

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Бокс, Дж. Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – Вып. 1. – 406 с.
2. Волчек, А.А. Статистический анализ колебаний уровней грунтовых вод НП «Беловежская пуща» / А.А. Волчек, Н.Н. Шешко // Теория вероятностей, случайные процессы, математическая статистика и приложения: сборник научных статей Междунар. научн. конф., Минск, 15–19 сент. 2008 г. / БГУ; редкол.: Н.Н. Труш [и др.]. – Минск, 2008. – С. 32–39.
3. Воронков, Н.А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений / Н.А. Воронков. – М.: Лесная промышленность, 1973. – 184 с.
4. Смоляк, Л.П. Водное питание и продуктивность сосновых фитоценозов / Л.П. Смоляк, Е.Г. Петров. – Мн.: Наука и техника, 1978. – 184 с.

Материал поступил в редакцию 16.02.10

**VOLCHECK A.A., SHESHKO N.N. Methodology and algorithm for reconstruction and extension of the missing data of hydrometeorological observations**

The article examines the main methods of restoration and extension of the missing data of hydrometeorological observations. The algorithm of selected statistical methods. Completed verification of the proposed algorithm. It was shown the applicability of the algorithm for the reconstruction and extension of the missing data to monitor the groundwater levels of natural-territorial complex Bialowieza Forest. A statistical analysis of the results.

УДК 631.672.79.034

**Водчиц Н.Н., Стельмашук С.С.**

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ И ПРУДОВ**

**Введение.** В связи с созданием на территории Белорусского Полесья большого количества прудов, водохранилищ и рыбохозов, для целей обводнения, регулирования почвенной влаги, получения товарной рыбы, бытовых, пожарных и других нужд, необходимо решать проблему защиты земель, попадающих в зону влияния водоемов, от затопления и подтопления. Площадь этих земель достигает в настоящее время более 6 тыс. га. Однако при проектировании мелиоративных мероприятий на этих землях недостаточно учитывается влияние существующих водоемов на увлажненность этих земель.

В данной работе поставлена задача на базе метода эколого-климатических расчетов и натурных исследований дать оценку увлажненности подтопленных территорий.

**Материалы и методика исследования.** Основной задачей при исследовании влагообеспеченности территорий является выявление особенностей формирования влагообеспеченности расчетного слоя почвогрунтов в естественных условиях и изменение ее в результате хозяйственной деятельности человека. В первом случае результаты исследований могут быть использованы при реконструкции уже действующих систем, а во втором случае могут лечь в основу при проектировании новых мелиоративных систем в зоне подтопления водохранилищами и прудами. В работе использовались данные гидрометцентра республики и собственные исследования авторов за режимом грунтовых вод, влажностью почв и др. Сопоставление естественной влагообеспеченности с трансформированной антропогенными факторами позволяет выявить, какие качественные и количественные изменения происходят в водном балансе расчетного слоя почвогрунтов под влиянием водохранилищ и прудов.

**Оценка условий естественной влагообеспеченности территории Белорусского Полесья.** Определение влагообеспеченности территории в естественных условиях выполняется методом гидролого-климатических расчетов (ГКР), который был разработан В.С. Мезенцевым [1]. Этот метод дает совместное решение теплового и водного балансов. Характеризуя условия влагообеспеченности, выполнили сопоставление имеющихся водных и тепловых ресурсов с оптимально потребными, обеспечивающими высокопродуктивное развитие растений в период вегетации. Это сопоставление дает возможность выявить существующие в естественных условиях диспропорции между ресурсами тепла и влаги, а также наметить рациональные пути их ликвидации при мелиорации.

Верхним пределом оптимума увлажнения следует считать увлажнение деятельной земной поверхности, количественно обеспечивающее максимально возможное испарение, т.е. равное эквиваленту теплоэнергетических ресурсов в мм слоя воды. Это соотношение тепла и влаги, по мнению В.С. Мезенцева [2], является оптимальным – найвыгоднейшим для развития растений. Метод ГКР включает следующие уравнения:

$$1) \text{ уравнение водного баланса} \quad KX + W_1 - W_2 = Z + Y; \quad (1)$$

2) уравнение связи водного и теплового балансов

$$Z = Z_m \frac{KX + W_1 - W_2}{Z_m} \cdot \frac{1}{n}; \quad (2)$$

3) уравнение связи суммарного испарения с влажностью и физико-механическими свойствами почвы

$$Z = Z_m (1 + V_{cp}^{-nr})^{\frac{1}{n}}; \quad (3)$$

4) уравнение зависимости средней за рассматриваемый период влажности почвы от начальных и конечных влагозапасов

$$V_{cp} = \frac{V_1 + V_2}{2}, \quad (4)$$

где  $KX$  – общее увлажнение (атмосферные осадки с поправками к показаниям осадкомерных приборов), мм;

$W_1, W_2$  – запасы влаги в почвенном слое на начало и конец расчетного периода в мм;

$Z$  – суммарное испарение в мм;

$Y$  – суммарный сток в мм;

$Z_m$  – максимально возможное испарение в мм;

$V$  – относительная влажность почвы (в долях от наименьшей влагоемкости  $W_{не}$ );

$n$  – параметр, интегрирующий с достаточной полнотой влияния физико-географических условий на формирование стока (для условий Полесья  $n = 3$ );

$r$  – параметр, зависящий от водно-физических свойств и механического состава (для легких почв  $r = 1,1-1,5$ ; для средних почв –  $1,5-2,0$  и для тяжелых почв –  $2,0-3,0$ ).

**Водчиц Н.Н., к.т.н., доцент, зав. кафедрой сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.**

**Стельмашук С.С., к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.**

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

Таблица 1. Среднемесячные избытки и недостатки суммарного увлажнения ΔH, мм

Станции	Месяцы										Год
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII-III	V-VIII	
Брагин	-1	9	-7	-46	-48	-30	-12	-3	-2	-92	-141
Василевичи	4	19	2	-36	-36	-22	-8	0	6	-51	-72
Пинск	2	17	1	-40	-42	-28	-12	-1	2	-64	-100
Брест	-3	3	-13	-46	-46	-30	-14	-3	-4	-102	-156
Пружаны	-1	8	-3	-40	-40	-25	-10	-2	-1	-75	-113
Ганцевичи	7	30	21	-24	-24	-15	-5	1	11	2	1
Барановичи	8	33	25	-28	-32	-18	-5	1	11	-2	-5
Слуцк	5	24	12	-35	-35	-22	-8		6	-34	-52

Решение системы уравнений начинается с определения максимально возможного испарения. Величину  $Z_m$  следует определять, используя наши зависимости

$$Z_m = 0,17S t_{>10^0} + 380, \quad (5)$$

$$\text{или } Z_m = 5,8S t_n + 260, \quad (6)$$

где  $\sum t_{>10^0}$  – сумма температур воздуха за год больше  $10^0$ ;

$\sum t_n$  – сумма среднемесячных температур воздуха за теплый (апрель – октябрь) период.

Внутригодовое распределение  $Z_m$  выполняют по зависимости

$$Z_{mm} = \frac{Z_m}{S} d_m, \quad (7)$$

где  $Z_{mm}$  – максимально возможное испарение за месяц;

$\sum d_m$  – сумма среднемесячных дефицитов влажности воздуха за год;

$d_m$  – среднемесячный дефицит влажности воздуха.

Зимние месяцы считают за один расчетный период.

Одним из важнейших компонентов увлажненности территории являются атмосферные осадки. Измеренные величины атмосферных осадков исправляют с учетом поправочных коэффициентов.

В результате расчетов получили среднемесячные избытки и недостатки суммарного увлажнения ΔH, мм.

Комплексный анализ увлажненности Полесья показывает, что его территория, даже в год 50% обеспеченности, находится в условиях неустойчивого естественного увлажнения, избыток почвенной влаги приходится только на весенние месяцы, в то время как летом сельскохозяйственные растения страдают от ее недостатка. Максимальные недостатки приходится на июль и август. Так, в июле, они достигают 240 м<sup>3</sup>/га в районе Ганцевичей и до 460 м<sup>3</sup>/га в Брагине. В августе недостатки влаги на юге Полесья еще больше увеличиваются и достигают 500 м<sup>3</sup>/га за месяц.

За теплый период года (май-август) избытки влаги наблюдаются только в районе Копольской гряды, где выпадает и большее количество атмосферных осадков. Величина этих избытков достигает 200 м<sup>3</sup>/га. На остальной части Полесья в средний год наблюдается дефицит влаги, который достигает на юге Полесья 1400 м<sup>3</sup>/га за период наибольшего водопотребления растениями (май-август). Покрыть имеющиеся дефициты влаги можно только за счет стока рек весенних месяцев, когда наблюдаются избытки влаги по всей территории Полесья. Поэтому в условиях Полесья настоятельной необходимостью является накопление вод весенних паводков (избытков ΔH) в водохранилищах и прудах с целью увлажнения почвы в период вегетации растений, т.е. наряду с осушительными мелиорациями необходимо проводить увлажнительные мероприятия.

**Оценка влагообеспеченности подтопленных территорий Белорусского Полесья.** Создание водохранилищ, прудов, а, следовательно, и подпор уровней воды в реках в условиях Полесья способствует подтоплению больших территорий. Поэтому при гидрогемелиоративном обосновании мелиорации земель в подтопленной зоне необходимо учитывать фильтрационные воды из водоемов и подпор грунтового потока, вызванного подъемом воды в водоеме. С этой целью нами экспериментальным путем исследовался режим грунтовых вод территорий, находящихся в зоне влияния подпертых бьефов. Выполненные исследования показывают, что увлажненность земель в

зоне водохранилищ формируется в тесной зависимости от гидрологических, гидрогеологических, климатических и антропогенных факторов. В зависимости от характера и сочетания этих факторов, преобладающее влияние тех или иных составляющих на увлажненность территории для различных районов будет различной.

При разработке гидрогеологического обоснования гидромелиоративных мероприятий подтопленных земель нужно учитывать, что основными статьями увлажненности слоя почвогрунтов в зоне влияния водохранилищ и прудов по территории Белорусского Полесья являются: атмосферные осадки, фильтрация воды из прудов и водохранилищ, приток грунтовых вод с прилегающих территорий, капиллярное подпитывание, испарение и сток. Причем, приток фильтрационных или грунтовых вод извне настолько обильный, что они не транспортируются в полном объеме за пределы рассматриваемого участка суши. Результатом является подъем уровня грунтовых вод с подпором зоны капиллярной каймы или выходом их на дневную поверхность. При этом часть грунтовых вод участвует в процессе суммарного испарения, а при выклинивании на дневную поверхность – в формировании поверхностного стока. Атмосферные осадки, как правило, формируют поверхностный сток и служат ресурсами влаги процесса суммарного испарения. В связи с этим влагообеспеченность подтопленных водохранилищами и прудами территорий выполняется также с использованием метода ГКР с учетом данных величин.

Вместо уравнения (1) используется уравнение, предлагаемое авторами:

$$H_1 + W_1 - W_2 = Z + Y, \quad (8)$$

которое качественно отличается от уравнения (1). Величина  $H_1$  в уравнении (8) объединяет все виды влаги, поступающей в слой почво-грунтов, подтопленных прудами и водохранилищами.

$$H_1 = KX + Q_e + (P_1 - P_2), \quad (9)$$

где  $KX$  – исправленная величина атмосферных осадков, мм;

$Q_e$  – приток грунтовых, фильтрационных и поверхностных вод в деятельный слой почвы, скомпенсированный оттоком и капиллярным подпитыванием в мм;

$(P_1 - P_2)$  – приход капиллярной влаги в зону аэрации за счет грунтовых вод. При отрицательных значениях  $(P_1 - P_2)$  наблюдается инфильтрация атмосферных осадков на поверхность грунтовых вод, в мм.

Таким образом, увеличение суммарного увлажнения расчетного слоя почво-грунтов за счет фильтрации воды из водохранилища (пруда), подпора грунтового потока, протекающего со стороны водораздела и капиллярного подпитывания составит:

$$Q_e + (P_1 - P_2) = (ha_{i-1} - ha_i) m 1000 + \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{h^2_1 - h^2_2}{l_1} - \frac{h^2_2 - h^2_3}{l_2} \right) \frac{11000K}{11l_1 + l_2} D t + (h_{2,1} - h_{2,2}) m 1000, \quad (10)$$

где  $ha_i, ha_{i-1}$  – средняя мощность зоны аэрации соответственно за расчетный и предшествующий ему промежуток времени, в м;

$\mu$  – водоотдача почвогрунтов;

$h_1, h_2, h_3$  – мощность потока (отсчет ведется от водоупора) соответственно в первом, втором и третьем колодцах (скважинах), среднее за расчетного периода, в м;

$h_1, h_2$  – расстояние соответственно между первым и вторым, вторым и третьим колодцами, м;

$K$  – коэффициент фильтрации, м/сут;

$\Delta t$  – расчетный интервал времени, сут.;

$h_{2,1}, h_{2,2}$  – мощность потока грунтовых вод в средней скважине (колодец) на начальный и конечный момент времени  $\Delta t$ ;

1000 – коэффициент для перевода метров в миллиметры.

После определения  $H_1$  дальнейшие расчеты ведутся аналогично, как и расчет влагообеспеченности территорий в естественном условии. Сравнение полученных величин влагообеспеченности подтопленных земель с естественными величинами покажет, какое влияние на увлажненность территории оказывают антропогенные факторы.

Исследование увлажненности подтопленных земель, расположенных в зоне влияния эксплуатируемых водохранилищ и прудов показало, что эти земли на протяжении всего периода эксплуатации находятся в условиях избыточного увлажнения. Избытки влаги за период наибольшего водопотребления растений составляют 1500–4000 м<sup>3</sup>/га.

На мелиорируемых землях, расположенных в зоне влияния водохранилищ и прудов, избытки влаги формируются в основном только на участках, прилегающих к водоемам, увлажнительным каналам и на периферийных участках мелиорируемой территории.

На остальной территории мелиорированных объектов грунтовые воды не оказывают влияния на увлажненность слоя почвогрунтов. Как показали исследования, увлажненность большей части мелиорированных территорий зависит в основном только от климатических факторов. Здесь сельскохозяйственные культуры часто испытывают недостаток влаги, так как грунтовые воды не участвуют в увлажнении деятельного слоя почв. В связи с этим необходима дополнительная подача воды на осушение земли для целей их искусственного увлажнения.

При проектировании водохранилищ и прудов в условиях Белорусского Полесья необходимо выполнять прогноз увлажненности прилегающих земель с целью назначения защитных мероприятий, способных если не ликвидировать полностью, то снизить уровень подтопления земель [3].

**Заключение.** Исследование основных элементов водного баланса: суммарных величин увлажнения, испарения, годового стока и количественная оценка условий естественного увлажнения и теплообеспеченности показали, что территория Белорусского Полесья находится в условиях неустойчивого увлажнения. В средний многолетний год почти на всей территории наблюдается дефицит суммарного увлажнения, который достигает на юге Полесья в теплый период (май-август) до 1200 м<sup>3</sup>/га и должен восполняться за счет воды рек-водоисточников, прудов, озер и водохранилищ.

В зоне влияния водохранилищ и прудов формируется особый (антропогенный) водный режим. Исследования режима грунтовых вод дают основание рассматривать полученные результаты как основу рекомендаций по мелиорации земель в зоне влияния подпертых бьефов.

Динамика формирования и пространственно-временного изменения уровня режима грунтовых вод в зоне влияния водохранилищ и прудов тесно связана с изменением уровней воды в них, характером выпадения атмосферных осадков и притока с прилегающих земель. На осушенных участках в зоне влияния подпертых бьефов режим грунтовых вод зависит в основном от хозяйственной деятельности человека и в меньшей степени от метеорологической обстановки.

На подтопленных землях Белорусского Полесья наблюдаются избытки влаги, которые за теплый период (май-август) в среднем составляют 1500–4000 м<sup>3</sup>/га.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мезенцев, В.С. Метод гидролого-климатических расчетов и опыт его применения для районирования Западно-Сибирской равнины по признакам увлажнения и теплообеспеченности. Научные труды ОмСХИ, т. XXVII, 1957.
2. Мезенцев, В.С. Увлажненность Западно-Сибирской равнины / В.С. Мезенцев, И.В. Карнацевич – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
3. Водчиц, Н.Н. Прогноз увлажненности земель, прилегающих к водохранилищам, в условиях Белорусского Полесья // Водохозяйственное строительство и охрана окружающей среды: сборник трудов. – Биберах-Брест-Ноттингем, 1998.

*Материал поступил в редакцию 21.01.10*

#### VODCHYTS N.N., STSELMASHUK S.S. The method of analyses of watercontent which are in the zone of the influence of reservoir storages and ponds

The method of definition of dampness of drowned territory using the method of hidrologis-climatic calculations is considered in the article. When moisture of the territories are in natural conditions have compared with disrupted anthropologic factors conditions, it has been found watercontent of the drowned territories.

УДК 626.876.1(476)

**Стельмашук С.С., Водчиц Н.Н.**

### ВЫРАВНИВАНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА И ПЛОДОРОДИЯ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

**Введение.** Современные мелиоративные объекты Белорусского Полесья характеризуются выраженным микрорельефом и сложной структурой почвенного покрова. Как правило, комплекс почв таких объектов состоит из 4-5 типов гидроморфных и полугидроморфных почв с естественным уровнем плодородия от 20 до 80 баллов.

Минеральные включения располагаются на повышенных участках заболоченных массивов и образуют единый комплекс с торфяниками. При осушении таких заболоченных массивов минеральные включения, как правило, переосушены, так как осушение болот проводится из расчета достижения заданной нормы осушения для торфяников. Так как минеральные включения находятся выше средней отметки болота, то уровень грунтовых вод на них после осушения значительно ниже, чем на торфяных почвах.

На осушенных заболоченных массивах вследствие осадки и сработки торфа абсолютные отметки рельефа несколько понижаются, а относительные колебания рельефа становятся еще большими. По этой причине на мелкозалежных торфяниках начинают выступать минеральные включения.

Отметки поверхности в пределах поля севооборота колеблются здесь от 0,5 до 2 м и более.

Выраженный микрорельеф, высокая расчлененность и контрастность почвенного покрова снижают продуктивность мелиорируемых земель: семена заделываются неравномерно, а в понижениях из-за переувлажнения наблюдаются вымочки посевов. Кроме того, затрудняется здесь применение широкозахватной и скоростной техники, что приводит к затягиванию сроков выполнения полевых работ и снижению урожая. Осложняется на таких участках регулирование водного режима шлюзованием или дождеванием. Степень отрицательного влияния микрорельефа усиливается в условиях интесификации мелиоративного земледелия.

**Материалы и методика исследования.** Цель данной статьи – изучить и показать эффективность использования минерального грунта выклиниваний для пескования прилегающих торфяников и общей планировки заболоченных массивов Белорусского Полесья. Изучить изменения основных почвенных режимов под влиянием