



НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 556:504.455

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕРНЯТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РЕКЕ ЮЖНЫЙ БУГ

Т.А. Басюк

*Национальный университет
водного хозяйства и
природопользования,
Украина, 33028, г. Ровно,
ул. Соборная, 11*

E-mail: tanya_basyuk@ukr.net

Выполнены оценка и прогнозирование процессов подтопления территорий в зоне влияния Чернятского водохранилища гидроэнергетического назначения на реке Южный Буг. Вычислена прогнозируемая площадь подтопления береговой зоны водохранилища для разных предельных глубин залегания уровня грунтовых вод. Установлены размеры и пределы водоохраных зон и прибрежных защитных полос.

Ключевые слова: малые гидроэлектростанции, река, водохранилище, подтопление, водоохранная зона, прибрежная защитная полоса.

Введение

Одним из путей решения энергетической проблемы в Украине является стимулирование развития альтернативной нетрадиционной энергетики на основе использования возобновляемых источников энергии, в частности малой гидроэнергетики. Повысить мощность действующих малых гидроэлектростанций (МГЭС) возможно путем изменения уровневого режима в их водохранилищах. Однако, как и любой другой способ получения электроэнергии, использования МГЭС, имеет как преимущества, так и недостатки. Особо актуальной является оценка активизации процессов подтопления и затопления земель в зонах водохранилищ, которая должна учитывать большое количество параметров, неодинаковую их значимость и сложную пространственно-временную изменчивость. Ведь, современное напряженное экологическое состояние в бассейнах большинства рек может еще больше ухудшиться в результате непродуманных действий при реконструкции МГЭС путем изменения уровневого режима в водохранилищах [1].

Целью данного исследования было прогнозирование подтопления территорий в случае поднятия нормального подпорного уровня (НПУ) до прогнозируемого подпорного уровня (ППУ) воды в водохранилищах МГЭС с разработкой эффективных водоохраных мероприятий в их прибрежной полосе.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выбрана зона влияния Чернятского водохранилища, которое расположено в средней части реки Южный Буг (346 км от устья реки).

Путем проведения предыдущих (прогнозных) оценок изменения инженерно-геологических, гидрогеологических и ландшафтно-геохимических условий территории исследования была принята оптимальная величина дополнительного подпора водохранилища (1.0 м), которая практически совпадает с величиной паводкового среднегодового подъема уровней грунтовых вод (УГВ) в водохранилище и зонами проявления его естественных временных режимных колебаний [2].

На первом этапе исследований при прогнозировании процессов подтопления территорий было осуществлено гидролого-морфологическое и геодинамическое районирование акваторий Чернятского водохранилища (разделение на зоны) с последующим назначением репрезентативных участков: нижняя зона – приплотинная, средняя – промежуточная, верхняя – выклинивания подпора, и речная зона – на участке влияния попусков на ГЭС. В пределах репрезентативных участков водохранилища выбраны репрезентативные створы (рис).

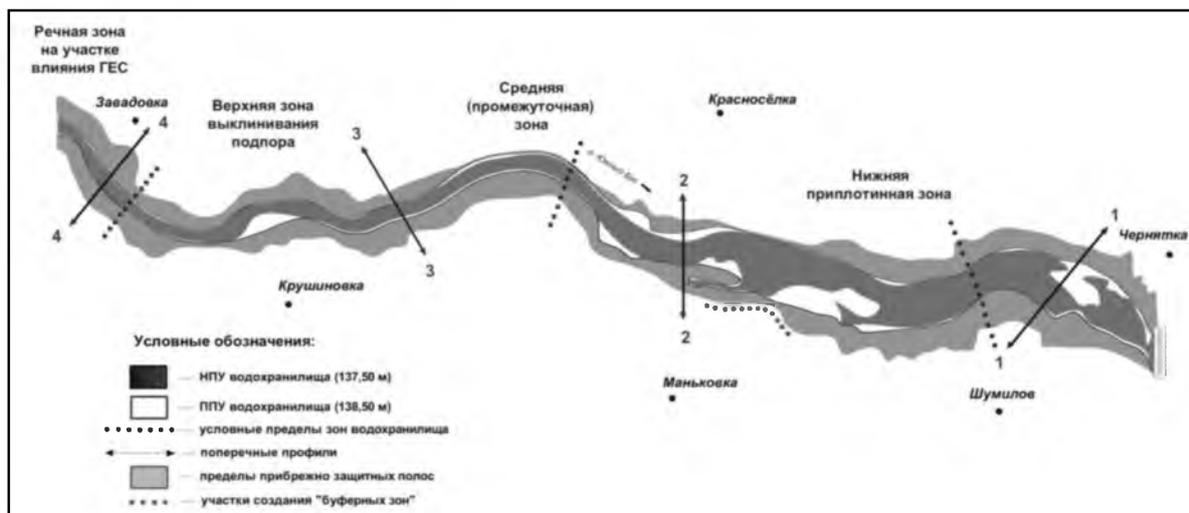


Рис. Схема репрезентативных участков Чернятского водохранилища

При назначении репрезентативных участков и створов в водохранилище кроме показателей ландшафтно-геоморфологических параметров, факторов развития экзогенных процессов и условий переработки берегов водохранилища в первую очередь учитывались комплексные ландшафтно-ценотические, гидрохимические, гидробиологические, ихтиологические и санитарно-гигиенические показатели [2]. Каждый участок характеризуется поперечным профилем, который пересекает речную долину Южного Буга к пределам развития прибрежных отведенных форм. В пределах выделенных зон влияния Чернятского водохранилища определялись прогнозируемые изменения уровня грунтовых вод (УГВ), площадь и длина зоны подтопления.

При проведении модельных исследований, относительно изменения УГВ в зонах влияния водохранилища использована математическая модель гидравлической теории фильтрации в неоднородном пласте. Анализ результатов моделирования глубин УГВ осуществлялся с применением критериев экологической оценки водно-физического состояния территорий [3, 4]. Расчеты осуществлялись при существующем уровне воды в водохранилищах к стабилизации УГВ и этот уровень принято как существующий расчетный. Потом уровень воды в водохранилище увеличивался на 1.0 м и расчеты выполнялись при повышенном уровне опять таки к стабилизации УГВ, который принят за прогнозный. Таким образом, задачи стационарной фильтрации решались методом стабилизации. Для реализации алгоритма численного решения математической модели разработана программа для персонального компьютера.

Фактические (S_n – при НПУ) и прогнозируемые (S_n – при ППУ) площади подтопления вычислялись для четырех предельных глубин залегания УГВ: $H=1.0$ м – для влаголюбивых растений; $H=1.5$ м – для сельскохозяйственных растений; $H=2.0$ м – для сельских населенных пунктов; $H=2.5$ м – для городских территорий. В расчетах, была задействована длина зон подтопления в каждом из выбранных репрезентативных створов до и после изменения уровня воды в Чернятском водохранилище, а также расстояние упоминавшихся створов к дамбе. Если обозначить отмеченную длину в i -том створе через l_i , а его расстояние до дамбы – R_i , то нужные площади, учитывая сложную конфигурацию общих областей моделирования и очень большие (в сравнении с поперечными) их продольные размеры, целесообразно определять используя следующую обобщенную формулу с условием использования данных для N створов

$$S = l_1 R_1 + \sum_{i=1}^{N-1} \left\{ \frac{1}{2} |l_{i+1} - l_i| + \min(l_{i+1}, l_i) \right\} (R_{i+1} - R_i) \quad , \text{ га.}$$

При выведении формулы, во-первых, на каждом промежутке между смежными разрезами применена линейная интерполяция данных расчетов, во-вторых, на промежутке между дамбой и первым разрезом принята постоянная длина зоны подтопления, которая совпадает с соответствующей длиной в первом разрезе l_i . Упомянуты выше площади, находятся вдоль участка водохранилища, от дамбы до места расположения последнего разреза, на котором, в основном, и происходят изменения в водно-физическом состоянии прилегающих территорий. Полная длина области моделирования составляла 16.4 км.



Результаты и их обсуждение

Гидроузел Чернятського водохранилища находится в п. Чернятка Берешадского района Винницкой области. Водохранилище осуществляет суточное регулирование стока реки Южный Буг. Уровень мертвого объема водохранилища составляет 134.0 м, НПУ – 137.5 м, форсированный подпорный уровень с обеспеченностью 1% – 140.75 м. Среднегодовой объем стока в створе гидроузла составляет 1417 млн. м³ [5].

Территория зоны влияния Чернятського водохранилища расположена в лесостепной ландшафтной климатической зоне. Поверхность рельефа наклонена на юго-восток, для которого характерно умеренное вертикальное расчленение рельефа (20-40 м), что способствует формированию стабильных инженерно-геологических условий и ограничивает развитие оползневых и эрозийных процессов. Долина Южного Буга и его приток находится в пределах Украинского кристаллического щита, который определяет особенности строения его долины: крутые склоны, выходы на поверхность кристаллических пород. Анализ геоморфологических условий, структурно-геологического строения и развития гидрографической сети в пределах территории исследования свидетельствует об активном развитии овражно-балочной сети и значительной глубине вреза речных долин, в том числе и к кристаллическим породам. Вследствие этого, в местах раскрытия скальных пород, долины реки Южный Буг и его притоков имеют каньоноподобный характер, который является благоприятным фактором для создания водохранилищ [6].

Длительный период эксплуатации Чернятського водохранилища в условиях стабильного режима колебания уровней и расходов воды определил стабильный характер его берегов, близких к состоянию динамического равновесия. Подавляющее распространение получили стабилизированные (в прошлом – абразионные, эрозийные, денудационные) берега. На участках затопления поймы реки, поблизости уреза воды, формируются, в условиях мелководья, заболоченные и заросшие водной растительностью низкие берега, прибрежные территории которых подтапливаются. Лишь на отдельных участках, где урез воды прилегает к крутым склонам террас и плато, продолжают процессы абразии и денудации [7]. Расчет длины зоны подтопления водохранилища представлен в таблице 1.

Таблица 1

Длина зоны подтопления Чернятського водохранилища

Н, м	L, м															
	Разрез 1				Разрез 2				Разрез 3				Разрез 4			
	левый берег		правый берег		левый берег		правый берег		левый берег		правый берег		левый берег		правый берег	
	НПУ	ППУ	НПУ	ППУ	НПУ	ППУ	НПУ	ППУ	НПУ	ППУ	НПУ	ППУ	НПУ	ППУ	НПУ	ППУ
1.0	227	242	61	64	225	340	23	175	12.5	139	21	98	7.2	20.4	322	343
1.5	236	245	63.5	67.5	418	427	176	177.5	130	145	33	104	12.8	23.3	356	456
2.0	242	248	66	69.5	503	505	178	179	140	174	96	107	20.4	25.4	462	464
2.5	246	250	68.5	72	517	519	180	180.5	156	182	104	115	23.3	28.3	465	470

Также были рассчитаны средние показатели увеличения длины зоны подтопления (в направлении X, то есть перпендикулярно к береговой линии). Установлено, что при глубине залегания УГВ 1.0 м средняя длина зоны подтопления на левом берегу Чернятського водохранилища будет составлять 81.11 м, и 79.59 м – на правом. При увеличении предельной глубины УГВ наблюдается уменьшение длины зоны подтопления.

Расчет площадей подтопления при НПУ ($S_n, \Delta S_n$), при ППУ ($S_n, \Delta S_n$) для каждого берега отдельно приведен в таблице 2. Безусловно, основным результатом следует считать данные об увеличении общей площади подтопления в результате увеличения уровня воды в водохранилище, которые приведены как для левого, так и для берега водохранилища. Отдельно проведены расчёты для обоих берегов водохранилища (ΔS).

Таблица 2

Площади подтопления Чернятського водохранилища

, м	S_n , га		ΔS_n , га		S_n , га		ΔS_n , га		ΔS , га		$\Sigma \Delta S$, га
	левый берег	правый берег	левый берег	правый берег	левый берег	правый берег	левый берег	правый берег	левый берег	правый берег	
	111.52	78.76			188.58	151.52			77.06	72.76	149.82
1.5	206.04	134.07	94.52	55.31	216.69	174.21	28.11	22.69	10.65	40.14	50.79
2	236.15	172.67	30.11	38.6	249.09	177.82	32.4	3.61	12.94	5.15	18.09
2.5	246.33	178.42	10.18	5.75	256.46	181.68	7.37	3.86	10.13	3.26	13.39



В целом, исходя из результатов расчетов общих площадей подтопления, можно утверждать, что наибольший уровень подтопления территорий следует ожидать вдоль левого берега Чернятского водохранилища. Установлено, что при изменении уровня режима водохранилища, площади подтопления территорий (включая и затопленные участки), при глубине залегания УГВ $H=1,0$ м ориентировочно увеличатся на 44.1%; при $H=1.5$ м – 13.0%; при $H=2.0$ м – 4.2%; при $H=2.5$ м – 3.1%.

Для создания благоприятных условий существования рек, на обоих берегах русла на территории долины необходимо определить водоохранные зоны (ВЗ) и прибрежные защитные полосы (ПЗП) [8]. Это позволит предотвратить развития процессов загрязнения реки. Поэтому, согласно [9] вдоль Чернятского водохранилища были определены размеры ВЗ и ПЗП, а также осуществлено их упорядочивание с учетом их типа и расположения в определенной геодинимической зоне (см. рис. 1).

На сегодня, верхние и средние участки водоохранных территорий водохранилища имеют удовлетворительное состояние. Вдоль береговых террас созданы водозащитные лесонасаждения. Пойменные ландшафты занимают незначительные площади. Они представлены узкой полосой вдоль правого берега и более широкой – на левом берегу. Режим ПЗП практически на всей длине соблюден. Исключением является участок в пределах п. Маньковка, где в пойме реки возделываются огороды, доходящие почти до уреза воды.

После реконструкции водохранилища в его водоохранную зону попадет ряд объектов, которые в случае их эксплуатации, будут нарушать определенные правила ведения народного хозяйства. Это следующие объекты: 1) склады на левом берегу, расположенные в п. Красноселька, будут находиться на границе ПЗП и ВЗ; 2) в п. Маньковка (на правом берегу) в пределы ПЗП попадут животноводческая ферма, силосные ямы и склад горюче-смазочных материалов; 2) со стороны п. Чернятка (на левом берегу) к ВЗ попадет птицеферма.

Хотя для исследуемого участка речного бассейна характерной является значительная часть естественных комплексов (лесополосы, лесонасаждения, сенокосы, пастбища) в пределах ВЗ, однако сложность рельефа, преобладание крутых склонов, оврагов и балок дает основание определить её оптимальную ширину равной 7.0–8.0 км. При отведении ПЗП, учитывая, что вдоль берегов водохранилища преобладают рельефы с крутизной склонов больше 3° , для большинства территорий ширину ПЗП следует установить не менее 200 м.

Заклучение

Для обеспечения экологически безопасного функционирования Чернятского водохранилища, в случае изменения его уровня режима, было проведено прогнозирование подтопления прибрежных территорий. Подобные детальные расчеты проведены также на Сутиском и Брацлавском водохранилищах, которые создают каскад водохранилищ малых ГЭС на реке Южный Буг в пределах Винницкой области.

Список литературы

1. Яцик А.В., Стичаковська Т.О. Мала гідроенергетика України: стан, соціально-економічні аспекти розвитку, вплив на природне середовище // Водне господарство. – 2008. – № 6. – С. 11–15.
2. Виконати наукове обґрунтування відновлення та реконструкції малих гідроелектростанцій на р. Південний Буг із здійсненням відповідних погоджень: звіт про НДР / УНДІВЕП ; керівн. А.В. Яцик ; викон.: А.І. Томільцева [та ін.]. – К., 2002 – 387 с.
3. Добронравов А.А., Кремез В.С., Сирый В.С. Расчет на ЭВМ нестационарной фильтрации в районах гидротехнических сооружений. – К. : Наук. думка, 1980. – 184 с.
4. Методические рекомендации по расчетам защиты территорий от подтопления / Науч. рук. А. Я. Олейник, отв. исп. В. С. Кремез. – К. : ИГМ НАНУ Укргипроводхоз. – 392 с.
5. Водохозяйственный паспорт. Чернятское водохранилище. Минводхоз УССР, Укргипроводхоз. – К., 1980.
6. Гопчак И.В., Басюк Т.А., Бондар А.Е. Характеристика инженерно-геологических условий бассейна реки Южный Буг // Современные проблемы освоения недр: материалы I Всерос. заочной (с международным участием) науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. Белгород, 5–20 мая 2011 г. – Белгород: ИПК НИУ «БелГУ», 2011. – С. 42–44.
7. Басюк Т.О. Прогнозування переформування берегів Чернятського водосховища за умови підвищення рівня води // Географія та туризм: Наук. зб. / Ред. кол.: Я.Б. Олійник (відп. ред.) та ін. – К.: Альтерпрес, 2012. – Вип. 21. – С. 255–263.
8. Водний кодекс України : за станом на 20 квітня 2008 р. / Міністерство Юстиції України. – Офіц. вид. – К.: ФОРУМ, 2008. – 220 с.
9. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України / А.В. Яцик, А.І. Томільцева, Р.П. Філімоненко та ін.; під керів. А.В. Яцика. – К. : Оріяни, 2004. – 128 с.



FORCASTING OF PROCESSES OF FLOODING OF AREAS IN THE ZONE OF INFLUENCE OF CHERNYATSKOE STORAGE RESERVOIR ON THE RIVER JUZNY BUG

T.A. Basyuk

National university of water economy management and nature resources, 11, Cathedral St., Rovno, 33028, Ukraine

E-mail: tanya_basyuk@ukr.net

Assessment and forecasting of processes of flooding areas in the zone of influence of the water-power reservoir Chernyatskoe on the river Southern Bug were carried out. We calculated the forecasted area of flooding of coastal space of the reservoir for different depths of limiting groundwater level. Size and scope of water protection zones and coastal protection zones were established.

Keywords: small hydroelectric power stations, river, reservoir, flooding, water protection zone, coastal protection zone.