поколений леща Рыбинского водохранилища, являющегося наиболее доступным для отлова и сетями и тралами.

Расчет величины промысловой части поколений проводился по убыли от лова [Дементьева, 1976] отдельно для траловых и промысловых (сетных) уловов. В соответствии с процентным соотношением возрастных групп в пробах пересчитывалась вся доля поколений, изъятая промыслом, с использованием для этого имеющихся данных о средних навесках и уловах леща за ряд лет. В общей сложности обработано 18 932 особи леща из траловых и 15 118 особей из промысловых уловов. Анализировалась численность промысловой части поколений 1950–1967 гг. Отмечаются значительные колебания численности поколений за рассматриваемый период (см. рисунок). Обращает на себя внимание сходный характер кривых, рассчитанных по данным траловых и промысловых уловов.

Для определения тесноты связи между оценками численности поколений леща, полученными на основании траловых и сетных уловов, применен корреляционный анализ. Так как рассматриваются одни и те же поколения, то связь между их оценками должна быть линейной. Поэтому в данном случае можно ограничиться вычислением коэффициента корреляции. Оказалось, что для промысловой части поколений 1958–1967 гг. рождения коэффициент корреляции равен 0.74 ± 0.23 . При уровне значимости $P = 0.02$ связь между этими оценками достоверна.

Таким образом, о величине промысловой части поколений можно судить как по данным траловых, так и по данным промысловых сетных уловов. Исходя из этого, можно восстановить величину промысловой части поколений в том случае, когда сведения о возрастном составе рыб из промысловых уловов по каким-то причинам отсут-

ствуют, но имеются данные экспериментальных тралений. Так была восстановлена численность поколений леща за период с 1950 по 1957 г. (см. рисунок). Величина этих поколений определялась по уравнению регрессии, полученному на основании данных о численности поколений леща в 1958–1967 гг.:

$$Y = -0.36 + 1.33 X,$$

где Y – оценка величины поколения, млн. экз., по данным промысловых уловов, X – по данным траловых уловов. Относительная средняя арифметическая погрешность расчета по уравнению регрессии при этом равна 13%.

Полученные данные о колебаниях численности поколений леща в Рыбинском водохранилище свидетельствуют о том, что в последние годы для популяции леща характерны средние и малочисленные поколения. В связи с этим при рекомендациях по вылову леща, видимо, необходимо исходить из величины промысловой части средних поколений порядка 1.3–1.6 млн. экз., что по ихтиомассе составляет 8.5–12 тыс. ц в год.

Л и т е р а т у р а

- Г о р д е е в Н.А. Этапы формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища. – В кн.: Волга–1. Куйбышев, 1971, с. 244–254.
- Д е м е н т ь е в а Т.Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. М., Пищевая промышленность, 1976.
- О с т р о у м о в А.А. О возрастном составе стада и росте леща Рыбинского водохранилища. – Тр. биол. ст. „Борок“, 1955, вып. 2, с. 166–183.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.551

А.В. З а к о н н о в а, Т.Н. К у р д и н а,
В.Л. С к л я р е н к о

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОД ГЛАВНОГО ПЛЕСА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

При изучении структуры и динамики вод Рыбинского водохранилища установлено [Ершова, 1965, Эдельштейн, 1968; Буторин, 1969], что в водоеме постоянно присутствуют различные по генетической природе и физико-химическим характеристикам водные

массы. Особенно сложной структурой водной толщи отличается Главный плес водохранилища. Его акваторию заполняют несколько водных масс. Их взаимодействие между собой, с атмосферой и дном сопровождается трансформацией исходных и образованием новых водных масс.

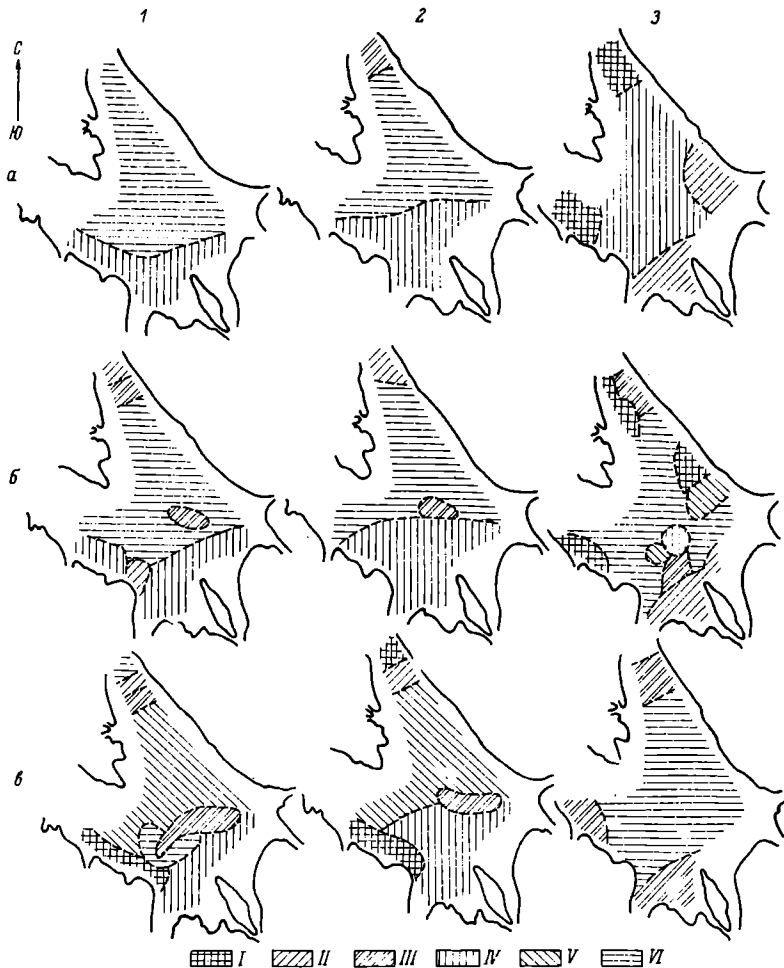
В настоящей работе предпринята попытка объективной классификации вод Главного плеса по комплексу характеристик. Для анализа использованы материалы трех гидрологических съемок, выполненных 14–20 февраля, 17–24 марта и 8 июня 1961 г. В качестве характеристик взяты электропроводность, цветность, жесткость и температура воды в 3 горизонтах: на глубине 0,5 м, на середине глубины станции и в горизонте 0,5 м выше дна. Каждая съемка представлена данными наблюдений на 23–25 станциях.

Выделение водных масс осуществлялось методом объективной классификации многомерных „объектов” Н.Г. Загоруйко [1972], позволяющим учитывать весь комплекс характеристик одновременно. Алгоритм этого метода, как и других эвристических методов классификации многомерных данных, построен на анализе взаимного расположения объектов в пространстве использованных характеристик. От других алгоритмов его отличает то, что анализ ведется по так называемой „кратчайшей связывающей сети” [Прим, 1961; Смирнов, Складенко, 1974].

По данным февральской съемки, в Главном плесе водохранилища выделилось 6 классов вод. Средние значения их характеристик и пространственное расположение на акватории водоема представлены соответственно в таблице и на рисунке. I класс составили воды придонного слоя северного и юго-западного участков плеса. Они имели самые высокие значения температуры, электропроводности, жесткости и относительно большую цветность. Во II и III классы вошли воды среднего и придонного слоев северного и части центрального участков. Средние значения характеристик вод этих классов по сравнению с таковыми для I класса меньшие. Воды IV класса занимали всю толщу воды южного и большую часть юго-западного участков плеса. Они имели наибольшую цветность и наименьшую температуру. В V и VI классах оказались воды придонного, среднего и поверхностного слоев преимущественно центральной части плеса. Различаются они в основном температурой воды.

Эти же 6 классов вод установлены и по данным мартовской съемки (см. таблицу и рисунок). По сравнению с февралем электропроводность и температура вод I и II классов несколько повысились, а цветность понизилась. Характеристики вод III и IV классов почти не изменились, а в V и VI классах отмечено лишь некоторое повышение температуры воды.

В июне при сохранении числа классов вод существенно изменились средние значения их характеристик. По сравнению с мартом электропроводность и жесткость вод I–V классов снизились, а цветность большинства из них повысилась. Температура вод III и



Расположение классов вод в Главном плесе Рыбинского водохранилища.

Римские цифры – номера классов; 1 – февраль, 2 – март, 3 – июнь; а – поверхностный, б – средний, в – придонный слой водной толщи.

У I классов в этом месяце была примерно в 2 раза ниже, чем температура всех других вод плеса.

Результаты классификации показали, что по данному набору характеристик структура водной толщи в пределах Главного плеса представлена следующими классами вод: I – воды Мологи и Шексны, IY – воды Волги, Y и VI – образуют собственные воды водо-

Средние величины показателей вод разных классов
зимой и весной 1961 г.

Класс вод	Февраль			
	электропро- водность, мкСм/см	цветность, град.	жесткость, мг-экв/л	температура, °C
I	285	55	4.40	2.2
II	260	45	3.10	1.8
III	230	35	2.80	1.7
IV	220	60	2.60	0.3
V	190	30	2.70	2.5
VI	180	30	2.40	0.5

Класс вод	Март			
	электропро- водность, мкСм/см	цветность, град.	жесткость, мг-экв/л	температура, °C
I	340	45	3.85	2.6
II	265	35	3.05	2.4
III	220	45	2.55	1.5
IV	220	50	2.60	0.6
V	190	25	2.50	3.0
VI	170	25	2.05	1.0

Класс вод	Июнь			
	электропро- водность, мкСм/см	цветность, град.	жесткость, мг-экв/л	температура, °C
I	130	65	1.70	15.2
II	140	40	1.65	18.6
III	150	55	1.90	9.0
IV	170	25	2.15	21.5
V	175	20	2.00	14.3
VI	185	30	2.20	8.0

хранилища, различающиеся главным образом значениями температуры. Во фронтальных зонах располагаются смешанные воды – II и III классы, при этом во II классе содержание исходных речных вод больше, чем в III.

Описанная методика позволила уточнить вертикальную структуру водной толщи Главного плеса. Вопреки принятому мнению, в районах распространения моложских и шекснинских речных вод она оказалась весьма неоднородной. Воды этих рек занимали придонный слой водной толщи. В среднем и в подледном слоях над шекснинскими водами располагались соответственно смешанные и собственные воды водохранилища; над моложскими – смешанные и волжские воды. И только южная часть плеса, занятая волжскими водами, была однородной от поверхности до дна.

Не всегда имеет место сложная структура водной толщи, отмеченная зимой 1961 г. в северной и западной частях Главного плеса. В данном случае наличие ее обусловлено повышенным притоком волжских и моложских вод и малой сработкой водохранилища. При меньшем притоке и большей сработке водохранилища вертикальная структура вод на данных участках плеса может быть более однородной [Буторин, 1969]. В июне образование некоторых классов речных и водохранилищных вод было связано с температурной стратификацией. Так однородная по трем первым характеристикам водная масса водохранилища (см. таблицу) разделилась на 3 класса (IY–VI) по величине температуры в эпи-, мета- и гипolimнионе. Это характерно и для III класса вод, представленного придонными речными водами.

Полученные данные позволили уточнить особенности формирования структуры водной толщи Главного плеса Рыбинского водохранилища и тем самым дополнить имеющиеся сведения по этому вопросу.

Л и т е р а т у р а

- Б у т о р и н Н.В. Гидрологические процессы и динамика водных масс в водохранилищах Волжского каскада. Л., Наука, 1969. 320 с.
- Е р ш о в а М.Г. Распределение вод различного происхождения в Рыбинском водохранилище в весенний период. – В кн.: Динамика водных масс водохранилищ (в связи с распределением организмов). М.; Л., Наука, 1965, с. 45–54.
- З а г о р у й к о Н.Г. Методы распознаваний и их применение. М., Советское радио, 1972. 206 с.
- П р и м Р.К. Кратчайшие связывающие сети и некоторые обобщения. – Кибернетический сборник, 1961, № 2, с. 95–107.
- С м и р н о в Н.П., С к л я р е н к о В.Л. Классификация в гидрологии как задача теории распознавания. – В кн.: Факторы формирования водных масс и районирование внутренних водоемов. Л., Наука, 1974, с. 166–180.

Эдельштейн К.К. Динамика зоны смешения водных масс в водохранилище. – В кн.: Биологические и гидрологические факторы местных перемещений рыб в водохранилищах. Л., Наука, 1968, с. 31-47.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.162.047

О.Ф. Кондрацова

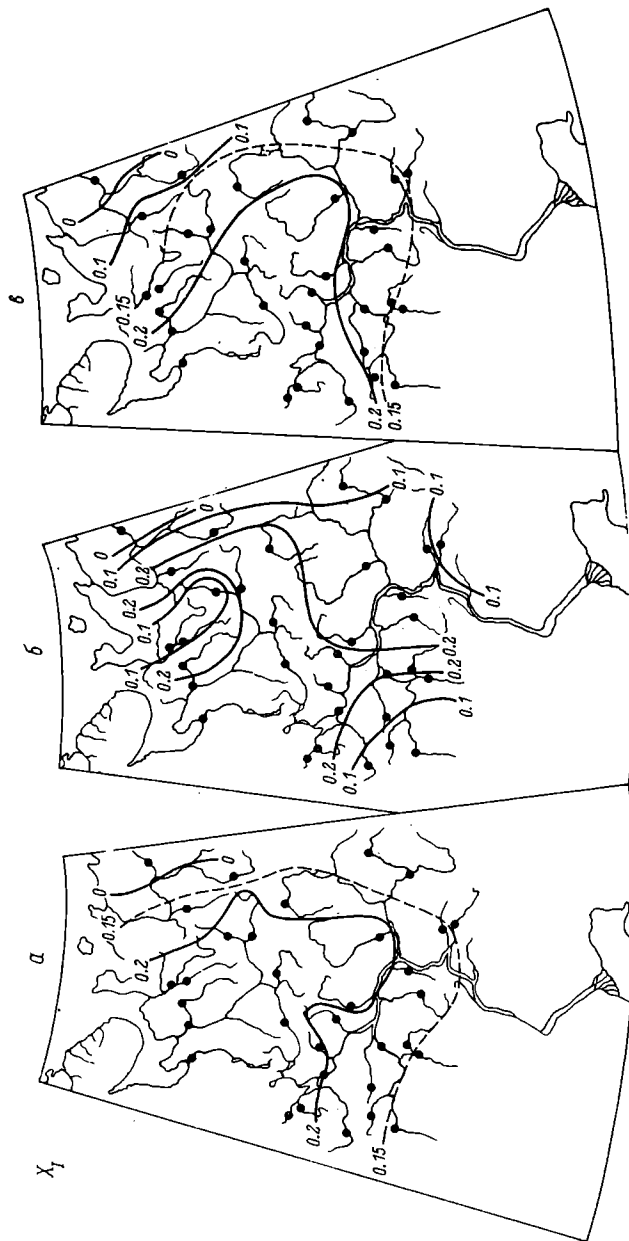
О СИНХРОННОСТИ КОЛЕБАНИЙ СТОКА РЕК СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЕТС И БАСЕЙНА ВОЛГИ

Анализ синхронности колебаний водности рек северной части ЕТС и бассейна Волги выполнен методом разложения полей стока по естественным ортогональным функциям [Багров, 1959; Мешерская и др., 1970]. Материал исследования включает данные об изменениях водности 33 рек, из которых 12 относятся к бассейну Баренцева и Белого морей и 21 – к бассейну Волги. При анализе использовались среднегодовые, средние зимней межени (январь–март) и средние за половодье (апрель–июнь) значения расходов воды за 1934–1973 гг. Расположение створов отмечено на рисунке точками.

Оценка разложения полей стока по 3 указанным наборам данных свидетельствует об относительно высокой сходимости разложения во всех 3 случаях (см. таблицу). Особенно это относится к среднегодовому и средневесеннему стоку. Более половины информации о колебаниях стока заключено в первых 2 векторах разложения и около 80% – в 5. Немногим хуже сходимость разложения зимнего стока, но и здесь 7 первых векторов исчерпывают 77% дисперсии.

На рисунке представлены поля 3 первых векторов разложения X_I , X_{II} и X_{III} , суммирующих от 55 до 68% информации об изменчивости стока за разные периоды года. Из анализа расчетных данных основные особенности колебаний исследуемых полей представляются следующим образом.

Наиболее характерной чертой колебаний стоковых полей следует признать асинхронность стока р. Усы. Изменения ее водности происходят в фазе, прямо противоположной фазам водности всех остальных рек, что справедливо как для среднегодового, так и для среднего зимнего и среднего весеннего стоков рек. Эта асинхронность, судя по конфигурации полей вектора X_I , присуща всем рекам, стекающим с Уральских гор, однако подтвердить данное предположение не представляется возможным из-за отсутствия необходимых рядов наблюдений по другим рекам.



Поля первых трех векторов разложения стока рек (X_I, X_{II}, X_{III}).

а - среднегодовой сток, б - средний за январь-март, в - средний за апрель-июнь
1934-1973 гг.

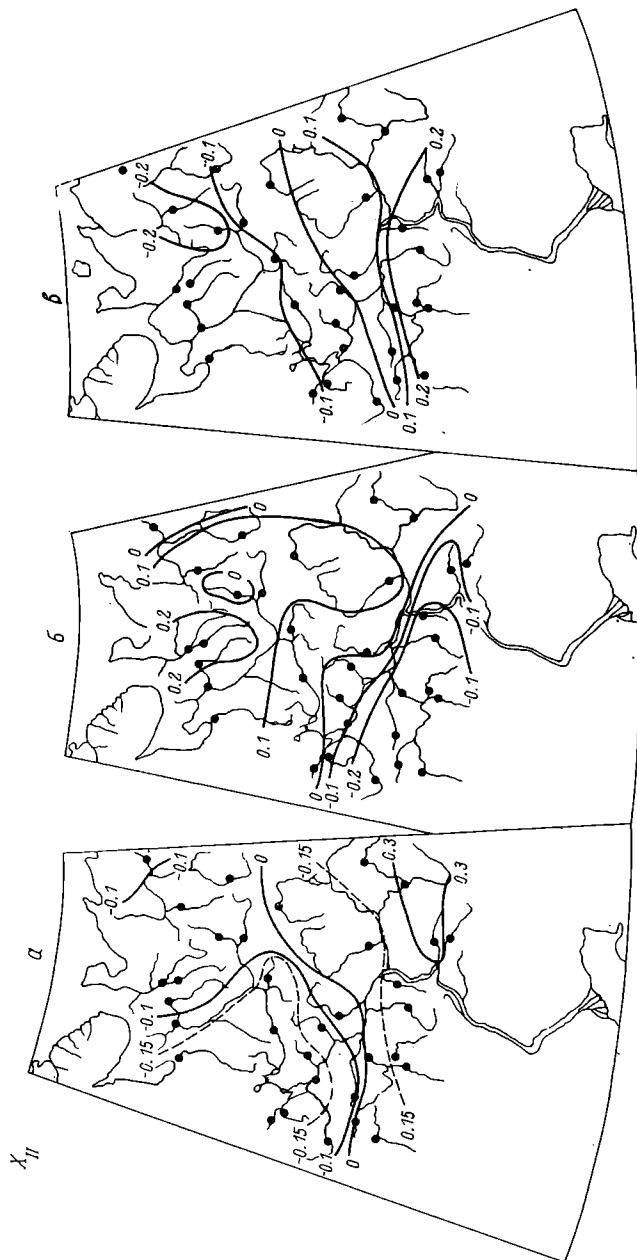


Рисунок (продолжение).

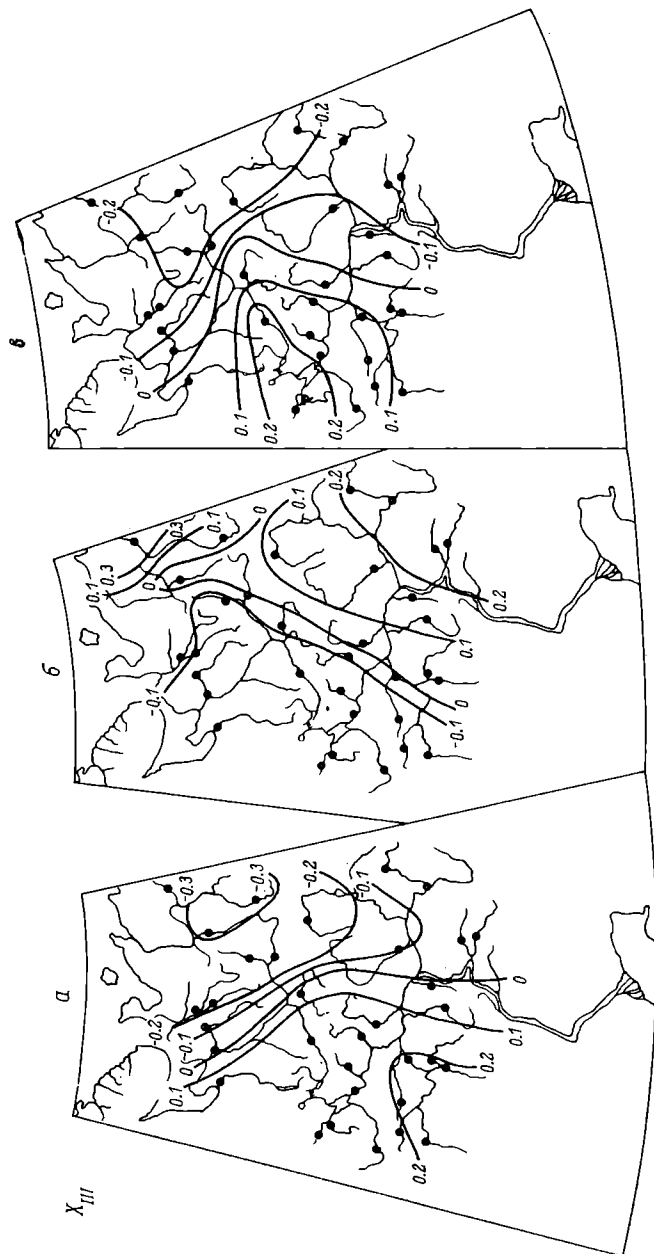


Рисунок (продолжение).

Оценка разложения полей стока

Среднегодовой					Средний весенний					Средний зимний				
j	x_j	$\frac{x_j}{\sum_1^{30} x_j}, \%$	$\frac{\sum_1^j x_j}{\sum_1^{30} x_j}, \%$	j	x_j	$\frac{x_j}{\sum_1^{30} x_j}, \%$	$\frac{\sum_1^j x_j}{\sum_1^{30} x_j}, \%$	j	x_j	$\frac{x_j}{\sum_1^{30} x_j}, \%$	$\frac{\sum_1^j x_j}{\sum_1^{30} x_j}, \%$	j	x_j	$\frac{x_j}{\sum_1^{30} x_j}, \%$
1	11.512	38.38	38.38	1	12.675	38.41	38.4	1	9.155	27.74	27.7	1	9.155	27.7
2	5.016	16.72	55.10	2	5.192	15.73	54.1	2	5.233	15.86	43.6	2	5.233	43.6
3	3.852	12.83	67.93	3	3.902	11.82	66.0	3	3.663	11.10	54.7	3	3.663	54.7
4	1.785	5.95	73.88	4	2.316	7.02	73.0	4	2.397	7.26	62.0	4	2.397	62.0
5	1.215	4.05	77.93	5	1.714	5.19	78.2	5	2.011	6.09	68.0	5	2.011	68.0
6	1.444	3.82	81.75	6	1.014	3.07	81.2	6	1.507	4.57	72.6	6	1.507	72.6
7	1.092	3.64	85.39	7	0.908	2.75	84.0	7	1.367	4.14	76.8	7	1.367	76.8
8	0.776	2.55	87.94	8	0.805	2.44	86.4	8	1.056	3.20	79.9	8	1.056	79.9
9	0.679	2.26	90.20	9	0.667	2.02	88.4	9	0.917	2.78	82.7	9	0.917	82.7
10	0.513	1.71	91.91	10	0.596	1.81	90.3	10	0.750	2.27	85.0	10	0.750	85.0
∑ ₃₀	0.002	0.007	100	33	0.0007	0.002	100	33	0.001	0.003	100	33	0.001	100

В остальном поля вектора X_I характеризуются относительной монотонностью колебаний водности рек, особенно в северо-западной части рассматриваемой территории. Незначительный сдвиг по фазе колебания расходов заметен лишь у южных притоков Средней Волги и Камы. В полях вектора X_{II} в этом месте прослеживается уже полоса раздела, идущая с запада на восток между реками Северного склона и бассейном Волги. По характеру колебаний среднегодового и весеннего стока к северным рекам примыкают реки бассейна Верхней Волги до впадения р. Унжи; а по зимнему — реки бассейна Камы. Нулевая линия, проходящая по этой полосе, разделяет, таким образом, всю территорию на 2 зоны, колебания стока рек которых происходят по отношению друг к другу асинхронно, а в 16–17% случаев увеличение стока рек Северного склона сопровождается снижением стока в бассейне Волги.

Отмеченная асинхронность подтверждается при взаимокорреляционном анализе данных по стоку этих же рек, выполненном ранее [Кондрацова, 1979]. Согласно взаимокорреляционному анализу, в стоке рек рассматриваемой части ЕТС также выделяются 2 обширных района с относительно высокими корреляционными связями внутри каждого из них. Один из районов объединяет бассейны северных рек, за исключением Печоры и ее правых притоков; второй лежит южнее русел Оки и Камы. Промежуточная зона между этими реками (левые притоки Оки, Кострома, Унжа, Ветлуга, правые притоки Камы) характеризуется отсутствием тесных корреляционных зависимостей в колебаниях стока даже рядом расположенных бассейнов рек.

По данным настоящего исследования, промежуточная зона совпадает с зоной, расположенной между изолиниями $+0.1$ и -0.1 полей вектора X_{II} . Особенно хорошо это видно в случае весеннего стока.

Поля вектора X_{III} , представляющие собой следующий этап детализации процесса изменчивости стока (12–13% дисперсии), указывают на наличие заметной асинхронности и между колебаниями стока западных и восточных рек. Линия раздела при этом проходит с севера на юг и, в частности, в среднегодовом стоке — в пределах русел Сев. Двины и Нижней Волги.

При взаимокорреляционном анализе эта особенность в колебаниях стока рек характеризуется тем, что внутри синхронных зон между их западными и восточными реками коэффициенты корреляции несколько снижаются. Раздел синхронных зон на западный и восточный районы увеличивает осредненные коэффициенты корреляции по этим районам до 0.8. Линия раздела между ними проходит по руслам Сев. Двины и Нижней Волги.

Таким образом, на рассматриваемой территории имеются отдельные районы, в пределах которых сток речных бассейнов изменяется в многолетнем ходе синхронно. Эти районы приурочены к орографически однородным территориям: 1) северо-западному низменному району с обилием озер, болот и отдельных возвышенностей Ветреного пояса, включающему бассейны рек Онеги, Вашки, Сухоны и

Рыбинского водохранилища; 2) северо-восточному – возвышенному району Тимана с бассейнами рек Пинеги, Мезени, Ижмы и Выми; 3) юго-западному – району Приволжской возвышенности и прилегающей к нему части Окско-Донской низменности (объединяет бассейны рек Цны, Мокши, Суры и Свияги); 4) юго-восточному району, расположенному на западном склоне южного Предуралья и охватывающему бассейны рек Белой, Уфы, Б. Кинеля, Самары.

Между перечисленными районами с синхронным колебанием стока рек простираются огромные территории, в пределах которых многолетние изменения расходов речной воды происходят асинхронно. Особенно значительной несогласованностью в колебаниях водности рек характеризуется район водораздела между реками Северного склона и бассейна Волги.

Отмеченное своеобразие в изменчивости рассматриваемого стокового поля следует учитывать при регулировании водных ресурсов ЕТС.

Л и т е р а т у р а

- Багров Н.А. Аналитическое представление последовательности метеорологических полей посредством естественных ортогональных составляющих. – Тр. Центр. ин-та прогнозов, 1959, вып. 74, с. 3–24.
- Кондрацова О.Ф. О взаимокорреляционных связях между стоком рек Северной части ЕТС и Волги. – Водные ресурсы, 1979, № 4, с. 177–184.
- Мешерская А.В., Руховец Л.В., Юдин М.И., Яковлева Н.И. Естественные составляющие метеорологических полей. Л., Гидрометеоиздат, 1970. 199 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.16.06

В.Л. С к л я р е н к о, В.Н. С к л я р е н к о

ПРЕДСКАЗАНИЕ ФАЗЫ ТАЛОГО СТОКА РЕК МЕТОДОМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

В настоящей работе выясняется пригодность метода дискриминантного анализа для предсказания фазы талого стока крупных равнинных рек по некоторым косвенным показателям величины снегонакопления в их бассейнах. В качестве экспериментальных взяты реки Днепр (створ г. Киев) и Сев. Двина (створ пос. Усть-Пинега),

по которым имеются длинные ряды наблюдений за естественным стоком. Предсказание осуществлялось по обширной метеорологической информации – среднемесячным полям приземных температуры и давления воздуха¹ за период с октября предыдущего года по март текущего (точнее, по первым главным компонентам этих полей).

В самой общей формулировке дискриминантный анализ – это способ наилучшего (в некотором смысле) разграничения 2 или более совокупностей многомерных „объектов” [Уилкс, 1967]. На практике чаще всего используется линейный вариант этого метода. Получаемая при этом дискриминантная функция $z(\mathbf{x})$ представляет собой линейную комбинацию составляющих некоторого n -мерного вектора наблюдений $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, т.е.:

$$z(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i,$$

где коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ оцениваются по данным „обучающей” (зависимой) выборки. В дальнейшем с помощью этой функции диагностируются все новые реализации вектора \mathbf{x} . При этом отнесение каждого из них к той или иной совокупности (классу) осуществляется по значению функции $z(\mathbf{x})$, которое она принимает на данном объекте.

Наша задача решалась следующим образом. Годы со стоком выше многолетней нормы были отнесены к классу A_1 , годы со стоком ниже нормы – к классу A_2 . В соответствии с этим были разбиты на 2 класса и реализации вектора-предиктора \mathbf{x} . Полученные по этим данным дискриминантные функции выступали в качестве прогностических операторов. Расчеты велись для каждой реки в отдельности. Объем талого стока Днепра вычислялся по расходам воды за апрель–июнь, Северной Двины – за май–июль, так как волны их половодий укладываются обычно в эти временные интервалы. Для обеих рек зависимую выборку составили данные за 1901–1960 гг., независимую – за 1961–1975 гг. Прогнозы выпускались в конце марта.

При расчете дискриминантных функций учитывались только те из главных компонент среднемесячных полей температуры и давления воздуха, по которым расстояние Махаланобиса [Андерсон, 1963] между классами погодных ситуаций A_1 и A_2 было наибольшим. Для сопоставимости получаемых результатов прогнозирование фазы (или класса) водности взятых рек осуществлялось по одинаковому числу предсказателей. В частности, размерность вектора-предиктора \mathbf{x} равнялась 18. Расчеты велись непараметрическим методом Уилкса.

¹ Использованы данные 14 равномерно распределенных по всей европейской территории Союза метеостанций.

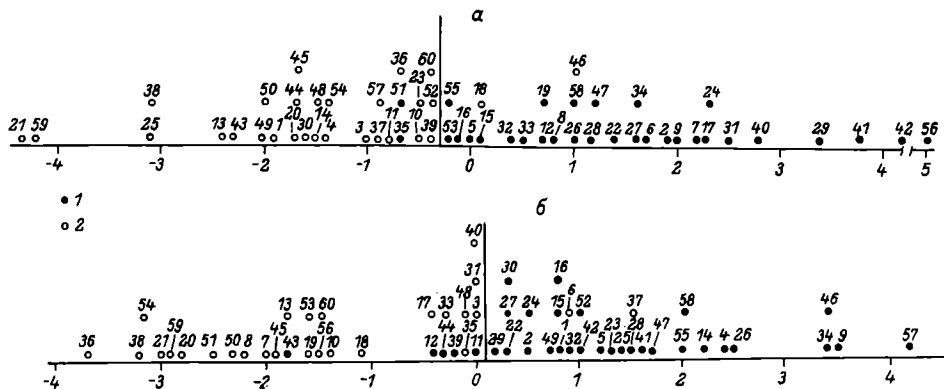


Рис. 1. Гистограммы дискриминантных функций.

а – р. Днепр, б – р. Сев. Двина; 1 – годы со стоком выше, 2 – ниже нормы; цифры у кружочков – годы с началом отсчета от 1900 г.; по горизонтали – значения дискриминантной функции, вертикальная линия – граница между классами.

Гистограммы дискриминантных функций для Днепра и Сев. Двины (рис. 1) показывают, что выбор метода и системы предсказателей оказался весьма удачным. Их совокупные достоинства позволили получить более чем удовлетворительное разделение осенне-зимних метеоусловий, приводящих к различным по водности весенним сезонам. Так, для Сев. Двины из 60 точек неправильно разделились 7, для Днепра – всего лишь 4, что составляет примерно 11 и 7% от их общего числа.

Множества информативных предсказателей для рассматриваемых рек почти не пересекались. Объясняется это прежде всего тем, что Днепр и Сев. Двина находятся в разных климатических зонах. Достойно внимания также то, что совокупность характеристик температурных условий на ЕТС в осенне-зимний период составила большую часть этих множеств.

Весьма примечательны совмещенные графики изменения по годам весеннего стока рек и соответствующих дискриминантных функций (рис. 2). В самом деле, при вычислении функции $z(x)$ использовалась информация только о фазе стока (выше или ниже нормы), тем не менее значения этих функций достаточно хорошо коррелируют с самим стоком: для Днепра коэффициент корреляции равен 0,74, для Сев. Двины – 0,70.

Результаты предсказания фазы или класса талого стока на независимом 15-летнем участке выборки свидетельствуют о том, что для каждой реки прогноз оправдался в 12 случаях из 15 (см. таблицу), т.е. оправдываемость независимых прогнозов получилась

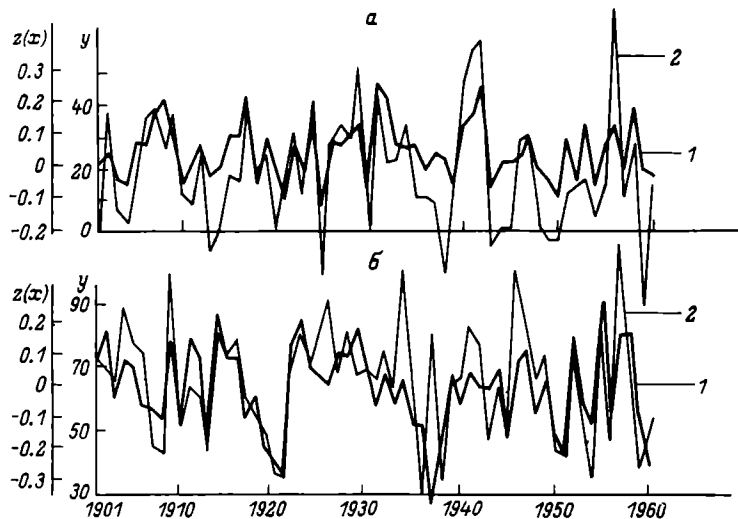


Рис. 2. Кривые изменения по годам талого стока рек (1) и дискриминантных функций (2).

а – р. Днепр, б – р. Сев. Двина. По оси ординат: $z(x)$ – значения дискриминантной функции, относительные единицы; y – талого стока, км³; по оси абсцисс – годы.

Результаты независимых прогнозов фазы талого стока

Годы	Сев. Двина		Днепр		Годы	Сев. Двина		Днепр	
	I	II	I	II		I	II	I	II
1961	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂	1969	A ₂	A ₂	A ₁	A ₁
1962	A ₂	A ₂	A ₁	A ₂	1970	A ₂	A ₂	A ₁	A ₁
1963	A ₂	A ₂	A ₁	A ₂	1971	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂
1964	A ₁	A ₂	A ₂	A ₂	1972	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂
1965	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂	1973	A ₂	A ₁	A ₂	A ₂
1966	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂	1974	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂
1967	A ₂	A ₂	A ₁	A ₂	1975	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂
1968	A ₁	A ₂	A ₂	A ₂					

Примечание. I – фаза фактическая, II – прогноз фазы.

вполне удовлетворительной (80%). Это позволяет рекомендовать настоящий метод для практического использования.

В заключение отметим, что хотя изложенные здесь результаты представляют немалый интерес сами по себе, все же более важным является то, что они позволяют надеяться на возможность построения достаточно эффективной модели прогноза не только фазы, но и фактических значений талого стока. Такая модель будет представлять собой сочетание дискриминантного анализа и других методов многомерной статистики.

Л и т е р а т у р а

Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ. М., Физматгиз, 1963. 500 с.

Уилкс С. Математическая статистика. М., Наука, 1967. 632 с.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.555.6:556.114.7

В.В. Законнов

СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Общее представление о содержании биогенных элементов в грунтах Иваньковского водохранилища можно получить на основании ряда публикаций [Россолимо, 1950; Курдин, 1961; Драчев, Кудрявцева, 1974; Трифонова, Былинкина, 1977]. Однако сведения, приводимые в этих работах, недостаточны для детальной характеристики распределения биогенов, а также для расчета их общего запаса и годовых темпов аккумуляции в донных отложениях.

Для решения этих задач в 1975–1976 гг. была проведена грунтовая съемка Иваньковского водохранилища, во время которой высота слоя отложений была измерена на 200 станциях и на 50 наиболее характерных из них отобраны колонки грунта для последующего определения содержания основных биогенных элементов – углерода, азота и фосфора. Отбор проб и производство анализов проводились по методике, изложенной в работе Н.А. Зиминовой и В.В. Законнова [1978]. Разность между содержанием общего и карбонатного углерода принята за содержание органического углерода. Азот, определенный методом Кьельдаля, рассматривается как органический, поскольку содержание обменного аммонийного азота

в донных отложениях Ивановского водохранилища, по нашим единичным определениям и по данным, приводимым в работе Н.А. Трифоновой и А.А. Былинкиной [1977], не превышает сотых-тысячных долей процента от сухого веса отложений и 1-7% от валового содержания азота.

По морфометрии и водному режиму в Ивановском водохранилище выделяются 4 участка, различающиеся по темпам осадконакопления [Зиминова и др., 1979]. Распределение биогенных элементов в отложениях этих участков имеет свои особенности, определяемые помимо гидродинамических факторов различной обеспеченностью их органическим грунтообразующим материалом. Вторичные отложения водохранилища представлены песками, илистыми песками, серыми песчанистыми илами, серыми илами, переходным илом и отложениями из макрофитов. Пески и илистые пески небольшой мощности (до 10 см) составляют основной тип отложений в открытых мелководьях и в русловых участках водоема до изобаты 6 м (табл. 1). На глубинах более 6 м илистый песок встречается слоями от 2 до 30 см в колонках серого песчанистого ила. Содержание биогенов в песках и илистых песках колеблется: $C_{орг}$ - от 0.1 до 2.2%, $N_{общ}$ - от 0.02 до 0.18%, $P_{общ}$ - от 0.01 до 0.11%. Серые и песчанистые серые илы имеют мощность 7-90 см и встречаются в широком диапазоне глубин от 3 и более метров. Они характеризуются таким содержанием биогенов: $C_{орг}$ - 1.5-8.3%, $N_{общ}$ - 0.13-0.72%, $P_{общ}$ - 0.06-0.17%. Переходный ил и отложения из макрофитов встречаются преимущественно в мелководных заливах (1-й участок) на глубине 2-4 м, мощности их небольшие, не превышающие 10 см. Эти отложения наиболее богаты биогенами: $C_{орг}$ - 9-14%, $N_{общ}$ - 0.7-1.1%, $P_{общ}$ - 0.1-0.26%.

Содержание углерода карбонатов во всех типах грунтов невелико и колеблется в пределах от 0 до 0.8%, т.е. не выше карбонатности почв бассейна. Углерод карбонатов в отложениях водохранилища составляет 0-22% от валового углерода (в среднем 10%) и практически находится в пределах возможных ошибок определения средней концентрации $C_{общ}$.

В целом по водохранилищу проявляется четкая тенденция к увеличению концентраций биогенов с глубиной водоема (табл. 2).

Содержание биогенов в донных отложениях по длине водохранилища увеличивается от верхнего участка к плотине: $C_{орг}$ - 0.2-4.2%, $N_{общ}$ - 0.02-0.40%, $P_{общ}$ - 0.01-0.12%. Отношение $C : N$ в донных отложениях изменяется от 5 до 13. Во взвесах Верхней Волги отношение $C : N$ составляет 5-17 [Зиминова и др., 1976]. Эта величина для каждого типа отложений зависит от состава поступающих взвесей и действия гидродинамических факторов.

На станциях, имеющих большую мощность отложений, наблюдается изменение содержания биогенов по высоте колонки грунта (табл. 3). Наибольшее содержание биогенных элементов отмечается, как правило, в верхних горизонтах и вниз по колонке уменьша-

Т а б л и ц а 1

Содержание и распределение биогенных элементов в донных отложениях

Участок	Глубина, м	Высота слоя от- ложений, см	Тип отложений	Среднее содержание биогенов, % от сухого веса			
				C _{орг}	N _{общ}	P _{общ}	C : N
ГЭС-Созь, I	0-3	4.5	Илистый песок	0.7	0.06	0.03	11.7
	3-6	6.4	Переходный ил	12.2	0.96	0.10	12.7
			Илистый песок	1.3	0.15	0.06	8.7
	6-9	21.3	Серый ил	7.7	0.63	0.13	12.2
			Илистый песок	1.7	0.14	0.06	12.1
			Серый песчанистый ил	3.7	0.41	0.12	9.0
	>9	51.3	Илистый песок	2.2	0.18	0.11	12.0
			Серый песчанистый ил	3.7	0.37	0.17	10.0
Среднее	-	11.1	-	2.8	0.28	0.09	10.0
Созь-Шоша, II	0-3	0.5	Илистый песок	0.5	0.05	0.04	10.0
	3-6	8.1	" "	0.5	0.05	0.04	10.0
			Серый песчанистый ил	1.5	0.13	0.06	11.5
	6-9	19.6	Илистый песок	0.6	0.05	0.04	12.0
			Серый песчанистый ил	2.0	0.18	0.09	11.1
	>9	24.8	Илистый песок	0.6	0.05	0.05	12.0
Среднее			Серый песчанистый ил	2.5	0.24	0.13	10.4
	-	8.9	Серый ил	7.0	0.57	0.16	12.2
	-	-	-	2.7	0.23	0.10	11.7

Плес Шоши, III	0-3	3.6	Илистый песок " " Серый песчанистый ил Илистый песок Серый песчанистый ил	0.5	0.05 0.08 0.34 0.08 0.33	0.03 0.03 0.09 0.03 0.09	10.0 7.5 8.5 7.5 7.8
	3-6	27.2					
	>6	25.6					
	-	7.7					
	0-3	12.8					
Шоша-Калинин, IV	3-6	0.8	Илистый песок " " " " Серый песчанистый ил	0.5	0.06 0.08 0.02 0.38	0.03 0.04 0.01 0.16	8.3 7.5 5.0 8.3
	6-9	0.0					
	>9	7.0					
	-	7.8					
	0-3	9.1					
Среднее по водохра- нилищу	-	9.1	-	1.9	0.20	0.07	9.5
	-	9.1					

Таблица 2

Среднее содержание биогенных элементов в донных отложениях по глубинам

Глубина, м	C _{орг} , %	N _{общ} , %	P _{общ} , %	C : N
0-3	0.6	0.08	0.03	7.5
3-6	1.4	0.16	0.06	8.6
6-9	2.3	0.25	0.08	9.2
>9	3.1	0.32	0.13	9.4

Таблица 3

Изменение содержания биогенных элементов и механического состава грунта по высоте колонки

Горизонт, см	C _{орг} , %	N _{общ} , %	P _{общ} , %	C : N	Сумма фракций, % от сухого веса	
					> 0.1 мм	< 0.01 мм
0-2	5.1	0.52	0.12	9.8	7.8	32.0
20-22	4.4	0.48	0.09	9.2	3.5	33.0
40-42	3.2	0.36	0.09	8.9	20.1	20.5

ется. Это объясняется тем, что в нижних горизонтах весомую долю составляют песчанистые фракции. Накопление их характерно для начальной фазы формирования грунтового комплекса водохранилища, когда происходит интенсивный процесс размыва ложа и берегов. В дальнейшем эти процессы замедляются, происходит относительное увеличение доли автохтонных взвесей, в результате чего поверхностные слои донных отложений оказываются богаче органическим веществом. Однако в ряде случаев эта закономерность нарушается и отмечаются более высокие концентрации биогенов в нижних горизонтах колонки. Конечное распределение биогенов по вертикали в каждом конкретном случае определяется соотношением скоростей процессов седиментации и деструкции органического вещества и изменениями, которые происходят в составе грунтообразующего материала на протяжении существования водоема.

Таким образом, для Ивановского водохранилища выявлены диапазоны концентраций биогенов в различных типах грунтов и некоторые закономерности их распределения по высоте колонок и по глубине водоема. Полученные данные необходимы для расчета аккумуляции биогенов в донных отложениях и для составления их баланса.

- Драчев С.М., Кудрявцева Н.А. О химическом составе донных отложений Иваньковского водохранилища. – В кн.: Биогенные элементы и органическое вещество в водохранилищах. Рыбинск, 1974, с. 102–110.
- Зимина Н.А., Трифонова Н.А., Григорьева Е.Р. Органическое вещество и биогенные элементы во взвешях Верхней Волги. – В кн.: Биологические продукционные процессы в бассейне Волги. Л., Наука, 1976, с. 39–48.
- Зимина Н.А., Законнов В.В. Аккумуляция биогенных элементов в донных отложениях Иваньковского водохранилища. – Тез. докл. Ш Всесоюз. симп. Таллин, АН Эстонской ССР, 1978, с. 33–34.
- Зимина Н.А., Законнов В.В., Курдин В.П. О ходе процесса осадконакопления в Иваньковском водохранилище. – Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1979, № 41, с. 65–68.
- Курдин В.П. Грунты Иваньковского водохранилища. – Тр. Ин-та биол. водохранилищ АН СССР, 1961, вып. 4 (7), с. 328–346.
- Россолимо Л.Л. Некоторые данные по илонакоплению в Иваньковском водохранилище (Московское море) системы канала им. Москвы. – Тр. Всес. гидробиол. о-ва, 1950, т. 2, с. 30–38.
- Трифонова Н.А., Былинкина А.А. О влиянии донных отложений на содержание биогенных элементов в воде. – В кн.: Гидробиологические и гидрохимические аспекты изучения водохранилищ. Борок, 1977, с. 74–91.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 556.114.7(285.2)

С.И. Третьякова

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО В ВОДЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1975–1976 ГГ.

Наблюдения проводились в вегетационный период (май–октябрь) на 12 постоянных станциях, охватывающих всю акваторию водохранилища. Пробы воды отбирались ежемесячно батометром Молчанова. Определения велись по общепринятой методике [Алекин и др., 1973]. Больших различий между поверхностными и придонными пробами не отмечалось, поэтому в статье приводятся данные для поверхностного слоя воды.

Анализируемые годы по гидрометеорологическим условиям были неодинаковы. Первый год характеризовался очень низким уровнем воды, особенно с августа до конца года. Это самый низкий уровень за весь период существования водохранилища. Приток воды по основным рекам (Волге и Каме) составил $150,3 \text{ км}^3$, при средней величине с 1957 по 1972 г. — 232 км^3 . Боковая приточность оказалась ниже нормы на 41%. Температура воды в 1975 г. была на $2,4\text{--}3,5^\circ$ выше обычного, а сумма осадков за год составила 52–88% нормы. [Гидрометеорологический бюллетень..., 1975–1976]. В 1976 г. приточность воды была несколько выше и составила $179,6 \text{ км}^3$. Этот год характеризовался частыми моросящими дождями и сравнительно низкой температурой воды, в среднем $14,3^\circ$.

Характеристика органического вещества приводится на основании определения цветности и окисляемости воды (перманганатной и бихроматной). Подтверждается ранее выявленная закономерность, что в период весеннего паводка и в конце летне-осеннего периода происходит возрастание этих величин. В октябре их значения были наименьшими (табл. 1). Более четко сезонные изменения окисляемости и цветности воды проявились в 1975 г. Ранний и кратковременный паводок этого года обусловил приток воды с повышенной величиной окисляемости. В летне-осенний период 1975 г. существенное влияние на содержание органического вещества оказали биологические процессы, вследствие чего возросла роль автохтонного органического вещества, о чем свидетельствует заметное повышение окисляемости воды. Наиболее четко это сказалось в отношении величины бихроматной окисляемости. Благодаря затуханию биологических процессов в водоеме в осенний период содержание органического вещества снижается.

В 1976 г. в связи с иными гидрометеорологическими условиями и слабо выраженным цветением воды в характере сезонных изменений окисляемости и цветности воды выявились некоторые отклонения. Это сказалось на смещении сроков изменений во времени и на уменьшении амплитуды колебаний. Позднее вскрытие водохранилища и растянутый паводок вызвали смещение весеннего пика на летние месяцы. Содержание органического вещества и цветность воды в этот период достигают максимальных значений.

В распределении цветности и окисляемости воды по акватории водохранилища повторяется сходная для этих лет закономерность — уменьшение этих величин от верхней части водохранилища к нижней, что связано с седиментацией взвешенного органического вещества и с процессом выцветания воды. Подтверждается это динамикой прозрачности воды (табл. 2).

Цветность воды в среднем за вегетационный период 1975 г. падала от Волжского до Приплотинного плеса. Но в продолжение сезона эти соотношения иногда меняются. В частности, бихроматная окисляемость в летний период оказалась выше на нижних плесах водохранилища (Ульяновский и Приплотинный, Черемшанский

Т а б л и ц а 1

Сезонная динамика цветности и окисляемости воды
в Куйбышевском водохранилище (средние по месяцам)

Месяц	Темпера- тура, °С	Цветность, град.	Окисляемость, мгО/л	
			перманга- натная	бихромат- ная
		1975 г.		
Май	16.7	60	9,9	32.6
Июнь	18.8	32	9,2	34.0
Июль	20.7	47	7,5	29.0
Август	22.5	48	6,2	40.3
Сентябрь	16.9	25	8,8	30.0
Октябрь	10.8	14	10.4	28.4
		1976 г.		
Май	9.1	49	8,0	49.8
Июнь	15.7	60	8,8	58.2
Июль	18.2	69	10,3	56.7
Август	21.0	49	9,4	25.0
Сентябрь	16.1	33	10.7	41.8
Октябрь	7.7	39	8,8	33.7

Т а б л и ц а 2

Показатели органического вещества в воде Куйбышевского
водохранилища

Плеса	Прозрач- ность, м	Цвет- ность, град.	Окисляемость, мгО/л	
			перман- ганатная	бихро- матная
	1975 г.			
Волжский	0.70	44	10.0	32.6
Волго-Камский	0.66	38	8.4	34.0
Тетюшский	0.89	37	8.1	36.5
Ундорский	1.09	36	7.9	32.5
Ульяновский	1.31	37	8.1	29.4
Новодевиченский	1.30	33	8.1	32.2
Приплотинный	1.61	33	8.2	31.2
Черемшанский залив	1.05	37	7.8	31.9

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

Плеса	Прозрач- ность, м	Цвет- ность, град.	Окисляемость, мгО/л	
			перман- ганатная	бихро- матная
	1976 г.			
Волжский	0.67	60	10.8	45.6
Волго-Камский	0.71	53	9.6	47.9
Тетюшский	0.89	56	9.8	47.3
Ундорский	0.93	48	9.2	42.3
Ульяновский	1.07	50	8.9	42.2
Новодевиченский	1.02	47	8.9	38.6
Приплотинный	1.32	39	8.8	43.5
Черемшанский залив	0.86	45	8.1	42.8

залив) примерно в 1.5 раза, что связано, по-видимому, с более интенсивным цветением воды на этих участках водохранилища и изменением качественного состава органического вещества.

В 1976 г. цветность и окисляемость воды распределялись по плесам более равномерно, чем в 1975 г., что свидетельствует о преобладании в этом году органического вещества аллохтонного происхождения. Высокие и сравнительно близкие показатели бихроматной окисляемости отмечались в течение всего года, что объясняется, по-видимому, повышенным поступлением легкорастворимого органического вещества из придонных слоев после жаркого и высокопродуктивного 1975 г.

Л и т е р а т у р а

А лекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.

Руководство по химическому анализу вод суши. Л., Гидрометеоиздат, 1973.

Гидрометеорологический бюллетень по Волжско-Камскому каскаду водохранилищ 1975-1976 гг. Тольяттинская гидрометеообсерватория. Куйбышев, 1975-1976.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

П.И. Антонов

К МЕТОДИКЕ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ДРЕЙССЕНЫ ПО РАЗМЕРНЫМ ГРУППАМ

Моллюск *Dreissena polymorpha* (Pallas) в огромных количествах заселяет всевозможные субстраты, выступающие над поверхностью дна водоемов. В связи с этим материал полевых выборок, как правило, значителен. Довольно часто общее количество особей в выборках составляет несколько тысяч экземпляров, и даже на простой подсчет численности по размерным группам требуются значительные затраты времени. Измерение приростов, взвешивание, определение возраста, пола и другие операции, необходимые для полного биологического анализа популяции, во много раз увеличивают сроки обработки. В этом случае при самой высокой работоспособности в течение рабочего дня удается обработать не более 100–110 экз.

Мы попытались сократить время обработки выборок, применив объемно-порционный способ, т.е. обрабатывать не всю выборку, а ее часть. Сначала в мерном цилиндре с водой измеряли объем, занимаемый всей выборкой. При определении объема выборки применяли мерные цилиндры емкостью от 5 до 2000 см³ в зависимости от характера материала. Если материал состоял из большого количества особей крупных размеров, применяли цилиндры большей емкости, и наоборот. Затем из этого материала отбирали на анализ объемную порцию.

Перед отбором порции весь материал выборки равномерно распределяли по дну наполненного водой кристаллизатора диаметром не менее 30 см. После этого полиэтиленовой трубкой высотой 5 см и диаметром до 5 см (отдельные особи дрейссены достигают 4 см длины) высекали в нескольких местах распределенного материала некоторую совокупность моллюсков. Из ограниченного трубкой пространства крупных дрейссен выбирали пинцетом, а мелких отсасывали резиновой грушей со стеклянным наконечником, имеющим расширение в средней части. Для определения предварительного намеченного объема порции выбираемую таким образом дрейссену переносили в тот же мерный цилиндр, в котором был измерен объем всей выборки. В дальнейшем, измеряя моллюсков под бинокуляром, подсчитывали их количество, приходящееся на каждую размерную группу.

Для проверки правильности выбранного метода мы воспользовались повторным отбором по схеме возвращаемых шаров [Лакин, 1973] или, в нашем случае, возвращения обработанной порции в выборку. Возвратив проанализированную порцию в выборку, последнюю вновь распределяли равномерно. Повторную пробу брали того же объема, что и первую. Анализ и расчеты провели на 2 выбор-

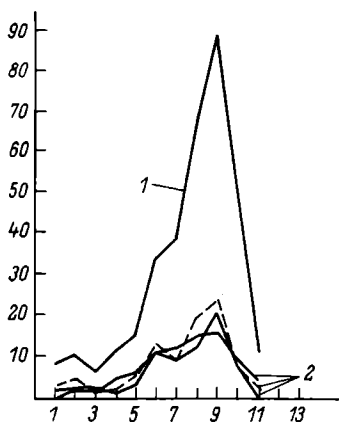
Распределение количества дрейссены по размерным группам в порциях и в выборке в целом

Размерные группы, мм	Количество в порциях					$\bar{x} \pm m$	σ	C_v	Количество в выборке, рассчитанное по порциям					Фактическое количество в выборке
	1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	
25 VII 1974 г.														
2.2-4.1	3	2	1	-	-	2.0+0.7	1.0	50.0	24	16	8	-	-	12
4.2-6.1	5	7	4	-	-	5.3+1.1	1.5	28.8	41	57	32	-	-	45
6.2-8.1	17	10	16	-	-	14.3+2.7	3.8	26.5	138	81	130	-	-	91
8.2-10.1	13	16	18	-	-	15.7+1.8	2.5	16.0	105	130	146	-	-	143
10.2-12.1	12	17	20	-	-	16.3+2.9	4.0	24.8	97	138	162	-	-	118
12.2-14.1	13	11	11	-	-	11.7+0.8	1.2	9.9	105	89	89	-	-	144
14.2-16.1	15	21	15	-	-	17.0+2.5	3.5	20.4	122	170	122	-	-	158
16.2-18.1	18	17	15	-	-	16.7+1.1	1.5	9.2	146	138	122	-	-	118
18.2-20.1	5	4	7	-	-	5.3+1.1	1.5	28.8	41	32	57	-	-	30
20.2-22.1	1	2	2	-	-	1.7+0.4	0.6	34.0	8	16	16	-	-	11
22.2-24.1	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Общее количество	102	107	109	-	-	105.3+3.3	4.7	4.5	827	867	883	-	-	871
r	-	-	-	-	-	-	-	-	0.96	0.94	0.88	-	-	-

30 УП 1974 г.

0.2-2.1	0	1	3	0	0	0.8±0.7	1	163.0	0	4	13	0	0	8
2.2-4.1	1	2	4	1	0	1.6±0.8	1.5	94.8	4	9	17	4	0	10
4.2-6.1	1	2	1	0	1	1.0±0.3	0.6	62.3	4	9	4	0	4	6
6.2-8.1	4	1	2	2	2	2.2±0.5	1.1	49.8	17	4	9	9	9	11
8.2-10.1	6	3	5	0	3	3.4±1.2	2.3	67.7	26	13	22	0	13	15
10.2-12.1	11	11	13	7	7	9.8±1.3	2.7	27.4	47	47	56	30	30	34
12.2-14.1	12	9	9	6	11	9.4±1.2	2.3	24.5	52	39	39	26	47	39
14.2-16.1	15	12	19	16	13	15.0±1.4	2.7	18.3	65	52	82	69	56	67
16.2-18.1	26	21	24	25	26	24.4±1.0	2.1	8.5	112	90	103	108	112	89
18.2-20.1	9	8	8	11	10	9.2±0.7	1.3	14.2	39	34	34	47	43	46
20.2-22.1	4	0	2	1	1	1.6±0.8	1.5	94.8	17	0	9	4	4	11
22.2-24.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Общее количество	89	70	90	69	74	78.4±5.2	10.3	13.2	383	301	387	297	318	336
r	-	-	-	-	-	-	-	-	0.95	0.95	0.95	0.97	0.96	-

Примечание. \bar{x} – среднее арифметическое между порциями, m – ошибка средней, σ – среднее квадратическое отклонение, C_v – коэффициент вариации, r – коэффициент корреляции между фактическими значениями численности по размерным группам и рассчитанным по порциям. Объем выборки: 25 УП 74 – 405 см³, 30 УП 74 – 215 см³; объем порции: 25 УП 74 и 30 УП 74 – 50 см³.



Кривые распределения количества дрейссены по размерным группам.

1 — во всей выборке, 2 — в анализируемой порции. По оси ординат — количество животных в размерных группах, экз.; по оси абсцисс — размерные группы.

ках из Саратовского водохранилища: в одном случае делали 3 повторности, в другом — 5 (см. таблицу). Количество дрейссены в размерных группах по порциям варьирует незначительно, поскольку среднее квадратическое отклонение (σ) не превышает 5 экз.

В случае малых количеств особей данной размерной группы коэффициент вариации (C_v) бывает высоким — 163.0%.

При расчетах был получен довольно высокий коэффициент корреляции (r) между фактическим количеством особей в выборке и рассчитанным по порциям (см. таблицу). Даже в случае $r = 0.88$ достоверность его не вызывает сомнения, потому что фактическое значение критерия достоверности (t_ϕ) коэффициента корреляции равно 3.89, тогда как, по Стьюденту, для $P = 0.01$ находим $t_{st} = 3.36$. Так как $t_\phi = 3.89$ больше $t_{st} = 3.36$, то нулевая гипотеза отвергается. Кроме того, при обработке материала описанным выше способом не нарушается характер распределения дрейссены по размерным группам (см. рисунок).

Таким образом, расчетные данные вполне согласуются с фактическим материалом, что позволяет впредь, применяя объемно-порционный способ обработки выборок дрейссены, сократить затрачиваемое на их анализ время. При соответствующей модификации данного способа его можно применить для анализа выборок по другим бентосным организмам или всего бентического комплекса.

Л и т е р а т у р а

Л а к и н Г.Ф. Биометрия. М., Высшая школа, 1973.

Куйбышевская станция
Института биологии
внутренних вод АН СССР

И.К. Степанова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА
В МИНЕРАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВЗВЕСЕЙ

Железо во взвешенном веществе природных вод переносится в двух формах: органической и минеральной. Органическая часть взвеси, состоящая из живого и находящегося на разных стадиях разложения фито- и зоопланктона и бесформенного детрита, содержит органически связанное железо в клетках организмов. Минералы, содержащие железо во взвеси, разнородны. Часть их представлена обломочным материалом, в основном силикатами и окисями (гидрогётит и др.). Более значительную часть составляют гели гидроокиси железа, образованные в результате гидролиза и коагуляции растворенного железа в речной воде [Волков, 1975]. Данные, полученные Н.А. Зиминовой [1965] при изучении состава взвесей Рыбинского водохранилища и нами для Иваньковского, показали, что минеральная часть взвесей в большинстве случаев состоит из гидратов окиси железа в виде аморфных скоплений. В составе речной взвеси реакционноспособное железо явно преобладает над содержащимся в обломках. Среди реакционноспособного железа во взвесьях преобладает трехвалентное в виде гидрогётита различной степени гидратации и аморфной гидроокиси. Трехвалентное железо составляет до 90% реакционноспособного [Волков, 1975]. По данным М.А. Глаголевой [1959], большая часть железа во взвесьях (от 35 до 70% от валового) мигрирует в разных реках в форме легкорастворимого окисного железа.

Для всестороннего изучения взвеси, в том числе ее химического состава, в последнее время широко используют метод мембранной фильтрации. Железо из минеральной составляющей взвеси, собранной на мембранные фильтры, переводят в раствор при обработке фильтра растворителями.

При определении форм железа в речных взвесьях легкорастворимое железо, минералогически представленное в основном гидрогётитом, переводили в раствор 2%-ной HCl . Стрикланд и Парсонс [Strickland, Parsons, 1968, p. 99-100] извлекали гидроокись железа при обработке фильтра со взвесью 0.48 N HCl . Однако сами авторы отмечают, что при этом могут экстрагироваться некоторые инертные формы железа. Не исключена возможность извлечения железа и из органической части взвеси. При изучении трансформации железа, связанного с органическим веществом фито-планктона, фильтр от минеральной составляющей взвеси, представленной в основном гидроокисью железа, отмывали 2%-ным раствором HCl с добавлением 5%-ного раствора шавелевой кислоты. Содержание железа определяли косвенным методом [Сорокин, Богданов, 1971].

Таблица 1

Результаты извлечения $\text{Fe}_{\text{мин}}$ реактивом Тамма

Номер опыта	Введено Fe , мг/л	Количество Fe после экстракции, мг/л			Σ
		1-й	2-й	3-й	
I	0.705	0.478	0.113	0.062	0.653
		0.510	0.095	0.059	0.663
		0.456	0.150	0.056	0.662
		0.527	0.093	0.056	0.676
		0.448	0.111	0.065	0.624
		0.430	0.145	0.068	0.643
		0.540	0.091	0.054	0.685
II	0.705	0.375	0.135	0.097	0.605
		0.505	0.118	0.055	0.678
		0.494	0.134	0.060	0.688
		0.482	0.119	0.058	0.659
		0.366	0.200	0.085	0.651
		0.400	0.131	0.070	0.601
		0.400	0.118	0.074	0.582

Нами в качестве экстракционного реагента использован кислый раствор шавелевокислого аммония (раствор Тамма), широко применяемый для извлечения окислов железа и аморфной гидроокиси железа из почв [Аринушкина, 1962]. При обработке взвеси раствором Тамма в вытяжку переходит железо только из минеральной составляющей взвеси. Раствор Тамма в качестве экстракционного реагента был использован нами для извлечения подвижных форм железа и марганца в илах [Степанова, 1977].

Для оценки возможности количественной экстракции гидроокиси железа из взвеси на мембранные фильтры № 2 с размером пор 0.5 мкм наносили свежееосажденную гидроокись с концентрацией 0.705 мг Fe в 1 л. Готовили 7 параллельных фильтров. Фильтр помещали в экстракционную воронку, приливали 10 мл раствора Тамма, 3 капли концентрированной H_2SO_4 и встряхивали в течение 20 мин. При взаимодействии гидроокиси железа с реагентом Тамма максимальное количество железа извлекается после первой обработки (в среднем 68%). После 3-кратной последовательной экстракции в раствор переводится 92% исходной величины (табл. 1, I). Полноту экстракции с каждого фильтра после 3-кратной экстракции контролировали, определяя оставшееся на фильтре железо после персульфатного окисления [Степанова, 1976].

Во второй серии опытов на мембранные фильтры наносили смесь, состоящую из свежееосажденной гидроокиси железа и суспензии хло-

Таблица 2

Статистическая обработка результатов извлечения $\text{Fe}_{\text{мин}}$

Номер опыта	n	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$	$V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	$\pm \frac{\sigma t_{\alpha}}{\sqrt{n}}$	$\varepsilon_{\text{отн}} = \frac{\sigma t_{\alpha}}{\bar{X} \sqrt{n}} \cdot 100$
I	7	0.660	0.020	0.031	0.020	3.0
II	7	0.639	0.039	0.062	0.039	6.1

реллы. В результате 3-кратной экстракции было извлечено около 90% железа, находящегося в составе гидроокиси (табл. 1, II).

Удовлетворительные результаты, полученные при проведении 2 серий опытов (табл. 2), позволили предложить следующий метод перевода железа из минеральной части взвеси в раствор.

Взвесь собирают на мембранный фильтр № 2 с размером пор 0.5 мкм. В зависимости от количества и состава взвеси фильтруют 100–500 мл природной воды. Для каждой пробы готовят не менее 5 параллельных фильтров. Фильтр помещают в экстракционную воронку, приливают 10 мл раствора Тамма, 3 капли концентрированной H_2SO_4 и встряхивают в течение 20 мин. Проводят 3-кратную экстракцию, экстракты объединяют и смешивают. Во избежание попадания частиц детрита, смытых с фильтра во время экстракции, раствор фильтруют через тот же мембранный фильтр. В кварцевую пробирку объемом 30–40 мл вносят 1.2 г персульфата калия, приливают 10 мл фильтра и 0.2 мл концентрированной H_2SO_4 . Пробирки помещают в кипящую водяную баню на 1 ч для разрушения оксалатного комплекса железа. Возможность использования персульфата калия для разрушения оксалатного комплекса и полнота разрушения его описаны нами ранее [Степанова, 1977]. После охлаждения раствор переносят в мерную колбу (50 мл), доводят бидистиллятом до метки и нейтрализуют до pH 2.8–3.0 10%-ным раствором NH_4OH . К пробе добавляют 2 мл 1%-ного раствора гидроксилamina, 2 мл 0.5%-ного раствора ортофенантролина и через 20 мин измеряют оптическую плотность при $\lambda = 510$ нм в кювете ($l = 5$ см) на СФ-16. Содержание железа находят по калибровочной кривой.

При использовании данного метода применялись следующие реакции.

1. 1%-ный раствор гидроксилamina солянокислого. Растворяют 1 г $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ в 100 мл 0.01 н. H_2SO_4 .
2. 0.5%-ный раствор орто-фенантролина. Растворяют 0.5 г хлоргидрата орто-фенантролина в 100 мл 0.01 н. H_2SO_4 .
3. 10%-ный раствор аммиака.
4. Персульфат калия (хч).
5. Серная кислота (хч).

6. Раствор Тамма. Растворяют 12.60 г шавелевой кислоты и 24.840 г шавелевокислого аммония в 1 л бидистиллята. рН раствора равен 3.20.

Л и т е р а т у р а

- А р и н у ш к и н а А.В. Руководство по химическому анализу почв. М., Изд-во МГУ, 1962.
- В о л к о в И.И. Химические элементы в речном стоке и формы их поступления в море. - В кн.: Проблемы литологии и геохимии осадочных пород и руд. М., Наука, 1975, с. 85-113.
- Г л а г о л е в а М.А. Формы миграции элементов в речных водах. - В кн.: К познанию диагенеза осадков. М., Изд-во АН СССР, 1959, с. 5-28.
- З и м и н о в а Н.А. Состав взвесей Рыбинского водохранилища. - В кн.: Динамика водных масс водохранилищ. М.; Л., Наука, 1965, с. 100-101.
- С о р о к и н Ю.И., Б о г д а н о в Ю.А. Трансформация железа в процессе бактериального распада органического вещества. - Гидробиол. журн., 1971, т. 7, с. 106-107.
- С т е п а н о в а И.К. Определение железа во взвесьях. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1976, № 32, с. 68-71.
- С т е п а н о в а И.К. Определение подвижных форм железа и марганца в илах. - Информ. бюл. „Биол. внутр. вод“, 1977, № 35, с. 72-76.
- Strickland J.D.H., Parsons I.R. A practical handbook of sea water analysis. Ottawa, 1968.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

	Стр.
ИНФОРМАЦИИ	3
Симпозиум по изучению популяционных и ценологических особенностей гельминтов пресноводных биоценозов. Б.И. Куперман	3
СООБЩЕНИЯ	6
С.И. Генкал, Л.Г. Корнева. К изучению диатомовых водорослей Белого озера	6
С.М. Ляхов. Бентос Куйбышевского водохранилища в 1975-1976 гг.	8
А.И. Баканов. О мейобентосе Рыбинского водохранилища	12
Е.М. Коргина. О движении <i>Dreissena polymorpha</i> Pall.	17
Р.Я. Братчик. Эндитальные отростки <i>Eocyclus orientalis</i> Daday (Crustacea, Conchostraca, Cyzicidae) ...	21
Р.А. Родова. Самки хирономид (Diptera, Chironomidae). XX	23
А.М. Андреева. Овогенез синца Рыбинского водохранилища	26
В.М. Володин. Плодовитость массовых видов рыб Рыбинского водохранилища. 2. Плодовитость синца <i>Abramis ballerus</i> (L.)	32
Т.С. Житенева. О значении олигохет в питании леща Рыбинского водохранилища	37
А.С. Стрельников, В.Г. Терешенко, <u>А.Г. Конобеев</u> , Н.В. Касьянова. Численность поколений и возможные уловы леща <i>Abramis brama</i> L. в Рыбинском водохранилище	41
А.В. Законнова, Т.Н. Курдина, В.Л. Складенко. Классификация вод Главного плеса Рыбинского водохранилища	43
О.Ф. Кондрацова. О синхронности колебаний стока рек северной части ЕТС и бассейна Волги	48
В.Л. Складенко, В.Н. Складенко. Предсказание фазы талого стока рек методом дискриминантного анализа	54
В.В. Законнов. Содержание и распределение биогенных элементов в донных отложениях Иваньковского водохранилища	58
С.И. Третьякова. Органическое вещество в воде Куйбышевского водохранилища в 1975-1976 гг.	63
П.И. Антонов. К методике анализа распределения дрейссены по размерным группам	67
И.К. Степанова. Определение железа в минеральной составляющей взвесей	71

CONTENTS

	Page
INFORMATIONS	3
Symposium on study of population and cenosis peculiarities of helminths in freshwater fishes. B.J. Kuperman	3

ARTICLES	6
S.I. Genkal, L.G. Korneva. To study of diatoms of Lake Beloe	6
S.M. Lyachov. Benthos of the Kuibyshev reservoir in 1975-1976	8
A.I. Bakanov. On meiobenthos of the Rybinsk reservoir	12
E.M. Korgina. On movement of <i>Dreissena polymorpha</i> Pall.	17
R.Ja. Bratchik. Endital appendages in <i>Eocyclus orientalis</i> Daday (Crustacea, Conchostraca, Cyzicidae)	21
R.A. Rodova. Females of Chironomidae (Diptera, Chironomidae). XX	23
A.M. Andreeva. Ovogenesis of blue bream of the Rybinsk reservoir	26
V.M. Volodin. Fecundity of mass species of fishes of the Rybinsk reservoir. 2. Fecundity of blue bream <i>Abramis ballerus</i> (L.)	32
T.S. Jiteneva. On importance of oligochaetes for feeding of bream in the Rybinsk reservoir	37
A.S. Strelnikov, V.G. Tereshchenko, <u>A.G. Konobeev</u> , N.V. Kasyanova. Number of generations and possible catch of bream	41
A.V. Sakonnova, T.N. Kurdina, V.L. Sklyarenko. Classification of waters of the Main part of the Rybinsk reservoir	43
O.F. Kondratsova. On synchronism of fluctuations of rivers runoff in the Northern part of the European USSR and in the Volga basin	48
V.L. Sklyarenko, V.N. Sklyarenko. Prediction of phase of rivers snow melt discharge by the method of discriminant analysis	54
V.V. Sakonnov. Contents and distribution of nutrients in bottom layers of the Ivankovo reservoir	58
S.I. Tretyakova. Organic matter in the water of the Kuibyshev reservoir in 1975-1976	63
P.I. Antonov. To the method of analysis of <i>dreissena</i> distribution by size groups	67
I.K. Stepanova. Determination of iron in mineral fraction of suspensions	71