

УДК 502.5:504.064.2(477.7)

Н. И. Игошин, канд. геогр. наук, доцент,

О. И. Цуркан, канд. геогр. наук,

А. А. Гыжко, студ.,

А. В. Яровая, студ.,

Л. И. Игошина

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

Одесский государственный экологический университет

ПОЧВОВОДООХРАННЫЙ КОМПЛЕКС МАЛОГО ВОДОХРАНИЛИЩА СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

В предлагаемой статье выполнено обобщение материалов многолетних полевых инженерно-геологических, гидролого-экологических, почвенно-эрозионных исследований. С привлечением расчетных и картографических методов проведен тщательный анализ современной экологической обстановки малого руслового водохранилища комплексного назначения. Вскрыты основные факторы и причины кризисного экологического состояния системы “река-водоем”. Установлены границы водоохраной зоны по поясам хозяйствования. Предлагается комплекс почвоводоохранных мероприятий для акватории водоема и его водосборной площади. Получены количественные характеристики заиления водохранилища и составлена новая схема расчистки водоема от донных отложений.

Ключевые слова: восстановление, охрана, экологическая обстановка, заиление, фильтрация, водоохранная зона, донные отложения.

Введение

Актуальность. На современном этапе среди важнейших экологических проблем в области рационального природопользования центральное место занимает проблема восстановления и охраны малых рек и водоемов. Она охватывает широкий круг вопросов и обусловлена длительным и постоянным возрастающим воздействием разнообразных антропогенных факторов на русла рек, акватории водоемов и их водосборы. Несмотря на чрезвычайную важность малых водных объектов в жизни различных районов, их современное состояние оценивается как критическое [3; 5; 10; 23]. В последние годы не только ученые, но и широкая общественность отмечают, что водопользователями не соблюдаются простейшие меры охраны водоемов (озер, прудов, водохранилищ) от заиления и загрязнения, которые были известны и описаны И. У. Полимпсестовым еще в середине XIX столетия [15; 21]. Допускаются серьезные нарушения в использовании водоемов и прилегающих к ним склоновых и пойменных земель. Водоохранные и санитарные зоны часто отсутствуют даже у водохранилищ, используемых для питьевого водоснабжения. На берегах рек и водоемов устраивают свалки мусора, складывают ядохимикаты и отходы производства; водопой скота производится нередко путем загона его в

водоем. Несвоевременная реконструкция гидротехнических сооружений (гидроузлов, плотин, водозаборных и водосбросных сооружений) и реабилитация загрязненных участков приводит к их прорыву, разрушению и деградации. В целом, состояние малых водохранилищ и прудов степной и лесостепной зон Украины (именно там, где они особенно необходимы) является крайне напряженным [1; 3; 10; 11].

Практически кризисная экологическая ситуация большинства естественных и искусственных водоемов требует разработки долговременной стратегии восстановления малых водных объектов, основанной на глубоком знании гидрологических, геологических, гидродинамических, гидрохимических и других процессов, протекающих на водосборах, в руслах рек и акваториях водоемов. Результаты этих исследований должны составить научную основу комплексных схем восстановления, рационального использования и охраны малых рек [18–21].

Исходные материалы, методика их обработки и анализа

Река Малый Куяльник и сооружения на ней водные объекты в гидроэкологическом отношении весьма слабо изучены. Поэтому все основные элементы водного, седиментационного и солевого балансов определялись расчетным путем с использованием новейших карт и современных методик [6; 7; 11; 21; 24]. Климатические характеристики устанавливались по данным метеостанции г. Затишье.

В 1978 году в связи с планируемой расчисткой малого водохранилища от донных отложений институтом “Укргипросахарпром” совместно с НПК “Веста” (Киев) и трестом “Укргидромеханизация” (г. Херсон) выполнена инженерно-геологическая съемка и составлена схема дноуглубления водоема, частично реализованная на площади 4,7 га в приплотинной зоне водохранилища. Эти материалы были использованы нами для дополнительного анализа процессов заиления водохранилища.

В 1979 году ОНУ им. И. И. Мечникова совместно с ОГМИ, МГУ им. М. В. Ломоносова и Курским НИИ защиты почв от эрозии в рамках программы зональной Всесоюзной экспедиции проведены экспериментальные исследования эрозионных процессов на склонах водохранилища. Результаты этих исследований использованы для оценки эрозионной опасности территории и разработки комплекса противоэрозионных мероприятий в бассейне реки [7–10; 22].

В 1994–1995 гг. исследовательская группа ОНУ (при участии сотрудников ОГЭКУ и сахарного завода) произвела исследование (после экологической катастрофы на водоеме 1993 г.) верхнего и среднего течения реки М. Куяльник и его притоков, выполнила гидрогеологическую и топографическую съемки водохранилища, с промерами глубин и составила заключение о причинах экологического бедствия [10; 22].

В 2005 г. на водохозяйственной практике студентами ОНУ была произведена корректирующая геодезическая съемка (с промерами глубин и отбором проб воды и донных отложений) приплотинного участка водоема,

обследованы прилегающие склоны, существующие и потенциальные источники загрязнения, а также очистные сооружения в поселке Радостном.

Обработка материалов. По крупномасштабным физическим картам определялись основные гидрографические и морфометрические характеристики водосбора водоема: площадь и средний уклон водосбора, падение и уклон речного русла, длина и уклон склонов долины реки, густота эрозийного расчленения, глубина базиса эрозии, распаханность и эродированность земель, лесистость, заболоченность, мелиорированность, урбанизированность территории и др., а также устанавливались связи между ними.

По плану водохранилища в горизонталях (рис. 1) определялись морфометрические характеристики для проектных уровней водоема (НПУ, УМО, ФПУ): длина, ширина, средняя и максимальная глубины, площади водного зеркала, запасы воды, устанавливались соотношения между ними и строились батиграфическая и объемная кривые водоема [4; 10]. По методике А. И. Молдаванова [12] все характеристики были восстановлены для условий незаиленного водоема. Кроме того, рассчитывались специальные показатели (при НПУ), которые характеризуют процессы водообмена и заиления [16; 17]: открытость зеркала водоема, показатели емкости, глубоководности, формы чаши, зарастания водоема высшей водной растительностью, а также удельный водосбор и слой аккумуляции (табл. 1).

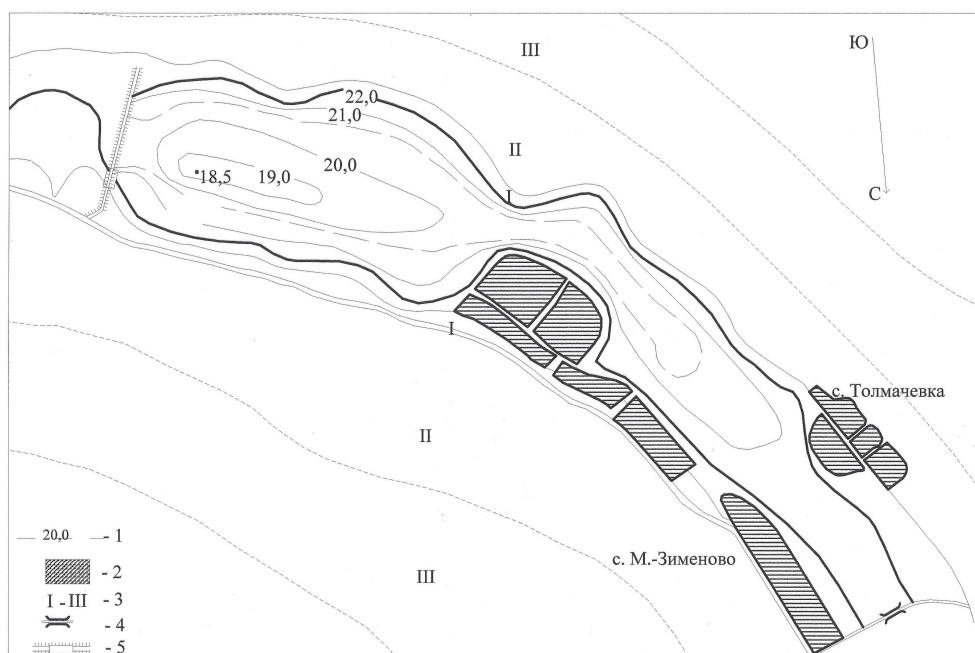


Рис. 1. Схема малого водохранилища в горизонталях: 1 — горизонтали; 2 — населенные пункты; 3 — пояса водоохраной зоны; 4 — мост и дорога; 5 — плотина с водосбором

Таблица 1

Проектные и специальные характеристики малого водохранилища

№ п/п	Проектные характеристики водохранилища	Значения	№ п/п	Специальные характеристики водохранилища	Значения
1	Нормальный подпорный уровень (НПУ), м. абс.	22,0	16	Показатель емкости	0,51
2	Площадь водного зеркала при НПУ ($F_{\text{НПУ}}$), га	293	17	Показатель открытости, $\text{км}^2/\text{км}$	1627
3	Полная емкость ($V_{\text{НПУ}}$), млн. м^3	5,20	18	Показатель относительной глубоководности	0,003
4	Полезная емкость ($\Delta V_{\text{НПУ}}$), млн. м^3	3,53	19	Показатель формы чаши, м^{-1}	1,60
5	Максимальная ширина (B_{max}), м	850	20	Удельный водосбор	213
6	Средняя ширина ($B_{\text{ср}}$), м	630	21	Слой аккумуляции, м	0,008
7	Максимальная глубина (h_{max}), м	3,0	22	Мутность р. М. Куяльник, $\text{г}/\text{м}^3$	500
8	Средняя глубина ($h_{\text{ср}}$), м	1,8	23	Сток речных наносов, тыс. $\text{м}^3/\text{год}$	5,8
9	Уровень мертвого объема (УМО), м. абс.	20,5	24	Площадь водосбора, км^2	623
10	Площадь водного зеркала при УМО ($F_{\text{УМО}}$), га	200	25	Приток по руслу реки, млн. м^2	5,46
11	Мертвый объем ($V_{\text{УМО}}$), млн. м^3	1,70	26	Срок эксплуатации водоема	(55)
12	Длина, км	4,65	27	Среднегодовое заиливание, тыс. $\text{м}^3/\text{год}$	(75)
13	Форсированный подпорный уровень (ФПУ), м. абс.	23,0	28	Модуль заиливания, $\text{м}^3/\text{год} \cdot \text{км}^2$	(120)
14	Площадь водного зеркала при ФПУ, га	(458)	29	Мощность заиливания, м	1,40
15	Форсированный объем ($\Delta V_{\text{ФПУ}}$), млн. м^3	3,76	30	Объем заиливания, млн. м^3	4,10

Гидрологические и гидрохимические характеристики определены расчетным способом и по картам, составленным на основе новейших методик: норма стока реки — по карте, разработанной с учетом современного потепления климата [6; 21]; сток взвешенных наносов рассчитывался по уравнению седиментационного баланса, региональным эмпирическим зависимостям и по картам мутности и стока воды [19; 21; 24]; сток растворенных в воде веществ (ионный сток) определялся с учетом карты минерализации поверхностных вод [18; 21; 24].

При выполнении водобалансовых и водохозяйственных расчетов сведения о фактическом водопотреблении на промводоснабжение и другие нужды принимались по таблице “2ТП-Водхоз”; определение потерь воды на дополнительное испарение осуществлялось по методике А. В. Огиевского [13; 19] с использованием батиграфической кривой и расчетной номограммы потерь на испарение по месяцам [10]; расчеты потерь воды на фильтра-

цию выполнялись на основе обобщенных данных из справочной литературы [3; 11; 21], результатов наших экспедиционных полевых исследований и расчетной номограммы [10; 22].

Сейчас многие исследователи отмечают, что из всех гидролого-экологических процессов, которые определяют существование и эксплуатацию малых искусственных водоемов, наиболее важным следует считать их заиление, которое в значительной степени влияет на экологическое состояние и срок их службы [3; 7; 10; 17–20; 22].

Основные характеристики заиления (мощность, площадь залегания и объем донных отложений, подлежащих изъятию и их качественный состав) устанавливали по данным инженерно-геологических изысканий [4; 10; 14]. Геологоразведочные работы, которые выполнялись в составе инженерно-геологических изысканий, проводили буровым способом с привязкой каждой скважины к конкретному створу с отбором керна по глубине каждой скважины. Всего пробурено 550 скважин на глубину 7 м. При этом отбирались пробы воды и измеряли глубины. По отобранным кернам и пробам воды в лабораторных условиях определялись качественные характеристики донных отложений и воды, степень их загрязнения и возможность последующего их использования.

По поперечным (рис. 2) и продольному (рис. 3) профилям вычислялись проектные отметки дна водоема, до которых возможно очищать от донных отложений. По плану водоема в изолиниях слоя ила (рис. 4) определяли мощность и площадь залегания донных иловых отложений, их распределение в водохранилище и другие показатели осадконакопления (табл. 1). Объем донных отложений (илов), подлежащих удалению определялся по схеме заиления водоема (рис. 4) по формуле:

$$V = \sum_1^n h_i \cdot f_i$$

где V — объем илов, м³, h_i — среднее значение мощности ила между соседними изолиниями, м; f_i — площади, заключенные между соседними изолиниями мощности ила, м².

По картосхемам и профилям для исследуемого малого водохранилища определялись основные показатели заиления: общий объем донных отложений в водоеме, мощность отложений, средний годовой объем отложений (как отношение общего объема отложений к количеству лет эксплуатации); слой отложений (отношение среднегодового объема отложений к площади зеркала); модуль заиления (отношение среднегодового объема отложений к площади водосбора). Эти показатели сведены в таблицу (табл. 1) и используются для установления связей осадконакопления с различными факторами (природными и антропогенными).

Обработка всех перечисленных материалов и их анализ позволили составить общую картину современного экологического состояния системы “река-водохранилище”, разработать схему водоохраных зон и поясов водоема, наметить комплекс восстановительных и почвоводоохраных мероприятий.

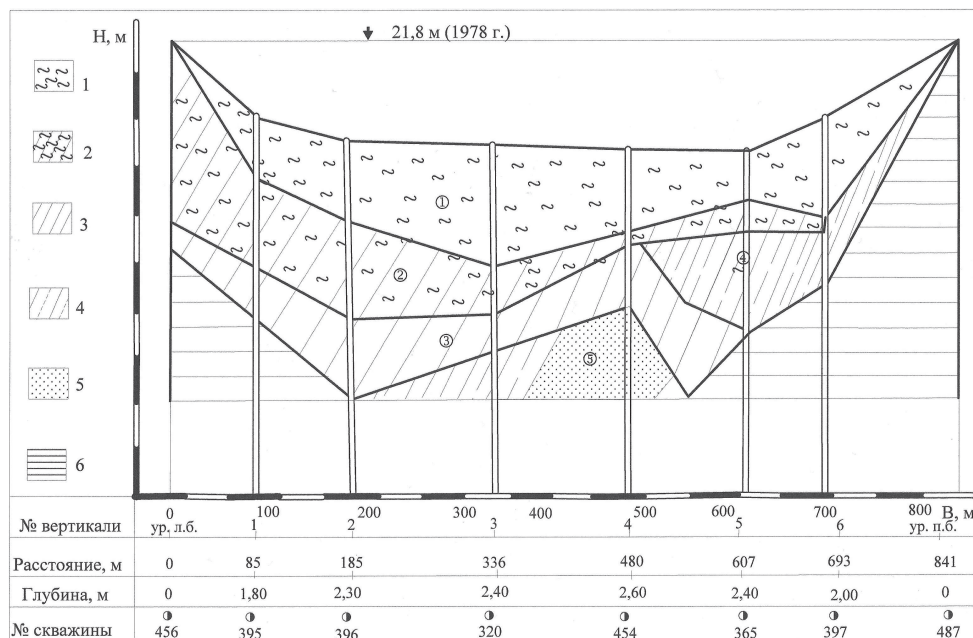


Рис. 2. Поперечный профиль малого водохранилища. Инженерно-геологическая съемка, 1978 г.: 1 — илы глинистые; 2 — суглинки тяжелые темно-серые; 3 — суглинки светло-желтые; 4 — супеси бело-желтые и серые; 5 — пески мелкие, серые (аллювиальные); 6 — глина

Общая характеристика малого водохранилища. В 1952 году на заболочиваемом участке, в среднем течении р. М. Куяльник, путем подпруживания реки глухой земляной плотиной с боковым водосбросом и затоплением пойменных земель был сооружен пруд. Первоначально он служил для малого орошения, рыборазведения и рекреации.

В 1965 г. в связи со строительством сахарного завода в поселке Радостном, была осуществлена реконструкция плотины, встроен водосброс открытого типа и пруд был переобустроен в малое водохранилище. Из водоема начали использовать воду для промышленного водоснабжения.

Вода из водохранилища по трубопроводу поступает на предприятие. После производственного цикла вода вместе с отходами производства перемещается в отстойники, биологические пруды и очистные сооружения. После очистки сточные воды сбрасывают в р. М. Куяльник (в 10 км ниже плотины водоема).

В настоящее время водоем представляет собой малое русловое мелководное водохранилище запрудного типа с многолетним регулированием речного стока, с высотой подпора около 3 м. Регулирование стока осуществляется за счет стока атмосферных осадков, грунтовых вод, некоторого количества воды, поступающей из скважины у с. Толмачевка и эпизодических сбросов подземных артезианских вод из скважин питьевого водоснабжения, расположенных в прибрежной зоне водохранилища.

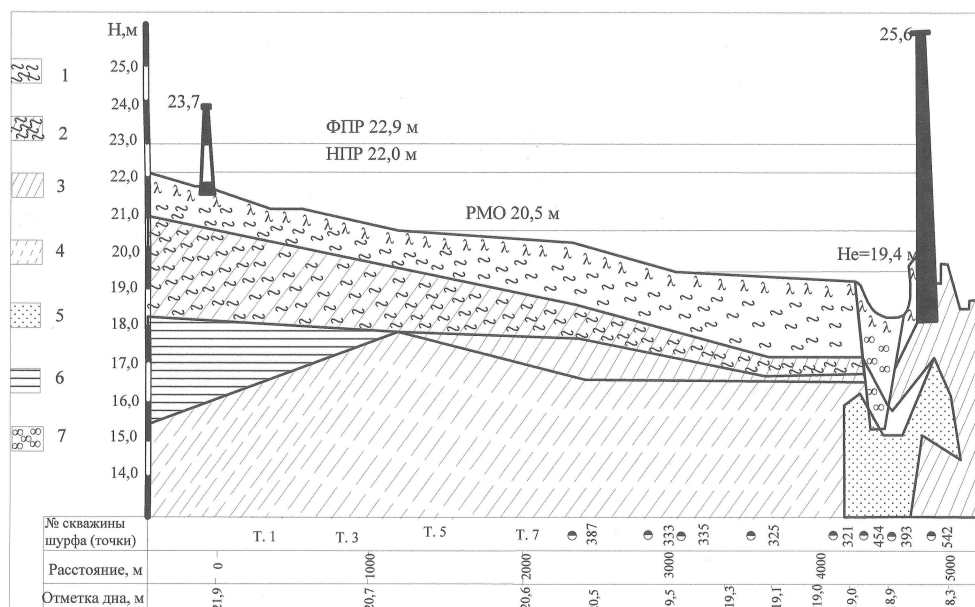


Рис. 3. Продольный профиль малого водохранилища. По данным съемок 1978, 1994, 2005 г.: 1 — илы глинистые; 2 — суглинки темно-серые; 3 — суглинки светло-желтые; 4 — супеси; 5 — песок; 6 — глина; обновленный (смешанный) слой (ил, глинобетон)

Ложе водоема — мелкобугристое сильно заиленное. Мощность иловых отложений составляет в среднем 1,4 м (от 0,8 до 2,2 м). По обеим берегам водохранилища расположены сильноразреженные, а местами и прерывистые стокорегулирующие лесополосы из акации, клена, осины и кустарника.

В приплотинной части находятся насосная станция, подземный резервуар на 1000 м³, жилой одноэтажный дом, с подсобным хозяйством.

Акватория водоема является местом отдыха, и даже зимовки перелетных птиц. Рыбы в водоеме, после экологической катастрофы 1993–94 гг. очень мало, поэтому необходимо возродить в нем рыбозаведение.

Со стороны водоема подход к гидроузлу перекрыт дополнительной временной земляной защитной насыпью (перемычкой), шириной около 4 м и отметкой гребня 23,5 м. Перемычка постоянно размывается, а затем ее восстанавливают путем каменной наброски и укладки железобетонных плит.

Практически весь водосбор водохранилища интенсивно используется в сельском хозяйстве. От истока реки до створа плотины склоны речной долины и пойма практически полностью распахиываются, а речное русло на значительном протяжении заилено или запахано. Значительная распаханность водосбора (80%), слабая защищенность склоновых и пойменных земель в эрозионноопасный сезон (IV–X месяцы), высокая степень эродированности почв (около 70%), ливневый характер выпадающих осадков, отсутствие необходимого защитного комплекса противоэрозионных мероприятий создают условия интенсивного развития эрозионных процессов в

бассейне р. М. Куяльник. Интенсивность поверхностного смыва почв от ливней оценивается здесь на уровне 10-15 т/га в год и более, а от снеготаяния — 3-5 т/га в год. Повышенная эрозионная опасность на изучаемой территории влечет за собой вынос в речную сеть большого количества наносов, переотложения их у подножья склонов, на конусах выноса, в пределах дна речной долины. В конечном итоге, это ведет к дальнейшему заилению русла, поймы реки и ложа водоема.

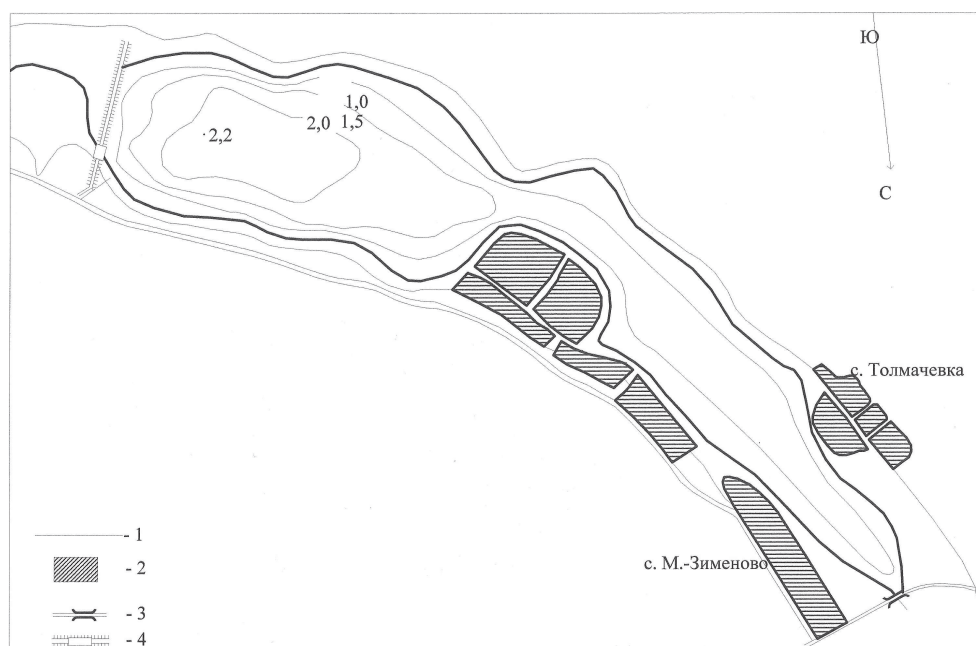


Рис. 4. Схема заиливания малого водохранилища: 1 — изолинии мощности ила; 2 — населенные пункты; 3 — мост и дорога; 4 — плотина с водосбросом

Основные потери воды из водохранилища — это потери на дополнительное испарение и фильтрацию. В средний по водности год при заполнении водоема до отметки НПУ = 22,0 м и нормальной его эксплуатации потери на испарение составляют 1,48 млн. м³ (510 мм).

При отметках уровня воды 20,2 м (отметка порога водосброса) в водоеме имеют место *постоянные* и *временные* потери воды на фильтрацию. Среди постоянных потерь в водоеме наблюдаются утечки воды на фильтрацию через борта и дно водохранилища, через тело плотины, под плотину, в ее обход и через затворы. Постоянные потери зависят от высоты уровня воды в водоеме и от степени кольматирования его ложа. Потери воды на фильтрацию, носящие временный характер, обусловлены изменением режима подземных вод.

Годовое водопотребление из водохранилища на промышленное водоснабжение (по данным таблицы “2ТП-Водхоз”) составляет 776 тыс. м³ (что в 2 раза меньше проектного его потребления). Забор воды из под-

земных источников, гидравлически связанных с водохранилищем составляет 318 тыс. м³/год, из них на производственные нужды завода — 10,2 тыс. м³/год и хозяйственные нужды — 14,3 тыс. м³/год. Полная емкость водохранилища ($V_{нпу} = 5,20$ млн м³) примерно соответствуют стоку р. М. Куяльник (5,46 млн м³) в средний по водности год (табл. 1). Во многоводные годы иногда наблюдаются переполнения водоема (до максимальной отметки ФПУ = 23,0 м), подтапливаются жилые дома в с. Малозименово, возникает опасность затопления и разрушения с. Червонознаменка.

Водный баланс бассейна р. М. Куяльник до створа плотины водоема, полученная расчетным путем, характеризуется следующими величинами: осадки — 306 млн м³, сток — 5,46 млн м³, общие потери воды на испарение и фильтрацию составляют 301 млн м³.

Весеннее половодье в бассейне реки проходит с февраля по апрель, общая продолжительность 10-15 суток, объем стока весеннего половодья обеспеченностью $P = 1\%$ составляет 21,5 млн м³.

В засушливые годы, вследствие потерь на испарение, фильтрацию и ледообразование, запасы воды резко снижаются, происходит сильное обмеление водоема, его зарастание и “цветение” воды.

Водоохранная зона малого водохранилища

Пояса водоохраной зоны водоема. Для создания и поддержания благоприятного водного режима, улучшения экологического состояния малых рек и водоемов, охраны их от загрязнения и заиления вдоль водных объектов создают водоохранные зоны [3; 10; 11; 18; 19]. Под водоохраной зоной понимают территорию суши, прилегающую к водному объекту, в пределах которой устанавливается специальный режим, способствующий уменьшению и предотвращению загрязнения, засорения и истощения водных ресурсов, прекращению переработки берегов, препятствующих переходу подтопленных земель в заболоченные, их деградации, развитию эрозионных и дефляционных процессов. В состав водоохраной зоны входят: берега в пределах коренного русла и поймы реки, надпойменные террасы, склоны и бровки коренных берегов, балки и овраги, которые впадают в речную долину, склоны, балочная сеть выше истока реки.

В пределах водоохраной зоны изучаемого водохранилища целесообразно выделить три пояса, для которых необходимо составить и ввести дополнительные ограничения на хозяйственное использование. Это пояс строгой санитарной охраны (I), пояс умеренных ограничений (II) и пояс частичных (III) ограничений (рис. 1).

I. Пояс строгой санитарной охраны. Этот пояс включает 1-ю надпойменную террасу шириной 30–50 м от уреза воды (при НПУ), на которой по обоим берегам размещается 7 водозаборных скважин подземных вод питьевого водоснабжения. С левого берега водоема верхней границе пояса служит асфальтированная дорога межгородского сообщения, а с правого берега — полевая грунтовая дорога местного значения. Подпорная плотина гидроузла служит начальной, а земляная насыпь в зоне выклинивания под-

пора — конечной границей этого пояса. Здесь запрещается распашка земли, строительные работы, выпас и водопой скота, устройство палаточных городков. По периметру этого пояса необходимо выполнить ограждение из густого кустарника, запретить въезд на ее территорию автотранспорта, а на проезжей части плотины установить шлагбаум. Здесь необходимо проведение берегоукрепительных, лесо- и лугомелиоративных мероприятий. Владельцы земли, жители сел Новозименово и Толмачевка обязаны принимать меры по прекращению деградации подтопляемой территории, предотвращению сброса загрязненных вод, роста оврагов, смыва почв.

II. Пояс умеренных ограничений. На правом берегу верхней границей этого пояса служит железнодорожная магистраль (Раздельная-Николаев), а по левому берегу граница проходит по вершинам существующих оврагов и промоин, которую на местности необходимо закрепить водорегулирующей лесополосой.

Железнодорожное полотно и насыпь пересекают множество оврагов, промоин и рытвин. Для пропуска ливневых и талых стоков по этим линейным формам размыва под насыпью устроены трубчатые водовыпуски, которые необходимо расчистить, укрепить и дооборудовать быстотоками, распылителями стока и специальными устройствами гашения энергии потока.

В пределах этого пояса подтопленные земли используются как сенокосы. Ограничивается хозяйственное строительство; для существующих объектов проводятся берегоукрепительные работы и водоочистные мероприятия, территория занимается преимущественно противоэрозионными севооборотами и полями с многолетними травами.

III. Пояс частичных ограничений включает: а) *правый склон* долины реки (водохранилища) от железнодорожного полотна до бровки долины. Здесь необходимо выполнить реконструкцию противоэрозионных (водопоглощающих) лесных насаждений путем посадки древесной, кустарниковой растительности и многолетних трав; укрепить растущие и плохо задернованные вершины оврагов, промоин, рытвин, ложбин стока; б) *левый склон* водоема от верхней границы пояса умеренных ограничений до бровки долины реки. В этой части пояса необходимо создание почвоводоохранной системы с контурно-мелиоративной организацией территории.

Во всей водоохраной зоне разрешается проведение работ, исключая водную, ветровую эрозию, загрязнение вод, обрушение берегов, подтопление и заболачивание земель, истощение водных ресурсов и др. Для более четкого определения на местности границ водоохраной зоны и поясов необходимо установить специальные водоохраные знаки.

Мероприятия по реконструкции, охране и регулированию водного режима малого водохранилища

1. Восстановление и охрана водоема от заиления, зарастания, “цветения”, истощения, деградации. Когда объемы донных отложений препятствуют дальнейшему эффективному использованию водных ресурсов, их удаляют из водного объекта. Водоемы от илов очищают различными спо-

собами производства земляных работ [11; 21]: механизированным, гидро-механизированным (наиболее распространенные способы), взрывным (при расчистке перекатов на реках для поддержания судоходных глубин) и ручным (селективная добыча илов и сапропелей для целей медицины).

В исследуемом водохранилище мощность донных отложений неодинакова по длине водоема (рис. 4), поэтому расчистку дна от илов следует проводить дифференцировано: в хвостовой части может быть снят слой 1,0–1,5 м, с постепенным увеличением его к плотине (до 2 м). При расчистке необходимо сохранять существующий продольный уклон в сторону гидроузла (рис. 3); илы снимать не полностью, оставлять уплотненный буферный слой (20–30 см), который позволит создать дополнительную противofiltrационную защиту.

Важное экологическое значение имеет охрана водоема от вторичного загрязнения и борьба с “цветением” воды летом. Цветение воды вызывают сине-зеленые и другие водоросли, которые были в реке и раньше. Однако в искусственном водоеме сложились благоприятные условия для их развития: большие площади мелководных зон в заиленном водохранилище, которые хорошо прогреваются и освещаются; затопленные почвы поймы и прилегающей территории, которые обильно снабжают водоросли питательными веществами. Вследствие интенсивного размножения водорослей водохранилище местами “зацвело”.

При “цветении” небольших площадей водоема и при небольшом количестве “зацветшей” воды рекомендуют использовать метод аэрации водохранилища. Разведение толстолобика может также способствовать уничтожению небольшого количества водорослей [10; 18]. Некоторые исследователи для этих целей предлагают использовать, например ток высокой частоты и даже высокое напряжение. Однако, такие способы дорогостоящие и небезопасные [10; 23].

В теплое время года русло реки, пойма и акватория водоема склоны к интенсивному зарастанию. Это ведет к снижению пропускной способности реки, к заболачиванию и к заилению, повышению потерь воды на испарение, вследствие транспирации растений, созданию дефицитных на кислород зон в местах разложения фитомассы, а также ухудшению качества воды. Для поддержания водоема в состоянии близком к природному необходимо скашивать растительность, например с помощью плавающей косилки [10; 11].

2. Охранные мероприятия по снижению потерь воды на испарение. Для снижения потерь воды на испарение могут быть использованы различные приемы: обвалование мелководных зон; затенение прибрежной полосы водохранилища, путем высаживания влаголюбивых деревьев. Иногда поверхность водоема покрывают щитами из мелких синтетических материалов, а еще реже для этих целей используют монокулярную пленку из химических соединений [10; 20].

3. Противofiltrационные мероприятия. Для придания грунтам чаши водоема противofiltrационных свойств в настоящее время применяют различные способы: солонцевание, уплотнение, оглеение, битумиза-

ция, искусственная кальматация ложа, использование различных дубильных веществ и др. [3; 10; 20; 21]. Для исследуемого малого водохранилища эффективным может оказаться способ экранирования отдельных участков (например, переуглубленного после нерасчетливой расчистки земснарядом участка, площадью 4,7 га) и всего водоема глинистыми уплотненными слоями грунта. Для снижения фильтрации через тело плотины применяют специальные водонепроницаемые экраны из глины и других материалов.

4. Охранные берегоукрепительные мероприятия. Проблема берегоукрепления водоема на достаточно длительную перспективу должна решаться комбинированными методами защиты берегов, т. е. на основе использования технических средств берегоукрепления в сочетании с биологическими методами [19; 20]. В водоемах береговые склоны по отношению к уровню воды разделяют на 3 зоны: подводную, переменного уровня и надводную [19; 20]. Причем, методы крепления береговых склонов в каждой зоне различны. Для обеспечения сохранности береговые склоны в зонах подводного и переменного уровней, облицовывают для защиты от воздействия волн, продольного течения воды, ледяного припая, ледохода, а в надводной зоне — от водной эрозии и дефляции [10; 18; 20]. Для закрепления береговых склонов от разрушения обычно высаживают ивовые породы деревьев.

Для защиты *подводной зоны* береговых склонов (в условиях небольшой интенсивности размыва) часто применяют устройство *опоясков, контрбанкетов и каменную наброску*.

Для защиты береговых склонов в *зоне переменного уровня* применяют железобетонные плиты и каменную наброску, а также крепление с подбором растений, наиболее устойчивых к условиям временного затопления.

На береговых склонах в надводной зоне, подверженных суффозионным воздействиям, а также при замерзании и оттаивании в переувлажненных глинистых грунтах, необходимо устройство дренажей на всем протяжении выклинивания грунтовых вод. Для защиты береговых склонов этой зоны чаще всего применяют биологические приемы, включающие их залужение и посадку древесно-кустарниковой растительности.

В практике водохозяйственного и гидротехнического строительства широко применяются берегоукрепительные конструкции из *коробчатых габионов* с каменной загрузкой, которые аккумулируют в себе частицы грунта, приобретают еще большую прочность и становятся частью природного ландшафта [20].

5. Для борьбы с оползнями предусматривают пригрузку основания оползневого массива банкетам из песчано-гравийного грунта и каменной наброски. В стесненных условиях эту конструкцию усиливают забивкой одного-двух рядов железобетонных свай или металлического шпунта.

6. Из крупномасштабных мероприятий по регулированию гидролого-экологического режима реки М. Куяльник отметим следующий их перечень: а) прекратить распашку крутых склонов и поймы реки, вырубку водорегулирующих лесополос в пределах гидрографической сети; б) обустроить водоохранную зону с выделением поясов хозяйствования; в) произвести реконструкцию, восстановление и расчистку речного русла на всем

протяжении от истока до плотины водохранилища. Для этой цели могут быть использованы материалы, полученные в результате проведенных нами многолетних исследований, а также опыт отечественных и зарубежных ученых в решении проблем восстановления, охраны и рационального использования водных объектов [1-5; 10; 11; 18-24]; г) наиболее важные объекты: дамбы, насыпи, дороги, пересекающие речку и ее притоки, необходимо укрепить и снабдить простейшими гидротехническими устройствами, позволяющими безопасно пропускать сток весенних и ливневых вод вниз по течению реки; д) полностью прекратить засорение водных объектов и сброс неочищенных сточных вод.

7. Гидроэкологический мониторинг водоема. Под мониторингом (от. лат. monitor — контролирующий, предупреждающий) понимается система наблюдений за режимом поверхностных и подземных вод и состоянием водохозяйственного комплекса с целью контроля, оценки, прогноза и управления (режима и состояния) в процессе активного хозяйственного использования водных ресурсов. В состав мониторинга водоема необходимо включить водомерные и расходомерные наблюдения, регистрацию ледовых явлений, метеонаблюдения, наблюдения за мутностью единичных проб воды, уклоном водной поверхности, водной растительностью, волнением, стоком и составом наносов, донных отложений, химическим составом и качеством воды, состоянием берегов и гидротехнических сооружений и др. по специально разработанной программе.

В заключение отметим, что на кафедре физгеографии и природопользования ОНУ имени И. И. Мечникова разработана подробная схема восстановления, охраны и рационального использования водных ресурсов малого водохранилища и программа мониторинговых наблюдений.

Литература

1. Авакян А. Б. и др. Водохранилища. — М.: Мысль, 1987. — 325 с.
2. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. — К.: Віпол, 2000. — 376 с.
3. Водне господарство в Україні / За ред. А. В. Яценка, В. М. Хорева. — К.: Генеза, 2000. — 455 с.
4. Водогосподарський паспорт і правила Червонознаменського водосховища в Іванівському районі Одеської області. — Одеса: РНЦ “Фобіус”, 2003. — 58 с.
5. Восстановление и охрана малых рек. Теория и практика, пер. с англ. / Д. А. Гор, Э. Е. Херрик, Л. Л. Осборн. — Агропромиздат, 1989. — 317 с.
6. Гопченко Е. Д., Лобода Н. С. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Гидробиол. журн. — 2000. — Т. 36, № 3. — С. 67–78.
7. Игошин Н. И. Оценка факторов ливневого смыва почв юго-запада Украины и Молдавии для обоснования противоэрозионного проектирования: Дис. канд. геогр. наук. — Одесса: Рукопись, 1982. — 236 с.
8. Игошин Н. И., Кириченко В. И., Дяченко И. И. О потенциальной опасности развития водной эрозии на территории юго-запада Украины и Молдавии. Научн.-технический бюллетень по проблеме “Теоретические и практические вопросы почвозащитного земледелия”. — Курск: ВНИИЗПЭ, 1981. — Вып. 1 (28). — С. 7–12.
9. Игошин Н. И., Сизов В. А., Хан К. Ю., Кириченко В. И. Определение противоэрозионной устойчивости почв методом искусственного дождевания // В сб.: Эродированные почвы и повышение их плодородия. — Новосибирск: Наука, 1985. — С. 127–131.

10. Игошин Н. И., Швебс Г. И., Яровой В. П. и др. Экологическое состояние и схема водохозяйственного мониторинга малого водохранилища. Рук. деп. В ГНТБ Украины 27. 03. 96. № 795 — Ук. — 96. — 46 с.
11. Малі річки України: Довідник / За ред. А. В. Яценка. — К.: Урожай, 1991. — 296 с.
12. Молдованов А. И. Заиление прудов и водохранилищ в степных районах. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — 128 с.
13. Огиевский А. В. Гидрология суши. — М.: Сельхозгиз, 1954. — 512 с.
14. Паспорт реки Малый Куяльник. — Одесса: Облводхоз, 2004. — 150 с.
15. Полимпсестов И. У. Об устройстве водохранилищ в степях юга России / Сб. статей с/х юга России. — Одесса, 1889. — С. 873–906.
16. Прыткова М. Я. Малые водохранилища степной и лесостепной зон СССР. — Л.: Наука, 1979. — 172 с.
17. Прыткова М. Я. Осадконакопление в малых водохранилищах / Балансовые исследования. — Л.: Наука, 1981. — 152 с.
18. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии. — К.: Генеза, 2004. — 664 с.
19. Сливка П. Д., Новосад Я. О. Будз О. П. Гідрологія та регулювання стоку. — Рівне: УДУВП, 2003. — 288 с.
20. Сметанин В. И. Восстановление и очистка водных объектов. — М.: Колос, 2003. — 157 с.
21. Швебс Г. И., Игошин М. И. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. — Одеса: Астропринт, 2003. — 392 с.
22. Швебс Г. И., Игошин Н. И., Биланчин Я. М. и др. некоторые аспекты изучения противозероизонной стойкости почв и оценки эффективности агротехнических приемов методом искусственного дождевания. Рук. Деп. в ГНТБ Украины 27.03.96. № 796 — Ук. — 96. — 48 с.
23. Яцк А. В. Екологічна безпека в Україні. — К.: Генеза, 2001. — 214 с.
24. Яцк А. В. Экологические основы рационального водопользования. — К.: Генеза, 1997. — 640 с.

М. И. Игошин, канд. геогр. наук, доцент,

О. И. Цуркан, канд. геогр. наук,

О. О. Гыжко, студ.,

Г. В. Ярова, студ.,

Л. И. Игошина

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Одеський державний екологічний університет

ПОЧВОВОДООХОРОННИЙ КОМПЛЕКС МАЛОГО ВОДОСХОВИЩА СТЕПУ УКРАЇНИ

Резюме

У пропонуваній статті виконане узагальнення матеріалів багаторічних польових інженерно-геологічних, гідролого-екологічних, ґрунтово-ерозійних досліджень. Із застосуванням розрахункових і картографічних методів здійснено ретельний аналіз сучасного екологічного становища малого руслового водосховища комплексного призначення. Встановлені основні чинники кризового екологічного стану системи “річка-водосховище”. Встановлені границі водоохоронної зони за поясами господарювання. Пропонується комплекс ґрунтоводоохоронних заходів для акваторії водойми та його водозбірної площі. Отримані кількісні характеристики замулення водосховища та складена нова схема розчищення водойм від донних відкладень.

Ключові слова: відновлення, охорона, екологічне становище, замулення, фільтрація, водоохоронна зона, донні відкладення.

N. I. Igoshin,

O. I Courkan,

A. A. Gizhko,

A. V. Yarova,

L. I. Igoshina

Odessa National University

Odessa State Ecological University

**GRAUNDWATERGUARD COMPLEX OF SMALL STORAGE POOL
OF STEPPE OF UKRAINE**

Summary

The analysis of ecological environment of small storage lake (reservoir) was made in the article on the basis of topographical, hydrological, water-balanced, engineering and geological researches

Key words: guard, refresh, ecological position, soiling, filtration, water guard, area, ground deposits.