

УДК [556.55] (282.247.31)

О. А. Гуляева

**ЭКОЛОГО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ВОДОХРАНИЛИЩ ДНЕСТРОВСКОГО
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

Рассмотрены гидрологические факторы, определяющие функционирование экосистем водохранилищ Днестровского энергетического комплекса. Проведена оценка внешнего водообмена, внутриводоёмной динамики и гидрофизических характеристик водных масс. Раскрыты механизмы влияния ключевых факторов на некоторые химические и биологические процессы в экосистемах этих водоёмов.

Ключевые слова: внешний водообмен, гидродинамические и гидрофизические характеристики водных масс, Днестровский энергетический комплекс.

Водные ресурсы являются неотъемлемым компонентом в технологическом процессе выработки электроэнергии. Работа всех электростанций тесно связана с водохранилищами. Они создаются для охлаждения циркуляционной воды конденсаторов турбин ТЭС и АЭС, а также для образования напора и аккумулирующей ёмкости для ГЭС и ГАЭС. В последние десятилетия для повышения надёжности энергоснабжения прослеживается тенденция к близкому размещению электростанций и образованию энергокомплексов. В мире эксплуатируется ряд энергокомплексов: в США — Oroville-Thermalito, San Luis, Hiwassee, Northfield Mountain, Keowee-Toxaway, в ЮАР — Steenbras и Koeberg, в Украине — Южноукраинский и Днестровский и др. [6]. Уникальность последнего состоит в том, что в его состав входят высоконадежные электростанции — ГЭС-1, ГЭС-2, ГАЭС и три водных объекта. Основной — Днестровское водохранилище — выполняет функцию регулятора стока, два других — буферное водохранилище и верхний водоём ГАЭС — являются малыми техническими водоёмами.

Днестровский энергокомплекс, расположенный в среднем течении р. Днестра (юго-запад Украины), разделил реку на две практически равные части и создал принципиально новые условия её функционирования. Особенно остро стоят вопросы изменения водного, термического и уровня режима. Трансформации абиотических и биотических компонентов экосистемы среднего течения реки возможны также в результате эксплуатации Днестровской ГАЭС [22], которая находится на стадии строительства. Всё это обуславливает необходимость проведения комплексного эколого-гидро-

© О. А. Гуляева, 2013

логического анализа функционирования водных объектов Днестровского энергокомплекса для дальнейшей экологической оптимизации их эксплуатации.

Цель работы состояла в определении гидрологических процессов, которые наиболее полно характеризуют оптимальные и лимитирующие условия функционирования экосистем водных объектов Днестровского энергокомплекса.

Материал и методика исследований. Материалом для настоящей работы послужили результаты наблюдений за некоторыми показателями гидродинамического, гидрофизического, гидрохимического и гидробиологического режимов в 2007—2010 гг. Кроме того, использовались материалы Государственной гидрометеорологической службы, Института гидробиологии НАН Украины и Государственного агентства водных ресурсов. Проанализировано значительное количество литературных источников, касающихся исследований гидробиологических процессов [19, 21, 23, 24 и др.], гидрохимических показателей качества водных масс [14, 15, 18, 25] и некоторых элементов гидрологического режима [3, 4, 12].

Методы исследований основываются на принципах классической гидрологии, гидрохимии, гидроэкологии и гидробиологии. Для оценки аспектов воздействия водохранилищ энергокомплекса на экосистему р. Днестра использовалась методология и методическая база эколого-гидрологических исследований [20]. В их основе лежит количественное определение ключевых экологически значимых гидрологических факторов: внешнего водообмена, внутриводоёмной динамики и гидрофизических характеристик водных масс.

Результаты исследований и их обсуждение

Днестровское водохранилище осуществляет сезонное (с переходом на многолетнее) регулирование стока р. Днестра. Характерными особенностями водоёма являются его большая длина и глубина, относительно небольшая ширина и значительная извилистость (рис. 1). По основным морфометрическим характеристикам оно относится к крупным, русловым, предгорным и глубоким [1] (табл. 1).

Буферное водохранилище создано в 1987 г. на 20-км русловом участке реки ниже ГЭС-1. Оно предназначено для выравнивания расходов воды, которая поступает с Днестровского водохранилища и верхнего водоёма ГАЭС. В качестве нижнего водоёма ГАЭС буферное водохранилище используется с 2009 г., когда был запущен первый гидроагрегат. Оно осуществляет суточное и недельное регулирование и относится к русловым, небольшим и неглубоким водным объектам.

Созданный на правом берегу буферного водохранилища верхний водоём ГАЭС введен в эксплуатацию частично. При работе одного гидроагрегата он функционирует с полезным объёмом 1,95 млн. м³. По морфометрическим



1. Схема размещения водохранилищ Днестровского энергетического комплекса.

параметрам в проектных условиях (см. табл. 1) водоем относится к наливным водным объектам со средними глубинами.

Основным компонентом приходной части водного баланса Днестровского водохранилища является сток верхнего Днестра. По данным Государственной гидрометеорологической службы за год в водохранилище поступает в среднем 6—8 км³ воды. В отдельные годы объём притока достигает 12 км³, а иногда не превышает 4—5 км³/год. Вторая по значению составляющая водного баланса — боковой приток рек Збруча, Жванчика, Смотрича, Студеницы, Ушицы и Калюса, составляющий 19—23% общего притока. За месяц доля бокового притока может меняться от 5 до 40%. Объём сброса предприятий незначительный — 13—14 млн. м³/год. Годовой слой осадков на зеркало водоема составляет в среднем 500—600 мм (60—80 млн. м³).

Расходная часть водного баланса формируется в основном за счёт сброса в буферное водохранилище (нижний бьеф Днестровской ГЭС-1), достигающего 80—97% общего притока. Фильтрационный расход через гидросооружения ГЭС составляет 7 м³/с (224 млн. м³/год). Забор воды на хозяйственные нужды незначительный и колеблется в пределах 35—40 млн. м³/год. Испаряется с водного зеркала в среднем 700—800 мм/год, что обуславливает потерю до 95—100 млн. м³ воды ежегодно.

Наибольшие значения суммарного притока поверхностных вод к водохранилищу отмечаются в весенний период (с марта до середины мая, максимум — 1—2 км³ в апреле). Водный режим реки характеризуется прохождением паводков в течение тёплого периода года, а иногда и зимой (1992 и 1998 гг.). За период существования Днестровского водохранилища самым большим был июльский паводок 2008 года (1% обеспеченности) — за III декаду июля в водохранилище поступило 2,5 км³. В летний период несколько увеличивается количество осадков на поверхность водохранилища, однако эта составляющая водного баланса не превышает 2,0—2,5% общей суммы притока. Обычно водохранилище срабатывается зимой и наполняется весной. В течение остального времени года также возможны периоды наполнения и сработки.

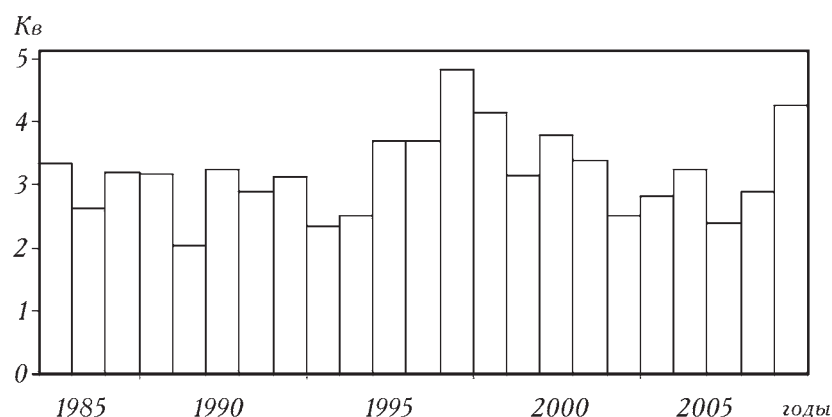
1. Основные гидроморфометрические характеристики водохранилищ Днестровского энергетического комплекса [5, 17]

Показатели	Днестровское вдр.	Буферное вдр.		Верхний водоём ГАЭС
		до запуска ГАЭС	при работе ГАЭС	
Нормальный подпорный уровень (НПР), м	121,0	72,00	77,10	229,50
Форсированный подпорный уровень (ФПР), м	125,0	82,00	82,00	—
Уровень мертвого объёма (УМО), м	102,5	67,00	67,60	215,50
Площадь водного зеркала при НПР, км ²	142,0	5,91	10,40	2,04
Площадь мелководий (до 2 м при НПР), км ²	8,6	—	—	—
Объём при НПР, млн. м ³	3000	31,00	70,10	38,80
Полезный объём, млн. м ³	2000	23,40	60,10	32,70
Длина, км	194,0	19,80	19,80	2,83
Ширина, км				
максимальная	2,0	0,52	—	—
средняя	0,7	0,30	0,53	0,72
Глубина, м				
максимальная	54,0	9,00	22,2	29,75
средняя	21,0	5,30	6,74	19,02

Приходная часть водного баланса буферного водохранилища (6—8 км³/год) формируется в основном за счёт сброса с Днестровского, боковой приток незначительный (0,05—0,06 км³/год). Поступление воды за счёт осадков на водную поверхность — 3—4 млн. м³/год, испарение — 4—5 млн. м³/год. Основная составляющая расходной части водного баланса — сброс через агрегаты ГЭС-2.

Водный баланс верхнего водоёма определяется работой ГАЭС. В часы ночного провала нагрузки в энергосистеме ГАЭС работает в режиме насосов, которые закачивают воду с буферного водохранилища в верхний водоём, а в час пик — сбрасывают её назад. Средний расход одного гидроагрегата в насосном режиме составляет 271, в турбинном — 252 м³/с. Для наполнения верхнего водоёма до НПР при работе ГАЭС на полной мощности необходимо 5,1 ч. Количество осадков на зеркало водоёма составляет 1 млн. м³/год, испарение — 1—2 млн. м³/год.

Днестровское водохранилище, согласно схеме Б. Б. Богословского [2], по интенсивности внешнего водообмена можно отнести к водоёмам аккумуля-



2. Годовой коэффициент внешнего водообмена Днестровского водохранилища.

тивно-транзитной группы. Средний годовой коэффициент внешнего водообмена ($K_{в}$) за период с 1986 по 2008 г. составляет 3,2. В отдельные годы, когда проходили значительные паводки, интенсивность водообмена достигала 4,5—4,8, а в маловодные снижалась до 2,0 (рис. 2). В течение года максимальные значения наблюдаются весной, минимальные — осенью и зимой (табл. 2).

В средний по водности год период водообмена составляет 110—120 суток. Проточность [16] Днестровского водохранилища в течение года в среднем равна 0,017 м/с. В нормальных условиях наиболее проточным (0,025—0,040 м/с) водоём бывает с марта по май, наименее (0,007—0,014 м/с) — в зимний период.

В буферном водохранилище вода обновляется каждые 1—3 суток. Средний годовой коэффициент водообмена составляет 262, в маловодные годы он снижается до 119, а в многоводные — увеличивается до 429. За интенсивностью водообмена водохранилище можно отнести к транзитным водоёмам с очень большим водообменом. Средняя проточность водохранилища составляет 0,16—0,17 м/с. В верхнем водоёме Днестровской ГАЭС период водообмена не превышает 2 суток.

Гидродинамический режим каждого из водохранилищ Днестровского энергокомплекса разный. На Днестровском постоянно действующими течениями являются стоковые. В периоды половодья и паводков они преобладают и играют определяющую роль в формировании качества водных масс, охватывая практически всю толщу воды. Наибольшие скорости стоковых течений — 2 м/с и более регистрируются в верховье. Иная картина наблюдается в приплотинном участке: даже при прохождении паводков средняя скорость стокового течения не превышает 0,15, а в межень составляет 0,005—0,010 м/с. Ветровые течения в Днестровском водохранилище непостоянны. Они не имеют благоприятных условий для развития, поскольку водоём узкий со сложной конфигурацией берегов. В приплотинном участке ветровые течения иногда соизмеримы со стоковыми [11].

Днестровское водохранилище характеризуется сложным уровенным режимом. Положение уровня воды зависит от стока и режима эксплуатации Днестровской ГЭС-1. В годовом ходе в целом наблюдается весенний подъем и понижение летом, осенью и зимой. Амплитуда сезонных колебаний составляет 2,2—9,0 м (рис. 3). В зимний период, когда происходит интенсивная сработка водохранилища, уровни воды минимальны. Весной водохранилище наполняют, наиболее высокие уровни обычно отмечаются во второй половине апреля, а также в период прохождения летних паводков.

Внутрисуточные колебания уровня воды более сложные, типичный суточный ход отсутствует (рис. 4). Уровень воды приплотинного участка водохранилища непосредственно связан с работой ГЭС-1, при включении агрегатов происходит его постепенное понижение. Амплитуда внутрисуточных колебаний у плотины незначительна и в среднем составляет 5—6 см. Вверх против течения в водохранилище амплитуда колебаний уровня воды увеличивается: на среднем участке — до 10 см, верхнем — до 15. Анализ натурных наблюдений позволяет утверждать, что это связано с образованием обратных длинных волн при пусках Днестровской ГЭС-1. Скорость их распространения достигает 38 км/ч [26].

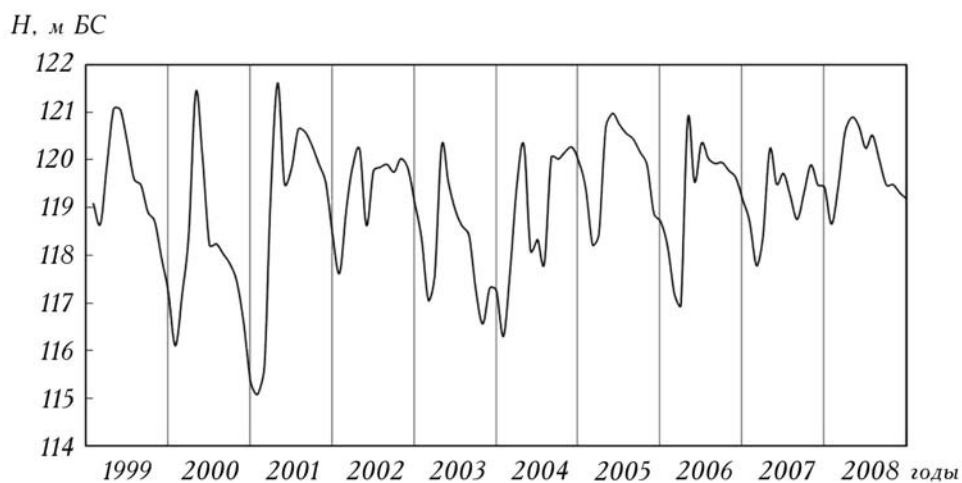
Ветровое волнение на Днестровском водохранилище относительно слабое. Наименьшее развитие оно имеет в верхнем руслообразном участке водоёма, наибольшее — в приплотинном. При нормальных гидрометеорологических условиях высота волн не превышает 0,25 м, хотя иногда она может достигать 1 м, а длина — 14 м.

Гидродинамический режим буферного водохранилища полностью определяется режимом эксплуатации энергокомплекса. Возле плотины ГЭС-1 скорость стокового течения может достигать 2,4 м/с, на участке возле ГЭС-2 она изменяется в пределах 0,3—0,9 м/с. По нашему мнению, введение ГАЭС на полную мощность не увеличит максимальную скорость, но средний участок буферного

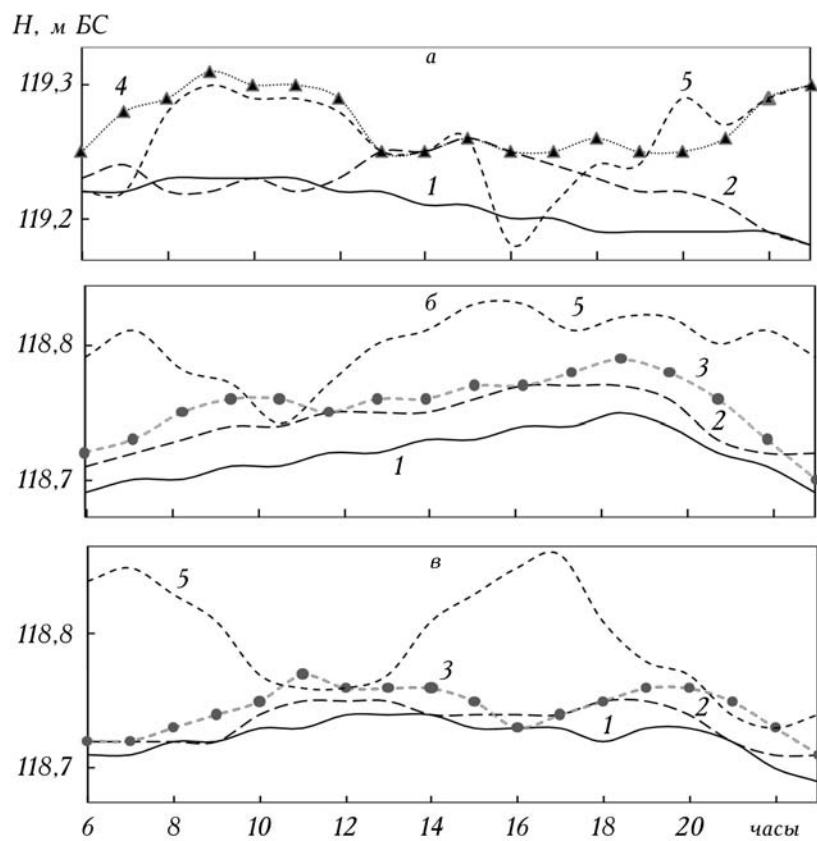
2. Интенсивность водообмена (K_v) Днестровского водохранилища в течение года

Месячные коэффициенты водообмена	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средний	0,22	0,23	0,34	0,41	0,33	0,31	0,28	0,26	0,25	0,23	0,23	0,22
Максимальный	0,43	0,45	0,94	0,87	0,76	0,69	0,85	0,50	0,49	0,39	0,47	0,38
Минимальный	0,12	0,13	0,15	0,22	0,20	0,13	0,13	0,12	0,14	0,15	0,14	0,14
	1986	1985	1985	1996	1985	1985	2008	2004	1996	2008	1992	1985
	2006	1989	1990	1989	1990	2003	1994	1994	2003	2000	1986	2003

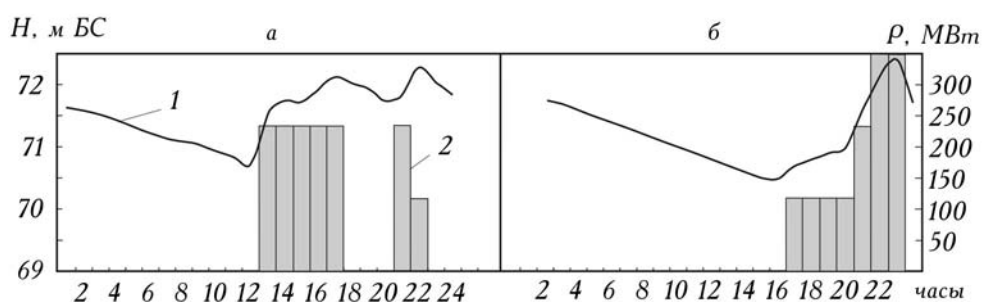
П р и м е ч а н и е. Над чертой — месячные коэффициенты водообмена, под чертой — годы.



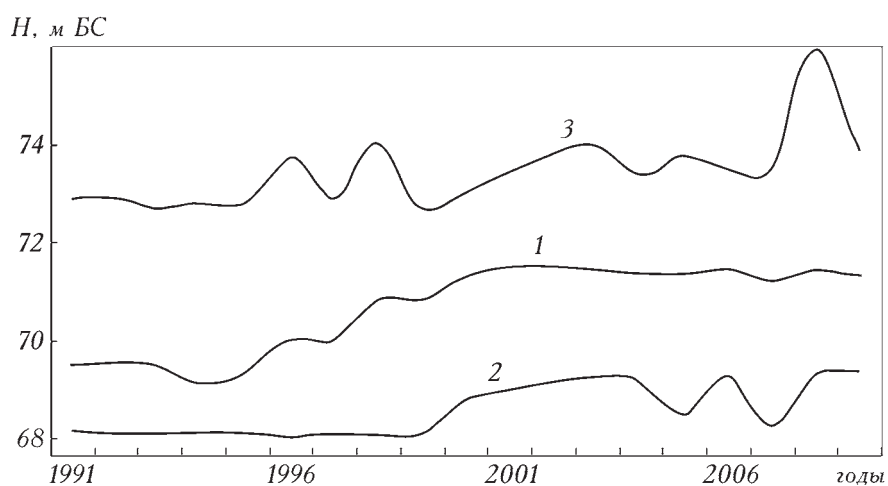
3. Хронологический график уровня воды в Днестровском водохранилище.



4. Колебания уровня воды в Днестровском водохранилище 5 июля (а), 19 (б) и 20 (в) августа 2007 г.: 1 — 5 км; 2 — 25 км; 3 — 40 км; 4 — 100 км; 5 — 150 км от плотины Днестровской ГЭС-1.



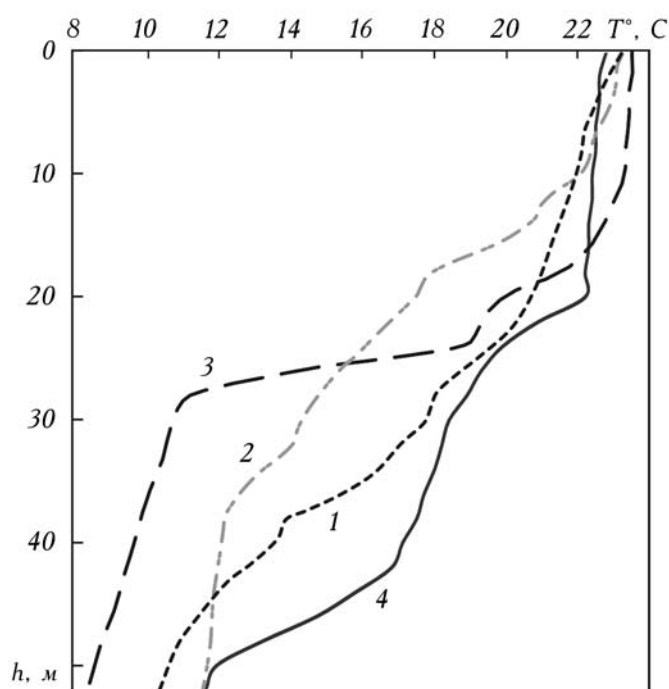
5. Уровень воды (1) в буферном водохранилище и активная суммарная мощность Днестровской ГЭС-1 (2) 4 июля (а) и 18 августа (б) 2007 г.



6. Уровень воды в буферном водохранилище (1 — средний годовой, 2 — минимальный, 3 — максимальный).

водохранилища станет более динамичным. Изменение уровня воды в нём также зависит от функционирования энергокомплекса (рис. 5). Максимальная суточная амплитуда — 3 м и более, отмечена возле ГЭС-1, в среднем — 1,5—2 м [4]. Амплитуда колебаний уровня воды в буферном водохранилище в течение года составляет 4,5—4,7, максимальная — 7 м (рис. 6).

Гидродинамика верхнего водоёма определяется режимом работы Днестровской ГАЭС. Сейчас, на первом этапе её строительства, максимальная поверхностная скорость возле водоприёмника составляет 1,2, а придонная — 3,7 м/с. На втором этапе последняя может увеличиться до 4,1 м/с [12]. Волновой режим верхнего водоёма определяется ветром. Длинные волны типа сейши образуются при включении и остановке агрегатов, их максимальная высота может достигать 0,7 м.



7. Вертикальное распределение температуры воды в приплотинном участке Днестровского водохранилища в августе: 1 — 2005 г.; 2 — 2006 г.; 3 — 2007 г.; 4 — 2008 г.

Среди гидрофизических характеристик первостепенное экологическое значение для функционирования экосистем водоёмов и водотоков имеют температура (тепло), содержание и состав взвешенных веществ и оптические характеристики водных масс.

После создания Днестровской ГЭС-1 существенно изменились термические показатели водных масс реки [8]. В Днестровском водохранилище в летний период формируется прямая температурная стратификация с

делением на эпилимнион, металимнион и гиполимнион. Мощность каждого из этих слоёв непостоянна (рис. 7) и зависит от гидрометеорологических условий.

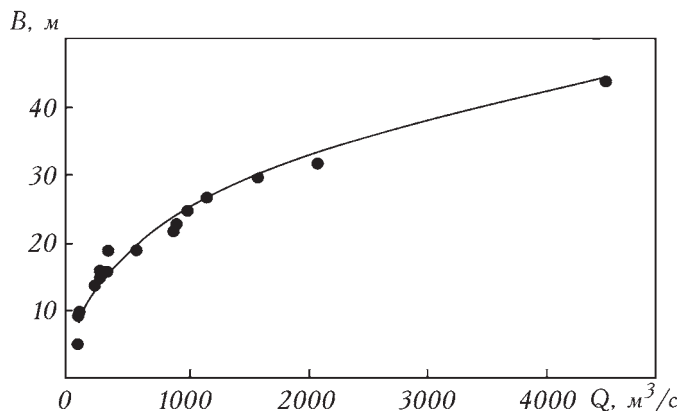
Формированию эпилимниона мощностью до 10 м способствуют, в частности, малые скорости стоковых и ветровых течений и слабое ветро-волновое перемешивание. Увеличение транзитного переноса при прохождении паводков часто приводит к значительному перемешиванию воды по всей глубине и формированию нетипичной для летнего периода стратификации без чётко выраженных термических слоёв. Нами получена эмпирическая зависимость мощности эпилимниона от транзитных расходов воды (рис. 8), которая может использоваться в расчётах и прогнозах термического состояния приплотинного участка Днестровского водохранилища и открывает возможность оценивать термическое состояние вод буферного водохранилища и р. Днестра в целом. Забор воды из Днестровского водохранилища осуществляется с глубины 27—43 м, поэтому повышение температуры в его нижних слоях в летний период приводит к её повышению в буферном (рис. 9). Это ослабляет негативное влияние энергокомплекса на термический режим нижнего течения р. Днестра.

Создание Днестровского водохранилища привело к изменению седиментационного режима реки. Средняя мутность воды на её верхних участках, до зоны выклинивания подпора водохранилища, составляет 250—

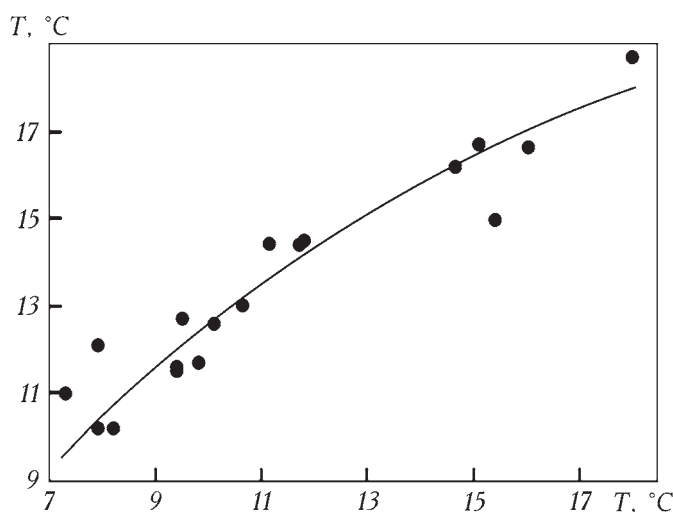
500 г/м³ [19]. Это приводит к ежегодному поступлению в среднем 1,5—2,5 млн. т взвешенных веществ, из которых 85—95% аккумулируются в нём [10]. Их осаждение по водохранилищу происходит неравномерно. На верхнем 40-км участке седиментирует только песок. Максимальная разгрузка потока наблюдается на расстоянии 40—70 км от зоны выклинивания подпора. В нижний бьеф Днестровской ГЭС-1 поступает вода с мутностью всего 2—4 г/м³ [3]. Активное освобождение водных масс от взвесей обуславливает их существенное осветление — прозрачность воды по длине водохранилища увеличивается в среднем от 1,0 до 3,5 м. Отметим, что в приплотинном участке минимальные значения прозрачности (1,6—2,2 м) регистрируются в мае, максимальные (до 7 м) — зимой

и в начале весны. Цвет воды Днестровского водохранилища также изменяется в широком диапазоне. Больше всего степень окрашенности варьирует в приплотинном участке, что объясняется значительной изменчивостью гидрологических условий. Здесь максимальную повторяемость (50—55%) имеет зеленовато-желтый цвет (XIII—XIV), в верховье водоёма чаще (70—80%) — коричневатого-желтый (XVII—XVIII) (рис. 10).

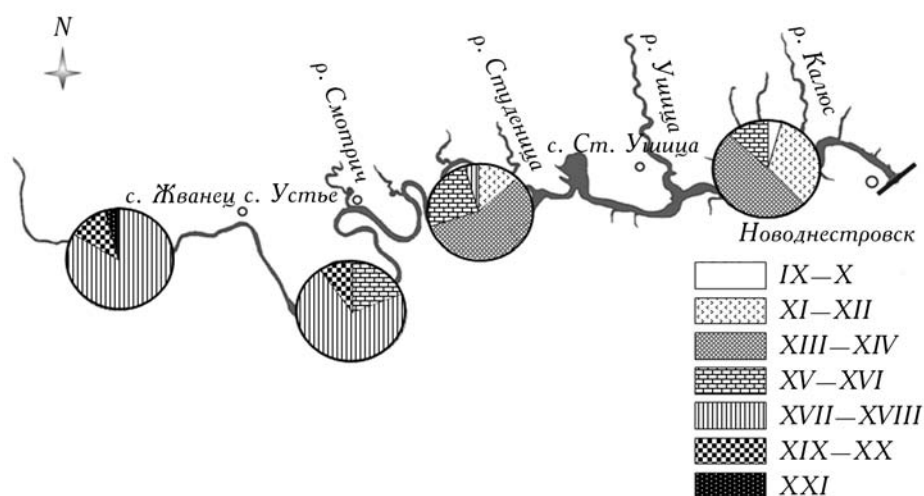
Ключевым показателем состояния любой водной экосистемы является её кислородный режим. Содержание растворённого кислорода в поверхно-



8. Соотношение мощности эпимниона (B) и транзитных расходов воды (Q) в летний период (приплотинный участок Днестровского водохранилища).



9. Соотношение средней температуры воды в буферном водохранилище (y) и средней температуры на глубине 27—43 м в Днестровском водохранилище (x) в летний период.



10. Циклограмма повторяемости цвета водных масс в Днестровском водохранилище (2008—2010 гг.): IX—XXI — номера цветов стандартной шкалы (ШЦВ-000Т0).

стных слоях Днестровского водохранилища изменяется в пределах 3,5—16,0 мг/дм³ [15, 18, 25]. Максимальные значения отмечаются зимой и весной, минимальные — в конце вегетационного периода, когда активно происходят процессы деструкции. В летний период, который обычно характеризуется средним содержанием кислорода в воде, может возникать его дефицит на участках впадения приток и в местах, где происходит разгрузка речного потока от взвесей. Кроме того, летом низкое содержание характерно для придонных слоёв приплотинного участка. Значительное влияние на вертикальное распределение кислорода в летний период оказывают стоковые течения. При прохождении паводков происходит перераспределение его содержания: в поверхностных слоях оно уменьшается, а в придонных — увеличивается. Но даже во время прохождения катастрофического паводка 2008 года в глубинных слоях концентрация кислорода не превышала 4 мг/дм³ (рис. 11). Вертикальное распределение кислорода на приплотинном участке Днестровского водохранилища значительно влияет на формирование газового режима буферного. Во время работы Днестровской ГЭС-1 в буферное водохранилище поступает вода с низким содержанием кислорода, но за счёт работы всех энергетических объектов комплекса происходит её насыщение. В зависимости от исходной концентрации кислорода, гидрометеорологических условий и режима эксплуатации энергокомплекса его содержание в воде буферного водохранилища увеличивается на 1—3 мг/дм³ [9]. В результате этого концентрация кислорода ниже энергокомплекса достигает уровня, который не представляет угрозы для жизни гидробионтов и улучшает самоочистительную способность потока.

Среди биотических компонентов водных экосистем интегральным показателем качества воды является структура фитопланктона. В Днестровском водохранилище основу его флористического спектра составляют три отдела водорослей: зелёные, диатомовые и синезелёные. Из них большинство видов-индикаторов относится к β-мезосапробам [13, 19, 23]. Структура фито-

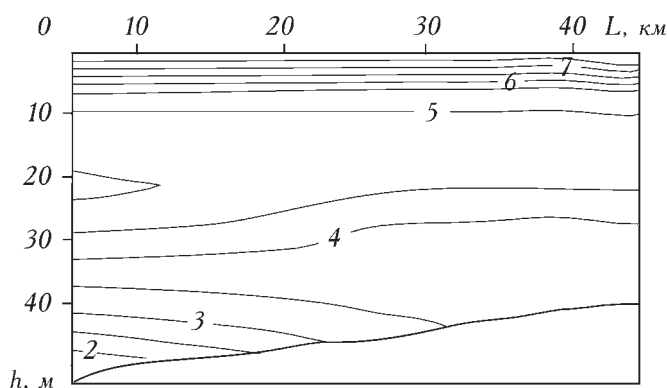
планктона в водохранилище во многом зависит от интенсивности стоковых течений. Проанализировав данные собственных и мониторинговых исследований, мы обнаружили, что в летний период при малой скорости течения в поверхностном слое велика доля синезелёных (рис. 12). При увеличении скорости преобладающими становятся зелёные и диатомовые водоросли.

В приплотинном участке Днестровского водохранилища при работе агрегатов ГЭС-1 наблюдаются сравнительно низкие показатели развития фитопланктона. Определяющую роль в этом играет глубинный забор воды, вследствие которого фитопланктон затягивается в средние и нижние слои, что приводит к увеличению его численности и биомассы в буферном водохранилище [7].

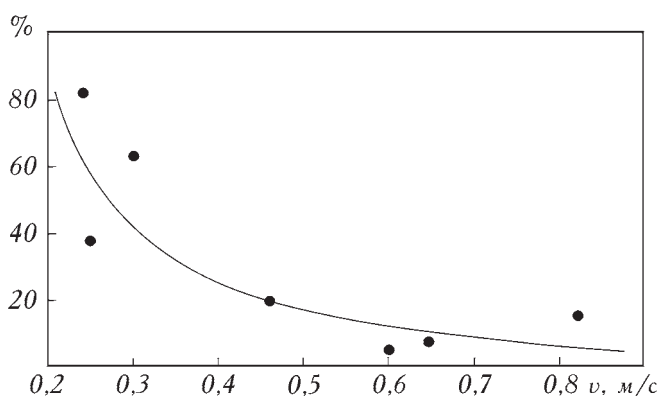
Заключение

Днестровский энергетический комплекс является сложной гидроэнергетической системой, состоящей из трёх водохранилищ и трёх гидротехнических объектов. Проведённые исследования дают основание утверждать, что он уникален не только по конструктивным особенностям ГЭС и ГАЭС и комплексному назначению водоёмов, но и по сложившемуся гидрологическому режиму.

Функционирование экосистем водохранилищ определяется внешним водообменом, внутриводоёмной динамикой и гидрофизическими характеристиками водных масс. Их количественная оценка, а также полученные соотношения между гидрологическими и экологическими показателями водохранилищ энергоком-



11. Распределение кислорода в воде приплотинного участка Днестровского водохранилища в июле 2008 года: L — расстояние от плотины; цифры возле линий — концентрация кислорода, мг/дм^3 .



12. Соотношение количества синезелёных водорослей (%) и скорости течения (v) в Днестровском водохранилище в летний период.

лекса открывают реальные перспективы для экологической оптимизации их эксплуатации.

**

В роботі оцінено зовнішній водообмін, внутрішньоводоймову динаміку та гідрофізичні характеристики водних мас у водосховищах Дністровського енергетичного комплексу. Розкрито механізми впливу цих ключових факторів на кисневий режим і функціонування фітопланктону в їх екосистемах.

**

The water exchange, internal dynamics and hydrophysical properties of water masses of the Dniester energy complex reservoirs have been estimated. The mechanism of influence these key factors on oxygen regime and function of phytoplankton in its ecosystems has been revealed.

**

1. Авакян А. Б., Саталкин В. П., Шаранов В. А. Водохранилища. — М.: Мысль, 1987. — 325 с.
2. Богословский Б. Б. Внешний водообмен водоемов и некоторые особенности водных масс пресных озер // Тр. Всесоюз. симп. по основным проблемам озер. — Вильнюс, 1970. — Т. 1. — С. 237—258.
3. Вишневский В. И. Об изменениях в твердом стоке Днестра и заилении Дубоссарского водохранилища // Мелиорация и вод. хоз-во. — 1993. — Вып. 78. — С. 38—41.
4. Вишневский В. И. Трансформация попусков в нижнем бьефе Днестровской ГЭС // Гидротех. стр-во. — 1991. — № 11. — С. 37—39.
5. Временные правила эксплуатации пускового комплекса гидроагрегата № 1 Днестровской ГАЭС: 732—39—Т29. — Харьков: Укргидропроект, 2009. — Ч. 2. — 78 с.
6. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под общ. ред. Ю. А. Ландау, Л. А. Сиренко. — Киев: Либра, 2004. — 484 с.
7. Гулейкова Л. В., Мантурова О. В. Планктон буферного водосховища Дністра // Наук. зап. Терноп. ун-ту. — 2005. — № 3 (26). — С. 125—128.
8. Гуляева О. А. Особенности термического режима Днестровского водохранилища // Озера та штучні водойми України: сучасний стан та антропогенні зміни: Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. — Луцьк, 2008. — С. 166—169.
9. Гуляева О. О. Седиментаційний режим Дністровського водосховища // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2009. — Т. 16. — С. 103—107.
10. Гуляева О. О. Течії в Дністровському водосховищі: результати моделювання // Наук. зап. Терноп. ун-ту. — 2010. — № 2 (43). — С. 136—139.
11. Гуляева О. О. Роль Дністровського гідровузла у формуванні кисневого режиму річки // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2011. — Т. 1 (22). — С. 127—133.
12. Давлетишин В. Х., Хомяк Р. В. Дослідження гідравлічного режиму потоків у верхньому водоймищі Дністровської ГАЕС // Гідроенергетика України. — 2006. — № 3. — С. 24—29.

13. Меленчук Г. В., Гуляева О. О. Фітопланктон Дністровського водосховища // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2010. — Т. 20. — С. 154—159.
14. Никаноров А. М., Брызгалов В. А., Косменко Л. С. и др. Восстановление пресноводных экосистем после сильного солевого загрязнения. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — 96 с.
15. Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б. Гідрохімічний довідник: поверхневі води України, гідрохімічні розрахунки, методи аналізу. — К.: Ніка-Центр, 2008. — 656 с.
16. Пикуш Н. В. Расчёт водообмена и проточности водоёмов // Гидробиол. журн. — 1972. — Т. 8, № 4. — С. 97—105.
17. Правила эксплуатации водохранилищ Днестровского комплексного гидроузла. — М.: Мин-во вод. хоз-ва СССР, 1987.
18. Ромась І. М., Лисиченко І. М. Дослідження гідрохімічної обстановки у поверхневих водах та вплив на неї водосховищ Дністровських ГЕС і ГАЕС // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2006. — Т. 10. — С. 81—88.
19. Сиренко Л. А., Евтушенко Н. Ю., Комаровский Ф. Я. и др. Гидробиологический режим Днестра и его водоёмов. — Киев: Наук. думка, 1992. — 356 с.
20. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоёмов Украины. — Киев: Наук. думка, 2006. — 384 с.
21. Шарпановская Т. Д. Экологические проблемы Среднего Днестра. — Кишинев: ВІОТІСА, 1999. — 88 с.
22. Шевцова Л. В. Гидробиологическая оценка по национальной и международной системам ОВОС влияния Днестровской гидроаккумулирующей электростанции на водные экосистемы реки // Управление бассейном трансграничной реки Днестр и Водная Рамочная Директива ЕС: Материалы Междунар. конф. — Кишинев: Eco-Tiras, 2008. — С. 288—290.
23. Шевцова Л. В., Алиев А. К., Кузько О. А. и др. Экологическое состояние реки Днестр. — Киев, 1998. — 148 с.
24. Шевцова Л. В., Брума И. Х., Кузько О. А. и др. Гидроэкологическая характеристика трансграничного участка среднего Днестра // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 2. — С. 3—14.
25. Шевцова Л. В., Кошелева С. И., Цаплина Е. Н. Химический состав и качество воды Днестровского водохранилища // Там же. — 1997. — Т. 33, № 3. — С. 92—100.
26. Hulciaieva O. A. Reverse long waves in reservoirs and their ecological role // XXIVth conference of the Danubian countries «On the hydrological forecasting and hydrological bases of water management». — Ljubljana, 2008.