

В средний по водности год все ГЭС бассейна вырабатывают около 30 млн кВт-часов электроэнергии, в маловодный год производство сокращается до 17–18 млн кВт-часов.

В связи с тем, что интерес к строительству малых ГЭС со стороны частных бизнес-структур в последние годы возрос, специалистами Бассейнового управления водных ресурсов реки Рось проведены необходимые инженерно-гидрологические изыскания и расчеты перспективного гидроэнергетического потенциала рек бассейна с выбором мест размещения будущих малых ГЭС.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нікіторович, О.В. Мала гідроенергетика та її розвиток в Україні / О.В. Нікіторович, В.Г. Житник // Гідроенергетика України. – 2013. – № 2. – С. 18–21.
2. Ободовський, О.Г. Коротка історія розвитку та сучасний стан малої гідроенергетики на рівнинних річках України / О.Г. Ободов-

ський, Е.Р. Рахматулліна, Л.М. Тимуляк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т. 4(43). – С. 94–106.

3. Васько, П.Ф. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України / П.Ф. Васько, В.П. Васько, М.Р. Ібрагімова // Відновлювана енергетика. – 2015. – № 3. – С. 53–61.
4. Яцик, А.В. Управління розвитком та ефективністю використання малої гідроенергетики в Україні / А.В. Яцик., Т.О. Басюк // Гідроенергетика України. – 2011. – № 3–4. – С. 7–10.
5. Бабій, П.О. Річка Рось та її використання: Наукове видання / П.О. Бабій, В.І. Вишневіський, С.А. Шевчук – К.: Інтерпрес ЛТД, 2016. – 128 с.
6. Гребін, В.В. Оцінка річкової мережі басейну Росі за типологією річок згідно Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В.В. Гребін, В.К. Хільчевський, П.О. Бабій, М.Р. Забокрицька // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т. 2(37). – С. 23–33.

Матеріал поступив в редакцію 20.02.2018

#### GREBIN' V.V., BABIY P.O. Small hydropower in the Ros river basin (current state and perspectives of increasing its potential)

An analysis of the small power engineering development in the Ros river basin (Dniro river basin) was carried out. The mode of operation of the small hydropower plants in the basin during the years with different water level is considered. The perspective hydropower potential of the rivers in the basin is estimated with the choice of the future small hydropower plants locations.

УДК 631.6

Харламов А. И.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДТОПЛЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫХ МАССИВАХ ЮГА УКРАИНЫ \*

**Введение.** В южном регионе Украины многолетнее орошение привело к интенсивному подъему уровней грунтовых вод (УГВ), развитию процессов подтопления, засоления почв и грунтовых вод на орошаемых массивах и прилегающих территориях, что вызывало необходимость строительства систем инженерного дренажа и мониторинга гидрогеолого-мелиоративной ситуации [5, 7–9]. Особенно интенсивно данные процессы происходят в условиях равнинного слабосточного и бессточного рельефа местности со слабой природной дренированностью. Один из таких массивов находится на территории Херсонской области в зоне влияния Каховского водохранилища, Северо-Крымского канала и орошения прилегающих земель, которая представлена большим бессточным массивом с многочисленными замкнутыми понижениями, орошаемыми и богарными землями, населенными пунктами и системами вертикального дренажа. Длительная эксплуатация оросительных и дренажных систем и поливы на приусадебных участках показали, что в пределах замкнутых понижений процессы затопления и подтопления продолжают периодически проявляться, а параметры существующего дренажа не обеспечивают защиту территорий, из-за чего во влажные периоды с обильным количеством осадков земли нуждаются в адекватных мероприятиях.

**Цель представленной работы** – установление закономерностей развития процессов затопления и подтопления в зоне орошения на бессточных территориях, оценка состояния гидрогеолого-мелиоративной ситуации, определение эффективности работы вертикального дренажа.

Изучение особенностей процессов подтопления и работы дренажа проводилось на основе результатов анализа режимных наблюдений и эксплуатационных данных на опытно-производственном участке (ОПУ) площадью 8500 га, который находится в районе села Подо-Калиновка Алешковского района Херсонской области и относится к типичной зоне орошения СКК и Краснознамянской оросительной системы. Для оценки состояния гидрогеолого-мелиоративной ситуации на участке было выбрано 4 контрольные наблюдательные скважины с длительным сроком наблюдений УГВ. В ходе исследований проводилось построение, обработка и анализ графиков УГВ. Эффективность работы дренажных систем определялась путем сравнения фактических и нормативных (крити-

ческих) глубин залегания УГВ.

Район исследований находится на большом бессточном массиве в зоне орошения СКК в пределах Алешковского и Каховского районов Херсонской области. Бессточная территория примыкает к каналу и широкой полосой простирается от Каховского водохранилища через населенные пункты Чернянка, Новая Маячка, Старая Маячка, Подо-Калиновка, Тарасовка, Абрикосовка, Великие Копани, Костогрызово, Раденск. Ширина участка составляет 10–15 км, длина – более 50 км [2]. Площадь бессточной территории составляет около 70 тыс. га.

Район исследований находится в пределах древней террасы Днепра и характеризуется сложными природными и водохозяйственными условиями [13]. Климат района континентальный с малоснежной зимой и жарким летом, частыми засухами и суховеями. Среднее годовое количество атмосферных осадков составляет 480 мм/год, в засушливые годы – 250–270 мм/год, а во влажные – 500–700 мм/год. Суточный максимум осадков был зафиксирован в селе Новая-Маячка 21 июля 1956 года и составляет 189 мм. В районе один раз в 5–10 лет вероятны сильные дожди с количеством осадков 50 мм и больше, их интенсивностью достигала 0,19–0,55 мм/мин [11].

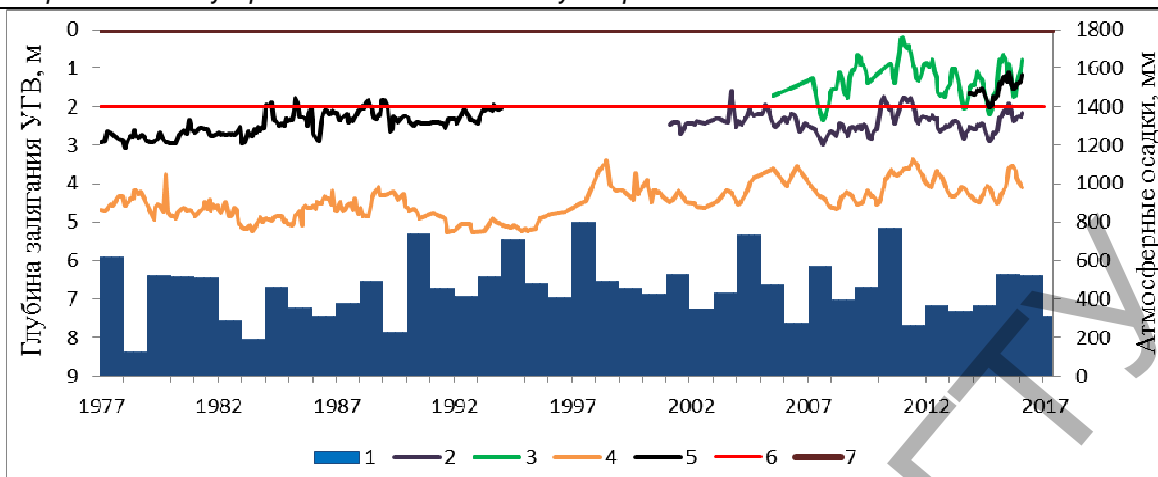
Рельеф местности равнинный, бессточный, с большим количеством мелких бессточных понижений. Поверхностная толща грунтов представлена слоями суглинков толщиной около 4 м, песка – 20–26 м и известняка – более 50м, с коэффициентами фильтрации 0,5–1,0, 2–8 и 10–100 м/сутки соответственно и общей водопроницаемостью более 100 м<sup>3</sup>/сутки [1, 4, 12]. В слоях песка встречаются линзы суглинков толщиной до 5 м.

Водохозяйственные условия характеризуются наличием оросительных систем и интенсивными поливами в населенных пунктах. Площадь орошаемых земель на массиве составляет 9065 га, из них на фоне вертикального дренажа – 2162 га. Площадь полива на приусадебных участках составляет около 6400 га. Норма орошения на сельскохозяйственных угодьях составляет 2–3 тыс. м<sup>3</sup>/га [8]. Орошаемые земли и приусадебные участки охватывают около 25% от площади ОПУ.

Для защиты территорий от вредного воздействия воды в 1962–1973 гг. в населенных пунктах Чернянка Каховского района, Новая

\* под руководством канд. техн. наук Савчука Д. П.

Харламов Алексей Игоревич, аспирант Института водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины Украина, ИВПиМ НААН Украины, 03022, г. Киев, ул. Васильковская, 37.



1 – годовое количество атмосферных осадков, 2–5 – наблюдательные скважины (2 – № 264, 3 – № 268, 4 – № 279, 5 – № 1110), 6 – критическая глубина залегания УГВ, 7 – поверхность земли

**Рисунок 1** – Динамика глубин залегания уровней грунтовых вод в районе с. Подо-Калиновка (по данным Каховской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции)

Маячка, Старая Маячка, Подо-Калиновка, Тарасовка, Великие Копани Алёшковского района и на прилегающих к ним орошаемых и богарных землях были построены системы вертикального дренажа. Всего построено 118 скважин вертикального дренажа, площадь которого составила 7832 га. Дренажный сток отводится в Северо-Крымский канал при помощи напорных трубопроводов.

На территории села Подо-Калиновка систему скважин вертикального дренажа была введена в эксплуатацию в 1972 г. Количество скважин – 11, глубина их – около 65 м. Скважины размещены по линейной схеме, расстояние между ними составляет 500–1000 м. Построенный дренаж обеспечивает защиту от подтопления как непосредственно населенного пункта, так и орошаемых земель между СКК и селом. Откачка воды проводится насосами типа ЭЦВ, которые находятся на глубинах 15–21 м. Забор подземных вод осуществляется преимущественно из известнякового водоносного горизонта. Дренажный сток отводится в СКК на пикете 369+00 при помощи напорного трубопровода длиной 5350 м и диаметром 1000 мм. Минерализация дренажной воды составляет меньше 1 г/дм<sup>3</sup>, температура – 7–12°C. По химическим показателям вода относится к пригодной для орошения [6].

На участке между селом Подо-Калиновка и Северо-Крымским каналом находится система вертикального дренажа, которая обеспечивает защиту от подтопления села Старая Маячка и прилегающих земель с отводом воды в СКК на пикете 327+25.

Анализ результатов многолетних наблюдений за режимами УГВ, материалов по эксплуатации дренажа на ОПУ показал, что длительное функционирование оросительной системы и поливы приусадебных участков обусловили региональный подъем УГВ и формирование очагов подтопления на пониженных участках местности [2, 3]. Несмотря на наличие системы вертикального дренажа, на данной территории на протяжении последних 50 лет периодически наблюдаются существенных осложнения гидрогеолого-мелиоративной ситуации. Подъем УГВ выше критических глубин и затопление территорий фиксировались во влажных 1980–1981 годах, после многоснежной зимы 1984–1985, в июне 1986, в июне 1989, в январе 1998, в июне 2010, в июне-июле 2015. Существенные осложнения ситуации возникали в периоды чрезвычайных подтоплений 1998, 2010, 2015 гг.

По результатам исследований в селе Подо-Калиновка и на прилегающих землях определено, что работа вертикального дренажа существенно повлияла на гидрогеолого-мелиоративную ситуацию (рис. 1). В период стабильной работы дренажа (1977–1995) по всей территории населенного пункта РГВ залегают ниже критических глубин (2 м). В центральной части понижения в отдельные чрезмерно влажные периоды грунтовые воды поднимались близко к критическим отметкам (наблюдательная скважина 1110). На склонах понижения грунтовые воды залегают на глубинах 4,0–5,5 м (наблюдательная скважина 279). В общем, в этой зоне наблюдается тенденция подъема УГВ.

В период неэффективной работы дренажа (1996–2017) УГВ, в зоне их понижения, поднялись выше критических глубин и привели к формированию стойкой зоны подтопления в пределах днщ понижения (наблюдательные скважины 268, 1110). В периоды с аномальными осадками в этой зоне возникали чрезвычайные затопления и подтопления. На склонах понижений грунтовые воды находились на глубинах 3–4 м, они обладают устойчивой тенденцией подъема (наблюдательные скважины 264, 279). В пределах понижений ежегодная интенсивность подъема УГВ составляет около 4 см, на склонах понижений – 2–3 см. В современных условиях возникла неблагоприятная ситуация – существенно уменьшилась зона аэрации и её буферная способность, из-за чего в периоды интенсивных осадков увеличивается угроза возникновения масштабных подтоплений.

Анализ пространственного распространения площадей подтопления на ОПУ показал, что на начальном этапе эксплуатации дренажа (в 1973 г.) подтопление охватывает около 30% площади, в период стабильной работы (1980) – около 0,15%, после длительного срока эксплуатации и недостаточной работы дренажа (2014) – до 7% (таблица 1).

**Таблица 1** – Площади территорий с разными УГВ в с. Подо-Калиновка и на прилегающих землях, га

Глубина залегания УГВ, м	Года		
	1973	1980	2014
<1	416,3	-	192,9
1-2	2066,9	13,2	375,6
2-3	3338,5	214,4	3307,6
3-5	634,7	5959,3	2944,8
>5	2043,6	2313,1	1679,1
Всего	8500,0	8500,0	8500,0

Уменьшение эффективности мониторинга в 1990-х годах привело к потере возможности своевременного определения процессов подтопления, прогнозирования их последствий и оперативного принятия необходимых мер.

Главными причинами подтопления в районе исследований является комплекс факторов, который включает чрезмерные атмосферные осадки, скопление поверхностного стока в низинах, подпор грунтовых вод со стороны основного водоносного горизонта, фильтрация воды из водохранилищ и каналов, инфильтрация на орошаемых землях, отсутствие или недостаточная работа систем водоотведения поверхностного стока, недостаточная работа вертикального дренажа [2, 3, 14, 15].

При развитии и восстановлении оросительных мероприятий в таких условиях необходимо обеспечить функционирование существующих систем защиты от подтопления, поддержание их в рабочем состоянии, модернизацию и усовершенствование [10].

**Заключение.** В южном регионе Украины на бессточных и слабосточных массивах на фоне орошения и вертикального дренажа наблюдается поступательный подъем уровней грунтовых вод, формирование устойчивых очагов периодического затопления и подтопления в пределах замкнутых понижений во влажные периоды.

В пределах понижений ежегодная интенсивность подъема уровней грунтовых вод составляет 4 см, на их склонах – 2–3 см.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Абрамов, И.Б. Формирование гидрогеолого-мелиоративной обстановки в зоне Северо-Крымского канала и территории Херсонской области / И.Б. Абрамов, Н.А. Звягинцева, С.А. Черненко // Формирование гидрогеолого-мелиоративных условий на орошаемых и осушаемых землях: сб. науч. тр. УкрНИИГиМ. – К.: Урожай, 1983. – С. 34–42.
- Бабіцька О.А. Ефективність систем інженерного захисту від підтоплення самопливного та примусового типу та напрями їх удосконалення: автореф. дис. канд. техн. наук / О.А. Бабіцька. – К., 2010. – 21 с.
- Бахтіярова, Л.І. Причини та наслідки меліорації в північному Причорномор'ї: дренажні системи / Л.І. Бахтіярова // Вісник ОНУ: Географічні та геологічні науки. – 2014. – Вип. 2. – С. 80–100.
- Бурдин, Л.М. Фильтрация из естественных водоемов, приуроченных к террасам Нижнего Днепра в зоне действия вертикального дренажа / Л.М. Бурдин // Респ. межведомств. темат. н-т. сб.: Мелиорация и водное хозяйство. – Вып. 49. – К.: Урожай, 1980. – С. 24–29.
- Грановська, Л.М. Теоретичне обґрунтування інженерних заходів з боротьби зі шкідливою дією вод на території смт Нова Маячка Цюрупинського району Херсонської області / Л.М. Грановська, П.В. Жужа // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Гринь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 79–82.
- Грановська, Л. Еколого-меліоративне обґрунтування використання дренажної води для зрошення / Л. Грановська, В. Жужа, І. Липинець // Водне господарство України. – 2013. – № 2. – С. 22–26.
- Дренажная система в зоне орошения / Н.Г. Бугай, И.Г. Виноградов, В.В. Внучков [и др.]; под ред. А.Я. Олейника. – К.: Урожай, 1986. – 192 с.
- Зубець, М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / М.В. Зубець. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с.
- Інженерний захист територій: Навч. посібник / А.М. Рокочинський, В.А. Живиця, Л.А. Волкова, М.І. Ромащенко [та ін.]; за ред. А.М. Рокочинського, Л.А. Волкової, В.А. Живиці, В.П. Чипака – Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. – 414 с.
- Концепція відновлення та розвитку зрошення в південному регіоні України (за наук. ред. М.І. Ромащенко) / ІВПІМ НААН. – К.: ЦП "Компринт", 2014. – 28 с.
- Клімат України / За ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.
- Молодых, И.И. Грунты подов и степных блюдец субарального покрова Украины (гидрогеологические и инженерно-геологические особенности) / И.И. Молодых. – К.: Наук. думка, 1982. – 160 с.
- Природа Херсонської області. Фізико-географічний нарис / П.М. Котовський, О.П. Аліфанов, В.М. Бойко [та ін.]; віднов. ред. М.Л. Бойко. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 120 с.
- Ромащенко, М. Стан та проблеми вертикального дренажу в Херсонській області / М. Ромащенко, А. Шевченко, Д. Савчук, В. Крученко // Водне господарство України. – 2007. – № 4. – С. 44–55.
- Харламов, О.І. Роль вертикального дренажу в забезпеченні захисту від підтоплення в зоні зрошення Північно-Кримського каналу / О.І. Харламов // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води. ІВ-ПІМ НААН. – К., 2016. – С. 132–133.

Матеріал поступив в редакцію 26.02.2018

#### KHARLAMOV A.I. Regularities of the flooding processes in the irrigated massive of the south of Ukraine

The regularities of the development of flooding processes in the long-term period section in the Kherson region in the zone of influence of the Kakhovka reservoir, the North-Crimean canal and irrigation of adjacent massifs against the background of vertical drainage under conditions of the drainless terrain are considered.

УДК 556.16.08

**Водчиц Н. Н., Стельмашук С. С.**

### ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА «ПОГОСТ»

**Введение.** В ходе комплексных гидромелиоративных мероприятий, проведенных в водосборе р. Бобрин, были созданы ряд крупных гидромелиоративных комплексов и систем, привязанных к водохранилищу «Погост», а также построен рыбхоз «Полесье». В настоящее время большинство мелиоративных систем и комплексов требуют реконструкции, изменились условия водопотребления, для этого необходима оценка природных характеристик района расположения водохранилища «Погост».

**Оценка физико-географических и климатических условий.** Объект расположен в Пинском районе Брестской области Республики Беларусь в бассейне реки Бобрин – левого притока реки Припять.

Границами объекта (водохранилища и рыбхоза) являются: северная гряда отдельных повышенных рельефа существующего оз. Погост (север), территория застройки д. Новый Двор и перепуск р. Вислицы (восток и юг), существующий мелиоративный объект «Бакиничи-Сошинское» и территория застройки д. Вяз (запад и юго-запад), оз. Погост и территория застройки д. Погост-Загородский (запад).

Площадь отчуждения составляет 2759 га, в том числе под водохранилище 1600 и рыбхоз 1159. Площадь, охваченная изысканиями, составляет 3500 га.

В 1970 г. «Союзгипромелиоводхоз» приступил к составлению технического проекта. За период до апреля 1971 г. институт в составе технического проекта выполнил «Технико-экономическое заключение по выбору варианта расположения водохранилища и рыбхоза при регулировании р. Бобрин».

В ТЭО выявлена техническая возможность и экономическая целесообразность строительства водохранилища «Погост» на базе существующего оз. Погост и рыбхоза южнее него вместо водохранилища и рыбхоза «Борки», намеченного в «Схеме осушения и освоения земель Полесской низменности», ТЭО рассмотрен и одобрен научно-техническим советом Главполесьювостроя 14 апреля 1971 г.

Задание на проектирование предусматривало:

- водохранилище (полезный объем водохранилища 36,5 млн м<sup>3</sup>, площадь зеркала воды при НПУ – 1630 га и средняя глубина 3,2 м)

**Водчиц Николай Николаевич**, к. т. н., доцент, доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

**Стельмашук Степан Степанович**, к. т. н., доцент, доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология