

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЗОНЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ

В. И. Бохонко

*Белорусский государственный экономический университет
Пинский филиал*

В настоящей работе обращено внимание на количественный анализ взаимосвязи процессов, происходящих в болотной экосистеме при осуществлении гидромелиоративных мероприятий.

В качестве исходного понятия, с помощью которого будет определен ущерб, наносимый человеком природной среде, принято биологическое продуктивность – биомасса производимая популяцией или сообществом на единицы площади за единицу времени. Наиболее активным и важнейшим экзогенным фактором, преобразующим облик ландшафта, является вода. Взаимодействие воды с биосферой в процессе синтеза и распада органического вещества в растительных организмах играет исключительно важную роль в формировании структур ландшафта. Вот почему этот фактор был принят как основной при оценке взаимодействия осушения с болотными экосистемами.

Многолетние стационарные наблюдения, организованные в верховьях реки Ясельды [4] позволили установить зависи-

мость между урожаем с.-х. культур и величиной испарения (рис.1):

$$E = 120 Y_p^{0,30} \quad (1)$$

культур и величиной испарения (рис.1):

где E – суммарное испарение, мм; Y_p – урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га.

С другой стороны существует взаимосвязь между суммарным испарением и долей грунтовых вод, участвующих в формировании этого испарения:

$$E = 250 + U^{1,25} \quad (2)$$

где U – доля грунтовых вод, участвующих в формировании суммарного испарения E в % от его сезонной суммы.

В свою очередь доля грунтовой составляющей зависит от глубины грунтовых вод (рис.2, 3):

на суходольной части водосбора:

$$U = -22,2 H + 63,0 \quad (3)$$

на болоте:

$$U = -41,24 \ln H + 22,2 \quad (4)$$

где H – глубина грунтовых вод от поверхности земли в см. Приравниваем правые части уравнений (1) и (2):

$$120 Y_p^{0,30} = 250 + U^{1,25} \quad (5)$$

В результате получилось уравнение, с помощью которого будет принята попытка установить влияние изменения водного режима на объекте осушения и прилегающей территории на биологическую продуктивность до и после осуществления мелиоративных мероприятий в речном бассейне или

каком-либо регионе.

В расчетах в качестве примера принят Пинский район, Брестской области.

Как уже говорилось, осушение оказывает влияние не только на территорию болота, где производятся работы, но и на прилегающие к нему территории. Для более полной оценки систем взаимодействия мелиорации на окружающую среду, необходимо знать и величину территории прилегающую к объекту осушения, что бы оценить произошедшие на ней изменения.

Для определения влияния осушения на территорию суходола, прилегающего к мелиоративному объекту, может служить формула (6) Булавко-Янковского [1] :

$$\Delta H = \Delta H_0 \operatorname{erfc}(z), \quad (6)$$

где ΔH – снижение уровня грунтовых вод в расчетной точке, м; ΔH_0 – снижение уровня на границе мелиоративной системы, м; z – величина равная:

$$\frac{L}{2\sqrt{at}} \quad (7)$$

здесь L – расстояние расчетной от границы мелиоративной системы, м; a – коэффициент уровнепроводности $\frac{Kh}{\mu}$, м²/сут t – время от начала снижения уровня, сут; K –

коэффициент фильтрации, м/сут, h – средняя мощность водоносного горизонта, м; μ – коэффициент водоотдачи; erfc – специальная функция значения которой приведены в таблице [6].

Для удобства пользования на основании формулы (1) составлена полиграмма.

Для определения расстояния до расчетной точки,

расположенной на болоте воспользуемся зависимостями [3] (7) - (9):

$$L = \frac{h_0 - \bar{h}}{q_m} \Delta H \bar{K}_0 \exp\left(\frac{q_m}{q_e} + 1\right)$$

где h_0 - мощность деятельности слоя торфяника в естественном состоянии, м; \bar{h} - средний многолетний уровень болотных вод от поверхности болота, м; ΔH - прочность осушенного болота м³/с (км) \bar{K}_0 - понижающий УГВ, м; L - расстояние от границы осушения до расчетной точки, м; \bar{K}_0 - средневзвешенных коэффициентов фильтрации деятельного слоя; q_e - прочность естественного болота м³/с (км).

Естественная и зарегулированная проточности определяются по формулам:

а) естественная:

$$q_e = \bar{K}_0 (h_0 - \bar{h}) \quad (8)$$

б) зарегулированная:

$$q_m = \left(\frac{M_m F}{1000 \ell} \right) \quad (9)$$

где I - уклон в деятельном слое, M_m - средний годовой модуль стока реки, в бассейне которого расположено болото или средний годовой модуль с осушенного болота, л/с (км²); F - площадь осушенного болота, км².

Болота в Пинском районе можно охарактеризовать следующим образом. Тип болот - низинный, гипно-осоковый с мелкокочковатым рельефом, изредка поросший кустарником. Мак-

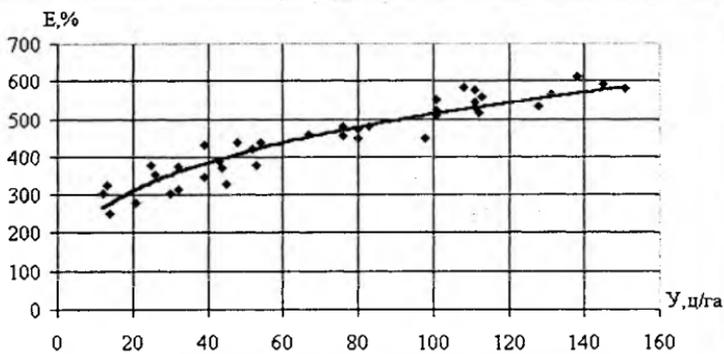


Рис.1. Зависимость суммарного испарения от урожая с.х. культур

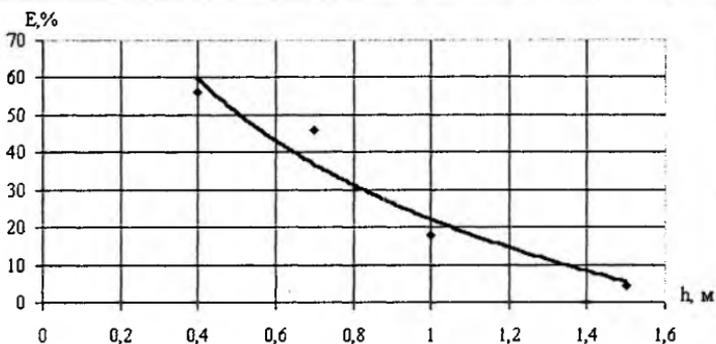


Рис.2. Зависимость доли грунтового питания в формировании суммарного испарения от УГВ на болоте

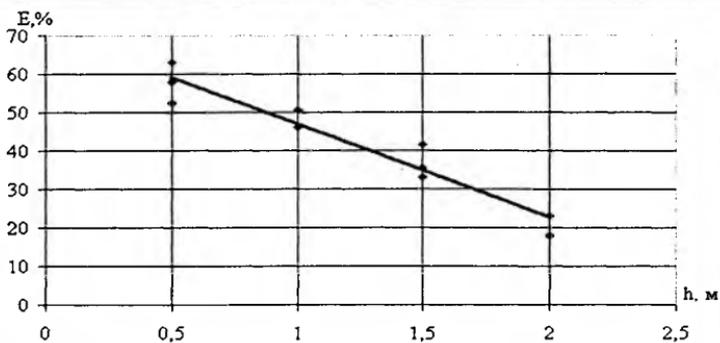


Рис.3. Зависимость доли грунтового питания в суммарном испарении от УГВ на сузодоле

симальная амплитуда развития микрорельефа $\Delta u = 25 - 30 \text{ см}$. Мощность деятельного слоя – 60 см, средний взвешенный коэффициент фильтрации деятельного слоя по К.Е. Иванову [2] равен 10,4 м/сут. Проточность болот в естественном состоянии 0,0125 м/сут (км), в осушенном – 0,06 м/сут (км).

Если подвергнуть анализу каждое болото района в отдельности, то задача окажется просто неразрешимой. Для ее решения необходимы упрощения. В качестве такого упрощения представим конфигурацию района в виде геометрической фигуры – квадрата, площадь которого равновелика площади района. Другое упрощение заключается в том, что условно все болотные массивы, расположенные в пределах района, сведены в единое пространство, также в виде квадрата, площадь которого равна суммарной площади болот в районе (рис. 4).

Как указывалось выше, в качестве основной функции, с помощью которой необходимо будет оценить влияние осушения на природную среду, является биологическая продуктивность естественного болота и прилегающего к нему суходола, сравниваемая с биологической продуктивностью (урожаем) сельскохозяйственных культур, выращиваемых на осушенных площадях. В основном это будут культурные травы и зерновые.

Согласно данным М.Ф. Реймерса [5] биологическая продуктивность в среднем для болот составляет 2000 г/м^2 за год, для лесокустарниковых сообществ – 700 г/м^2 за год. Исследования показывают, что при понижении уровней грунтовых вод произойдет уменьшение доли грунтового питания в формировании суммарного испарения биологической массой. Этот процесс неизбежен при осушении болот, т.к. основная задача такого мероприятия – понизить уровень грунтовых вод на величину нормы осушения. Многолетние наблюдения Пружанской гидролого-гидрогеологической мелиоративной ла-

боратории позволили получить зависимости (3), (4), которые дают возможность оценить предполагаемое уменьшение суммарного испарения в связи со снижением доли грунтовых вод в его формировании. Тогда согласно зависимости (5) должен снизиться и урожай (выход биомассы).

В таблицах 1 и 2 приведены величины возможных потерь биологической массы после осушения болота или минеральных переувлажненных земель.

Вместе с тем, осушенные земли оказывают определенное влияние на сопредельные с ними территории; во-первых, это может быть оставшееся естественной частью осушаемого болотного массива, во-вторых, это прилегающий к мелиоративному объекту суходол. Выше уже шла речь о том, как определить расстояние, на которое оказывают влияние мелиоративные мероприятия.

Таблица 1

Изменение биологической продуктивности болота после его осушения

Глубина понижения УГВ, см	Грунтовая составляющая суммарной испарения, %	Урожай с/х культур г/м ² (год)	Возвращается в почву органического вещества, г/м ² (год)	Теоретическая средняя биологическая продуктивность болота г/м ³ (год)	Биомасса сельхозпродукции, г/м ² (год)	Изменение биомассы после осушения, г/м ² (год)
110	18,2	184	92,7	2000	277	-1723
80	31,4	265	133,5	2000	398	-1602
50	50,8	486	244,8	2000	731	-485
20	88,5	1340	675	2000	2015	15

Изменение биологической продуктивности после осушения переувлажненных минеральных почв

Глубина понижения УГВ, см	Грунтовая составляющая суммарного испарения, %	Урожай сельхозкультур г/м ² (год)	Возвращается в почву органического вещества, г/м ² (год)	Теоретическая средняя биологическая продуктивность г/м ² (год)	Биологическая масса сельскохозяйственной продукции г/м ² (год)	Изменение биомассы после осушения г/м ² (год)
110	38,8	343	172	700	515	185
80	45,4	419	211	700	630	-70
50	52,0	506	255	700	761	61
20	58,6	606	305	700	911	211

В таблицах 3, 4 показано, как влияет изменение водного режима на прилегающих территориях на их биологическую продуктивность. Анализируя таблицы 3 и 4, может возникнуть сомнение по поводу, что в ряде случаев (при возрастании доли грунтового питания) выросшая биомасса превосходит теоретическую среднюю. В этом нет ничего странного, т.к. зачастую значения выросшей биологической массы может колебаться в пределах: для болота от 800 до 3500 г/м² (год), а для лесокустарникового сообщества от 250 до 1200г/м² (год). Кроме того, теоретическая биологическая продуктивность, полученная для биоценозов, расположенных в разнообразных природно-климатических условиях.

Сравнивая измеренную биологическую продуктивность со средней теоретической, можно ориентировочно оценить количественное изменение ее под воздействием осушения. Для этого примем следующие условия: норма осушения равна 1,1 м, осушенные земли представлены на 50 % болотами и на 50 % переувлажненными минеральными землями.

Тогда в Пинском районе осушенные болота имеют площадь 44796 га, переувлажненные земли – 44795 га.

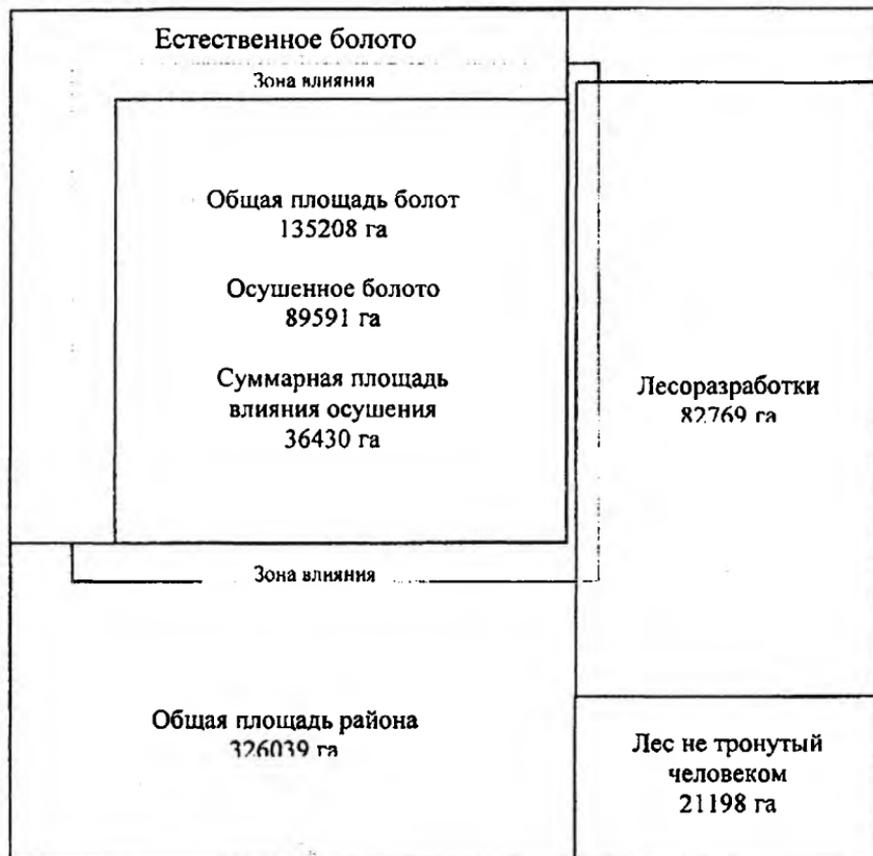


Рис. 5 Схема Пинского района по состоянию на 1.01.2001 г.

Определим среднюю биологическую продуктивность болот района до осушения:

$$90413 \cdot 10^4 \text{ м}^2 \cdot 2,0 \text{ кг} / \text{м}^2 \text{ год} = 180826 \cdot 10^4 \text{ кг} / \text{год}$$

Переувлажненные минеральные земли имели продуктивность:

$$44795 \cdot 10^4 \text{ м}^2 \cdot 0,700 \text{ кг} / \text{м}^2 \text{ год} = 31356,5 \cdot 10^4 \text{ кг} / \text{год}$$

Суммарная биологическая продуктивность до осушения составляла:

$$180826 \cdot 10^4 + 31356,5 \cdot 10^4 = 183961,5 \cdot 10^4 \text{ кг / год}$$

После осушения биологическая продуктивность мелиорированных земель (измеренная) составила:

а) для болот:

$$44795 \cdot 10^4 \cdot 0,277 \text{ кг} = 12408,5 \cdot 10^4 \text{ кг / год}$$

б) для минеральных переувлажненных земель:

$$44795 \cdot 10^4 \cdot 0,515 = 23069,4 \cdot 10^4 \text{ кг / год}$$

Таблица 3

Изменение грунтового питания и выхода биологической массы при понижении УГВ на болоте, прилегающем к осушенному массиву

Понижение УГВ, см	Расстояние расчетной точки от границы осушения, м	Грунтовое питание в % от суммарного испарения	Наземная биологическая масса г/м ² (год)	Возвращается в почву, г/м ² (год)	Теоретическая средняя биологическая продуктивность г/м ² (год)	Биологическая суммарная масса г/м ² (год)	Изменение выхода биологической массы г/м ² (год)
1	2	3	4	5	6	7	8
110	0	18,2	184	93	2000	277	-1723
100	232	22,2	200	101	2000	301	-1699
90	465	26,5	235	118	2000	353	-1647
80	697	31,4	265	113	2000	398	-1602
70	930	36,9	313	158	2000	471	-1529
60	1162	43,2	392	197	2000	589	-1411
50	1395	50,8	486	245	2000	713	-1259
40	1627	60,0	630	317	2000	947	-1053
30	1860	71,8	871	439	2000	1310	-690
20	2092	88,5	1340	675	2000	2015	15
15	2208	100	1750	882	2000	2632	632
0	2557	100	-	-	-	-	-

Таким образом на осушенных землях биологическая продуктивность уменьшилась:

а) на болоте:

$$89592 \cdot 10^4 - 12408,5 \cdot 10^4 = 77183,5 \cdot 10^4 \text{ кг / год}$$

б) на переувлажненных минеральных землях:

$$31355,5 \cdot 10^4 - 23069,4 \cdot 10^4 = 8287,1 \cdot 10^4 \text{ кг / год}$$

в) суммарная:

$$77183,5 \cdot 10^4 + 8287,1 \cdot 10^4 = 85470,6 \cdot 10^4 \text{ кг / год}$$

что составляет 40% от общей биологической продуктивности болот и переувлажненных земель до осушения в Пинском районе.

На прилегающих территориях ситуация складывается следующим образом (см. таблицы 3 и 4). На суходольной части бассейна снижение биологической продуктивности прослеживается только в полосе, равной 650 м от границы осушения, с удалением от нее на большее расстояние проследить негативных явлений в существующем здесь фитоценозе не удалось. Т.е. можно сказать, что несмотря на то, что уровни грунтовых вод на расстоянии более 650 м и понизился на довольно значительную глубину (50-60 см), нарушений природного равновесия здесь не произошло, а биологическая продуктивность в полосе 0-650 м уменьшилась всего на 34261 кг/год.

Влияние осушения на прилегающее болото проявляется, во-первых, более контрастно, во-вторых, на значительно большее расстояние от границы осушения. Снижение биологической продуктивности при этом наблюдается в полосе шириной 2000 м. от границы осушения. Убыль биологической массы равна 1639565 кг, что составляет 2 % от общих потерь ее.

Изменение грунтового питания и выхода биологической массы при понижении УГВ на суходоле, прилегающем к осушаемому болоту

Понижение УГВ, м	Расстояние от границы осушения, м	Грунтовое питание в % от суммарного испарения	Наземная биомасса г/м ² (год)	Теоретическая средняя биологическая масса г/м ² (год)	Возвращение в почву г/м ² (год)	Выросшая биомасса г/м ² (год)	Изменение Биомассы г/м ² (год)
110	0	38,8	343	700	172	515	-185
100	150	41,0	367	700	185	552	-149
90	280	43,2	392	700	197	589	-111
80	350	45,4	419	700	211	630	-70
70	500	47,6	444	700	224	668	-32
60	650	49,8	476	700	240	716	16
50	800	52,0	506	700	255	761	61
40	900	54,2	538	700	271	809	109
30	1100	56,4	571	700	288	859	159
20	1400	58,6	606	700	305	911	211
10	1700	60,8	648	700	326	974	274
0	3000	Влияния нет	-	-	-	-	-

Таким образом, мелиоративные мероприятия, выполненные в Пинском районе, привели к тому, что биологическая продуктивность болот и переувлажненных земель уменьшилась на $85638 \cdot 10^4$ кг/год или на 856380 тонн/год.

Представим эту биологическую массу в виде эквивалентном тепловой энергии:

$$85638 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot 7,0 \text{ МДж/кг} = 5,99466 \cdot 10^9 \text{ МДж}$$

Такое же количество энергии можно получить при сжигании следующего количества нефти: $5,99466 \cdot 10^9 : 45 \text{ МДж/кг} = 1,323146 \cdot 10^8 \text{ кг}$

Выразим это количество нефти в баррелях:

$$1,323146 \cdot 10^8 : 141,4 \text{ кг} = 942112,1 \text{ барреля.}$$

Стоимость одного барреля нефти на международном рынке составляет 18 долларов.

Следовательно, стоимость тепловой энергии биологической массы, которая исчезла после осушения болот в Пинском районе составляет 16958018 долларов или 189,3 доллара на 1 гектар осушенных болот и переувлажненных земель. Эту сумму ориентировочно можно принять как денежное выражение издержек в природной сфере при осуществлении мелиоративных мероприятий.

Литература

1. Булавко А.Г., Янковский К.Ф. Влияния мелиоративной системы на уровень грунтовых вод прилегающих земель. –В кн.:Проблемы использования водных ресурсов. Мн., Наука и техника, 1971, с.40-48.

2. Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах.-Л., Гидрометеоиздат, 1975. с.279.

3. Корчоха Ю.М., Афанасьев В.В., Макарук В.А., Рощенко А.И. Закономерности формирования составляющих водного баланса речных бассейнов. –Проблемы Полесья, Вып.10, Мн, Наука и техника, 1986, с.152-209.

4. Кривецкая Т.Д., Ярошевич Н.Р. Оценка влияния осушения на подземные воды на примере Белорусского Приозерья . –В кн.:Комплексное использование и охрана подземных вод БССР.Мн., изд.БелНИГРИ, 1976, с.185-193.

5. Реймерс Н.Ф. Природоиспользование. –М.,Мысль, 1990. с.637