

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОЩАДИ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ ОЗЕР В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Белорусское Полесье — район широкомасштабного проведения мелиоративных работ по осушению торфяников, которые сопровождаются коренными изменениями положения водоемов в системе гидрографической сети. По результатам комплексного лимнологического обследования 13 озер Полесья, проведенных ОНИЛ озераведения БГУ имени В. И. Ленина в 1985 г., выявлено, что 90 % из числа изученных водоемов (Кончицкое, Вульковское, Мотольское и др.) являются водоприемниками дренажных вод мелиорированных торфяников: в каждый из этих водоемов впадают до четырех мелиоративных каналов. На берегах озер располагаются 10 насосных станций, регулирующих сброс и забор воды. Водные массы 30 % обследованных водоемов (Черное, Песчаное, Любань и др.) используются для орошения осушенных торфяников.

Однако интенсивная хозяйственная освоенность водоемов Полесья сопровождается рядом технических мероприятий, вызывающих негативные последствия в лимнических системах. В частности, сложившуюся практику трассирования магистральных и других подводящих каналов при мелиорации земель в обход неглубоких озер с тем, чтобы предохранить их от заиления и осушения [1], следует признать экологически необоснованной. Сокращение водосборной территории водоемов ограничивает в них поверхностный приток, что приводит к понижению уровня озер и последующей их дистрофикации. Например, сокращение водосборной площади от 450 до 0,3 км² оз. Дикого привело к обмелению и зарастанию озера. Сокращение в два раза водосборной территории оз. Червоного явилось основной причиной негативных последствий нарушения озерной экосистемы [2]. В результате одним из вопросов оптимизации воздействия человека на природную среду в условиях проведения мелиорации земель является экологически обоснованное регулирование водосборной площади, обеспечивающее сохранение и улучшение гидрологического режима естественных водоемов.

Воздействие водосбора на лимническую систему проявляется в объеме и характере поступления поверхностных вод. Объем приточных вод с водосбора в водоемы зависит от увлажненности территории, т. е. зонального фактора, а также от величины площади водосбора и размеров котловины озер, т. е. факторов аazonальных [3]. При этом в озерных ландшафтах района последнего оледенения площадь водосборного бассейна, форма и размеры озерных котловин гидроморфологически взаимосвязаны между собой. На примере водоемов Белорусского Поозерья выявлено, что для озер с геометрической формой котловины близкой к конусу, водные массы которых в летний период устойчиво стратифицированы на эпи-, мета-, гипolimнион с придонными температурами 4—7 °С и характеризуются слабой интенсивностью вертикального перемешивания (динамическая нагрузка, $q_v = 0,1—0,3 \text{ м}^2/\text{м}^3 \text{ *}$), типичны малые площади водосборных бассейнов, средние значения которых колеблются в пределах 10—50 км². С незначительной величиной площади водосбора связано ограниченное (3—5 м³) поступление поверхностных вод в течение года на 1 м² акватории водоема (тип. оз. Свито). С другой стороны, озера с выположенными открытыми котловинами, водные массы которых в безледный период интенсивно перемешиваются (q_v более 1 м²/м³), что препятствует образованию слоя температурного скачка, но обеспечивает прогревание придонных слоев воды от 13 °С и выше, характеризуются более значительной водосборной площадью (100—200 км²) и притоком поверхностных вод на 1 м² площади акватории водоема в объеме

* Расчет показателей гидродинамического режима см. в работе [4]. Здесь и далее по тексту приводятся колебания средних значений признаков, выборочные средние и средняя ошибка приведены в табл. 1.

Типизация водоемов по динамическому режиму водных масс

Тип динамического режима	Показатели						
	морфометрические			гидродинамические			
	$V_{\text{оз.}}$, млн м ³	f_0 , км ²	H_{max} , м	q_s , м ³ /м ²	q_v , м ² /м ³	V_q , млн м ³	
Слабый,	$\bar{x} \pm \mu$	12,87 ± 2,74	1,19 ± 0,27	32,09 ± 1,71	3,73 ± 1,08	0,17 ± 0,01	7,50 ± 2,29
	x_{max}	43,17	4,50	53,60	22,05	0,28	36,89
	x_{min}	2,71	0,24	22,90	0,55	0,10	0,22
Умеренный,	$\bar{x} \pm \mu$	12,98 ± 3,67	2,12 ± 0,58	18,74 ± 0,90	7,83 ± 2,49	0,46 ± 0,08	50,05 ± 27,07
	x_{max}	94,90	13,23	29,60	84,44	3,13	926,90
	x_{min}	0,55	0,09	4,50	0,40	0,12	0,33
Интенсивный,	$\bar{x} \pm \mu$	47,96 ± 20,29	9,04 ± 2,72	8,75 ± 0,98	12,86 ± 3,68	1,82 ± 0,19	155,75 ± 36,98
	x_{max}	708,44	79,62	24,80	120,00	4,15	865,44
	x_{min}	0,34	0,25	2,50	0,60	0,40	3,75

Примечания: \bar{x} — среднее значение признака; μ — средняя ошибка; x_{max} — максимальное, x_{min} — минимальное значение признака; $V_{\text{оз.}}$, f_0 , H_{max} — объем, площадь водного зеркала, максимальная глубина водоема соответственно; q_s — гидравлическая нагрузка с водосбора [4].

Площадь водосборной территории озер с максимальными глубинами более 25 м

Площадь озера км ²	Период водообмена					
	дни			лет		
	10	40	120	1	10	33
0,1	68,77	26,56	14,00	10,33	8,70	8,57
0,5	308,44	98,49	35,78	17,52	9,42	8,80
1,0	607,69	188,27	62,99	26,49	10,32	9,06
2,0	1247,36	380,17	121,14	45,69	12,23	9,64
3,0	1845,23	559,53	175,49	63,62	14,03	10,19
4,0	2457,47	743,21	231,16	81,99	15,86	10,74
5,0	3169,68	956,88	295,89	103,36	18,01	11,40
6,0	3801,92	1146,54	353,37	122,32	19,90	11,97
7,0	4576,38	1378,88	423,78	145,56	22,22	12,67
8,0	5228,92	1574,64	483,11	165,13	24,18	13,26
9,0	5778,71	1739,57	533,09	181,62	25,83	13,76
10,0	6619,46	1991,80	609,51	206,85	28,35	14,53
11,0	7280,55	2190,13	669,61	226,68	30,34	15,13
12,0	7791,56	2343,43	716,07	242,01	31,87	15,60
13,0	8440,15	2538,01	775,03	261,47	33,82	16,18
14,0	9362,63	2814,75	858,89	289,14	36,58	17,03
15,0	10030,78	3015,19	919,64	309,19	38,59	17,63
16,0	10437,23	3137,14	956,59	321,38	39,80	18,00
17,0	11089,02	3332,67	1015,84	340,94	41,76	18,60
18,0	12084,35	3631,27	1106,33	370,79	44,75	19,50
19,0	12755,23	3832,53	1167,31	390,92	46,76	20,11
20,0	13813,32	4149,96	1263,51	422,66	49,93	21,07
21,0	14113,88	4240,13	1290,82	431,68	50,84	21,34
22,0	14785,57	4441,63	1351,89	451,83	52,85	21,95
23,0	15890,17	4773,02	1452,31	484,97	56,16	22,95
24,0	16580,68	4882,69	1515,08	505,69	58,23	23,59
25,0	17748,25	5330,44	1621,22	540,72	61,75	24,65

Примечания (здесь и в табл. 3, 4). Требования к режиму проточности при различном хозяйственном использовании водных объектов: 10—40 дней — режим промывки для деэвтрофикации водоема [6]; 40—120 дней — рыборазведение, наибольшая биомасса бентоса [7, 8]; 120—360 дней — рекреация [9]; 1—10 лет — многолетний нагул рыбы, наибольшая биомасса зоопланктона, суммарная биомасса бентоса и зоопланктона [7]; более 10 лет — режим заказника.

10—20 м³ (тип оз. Муйса). Промежуточное положение занимают водоемы с умеренным динамическим режимом водных масс. Основной объем воды озер данной группы характеризуется умеренной интенсивностью вертикального перемешивания ($q_v = 0,3 - 1,0 \text{ м}^3/\text{м}^3$), слабым температурным расслоением, но в более глубоководных областях формируется слой температурного скачка, изолирующий придонные слои с температурой 7—13 °С. Площадь водосборного бассейна для водоемов данной группы в среднем колеблется от 50 до 100 км², объем поступающих вод с водосбора — около 5—10 м³/м² (тип оз. Богдановское).

Таким образом, в зависимости от соотношения площади водосборной территории, формы и размеров озерной котловины динамический режим водной массы формируется как слабый, умеренный, интенсивный. Если количественно оценить объем приточных вод с водосбора и интенсив-

Площадь водосборной территории озер с максимальными глубинами 15—25 м

Площадь озера, км ²	Период водообмена					
	дни			лет		
	10	40	120	1	10	33
0,1	62,73	24,78	13,45	10,14	8,68	8,57
0,5	282,01	90,57	33,39	16,72	9,34	8,76
1,0	555,51	172,62	58,25	24,93	10,16	9,02
2,0	1149,17	350,71	112,21	42,74	11,94	9,56
3,0	1719,48	521,80	164,06	59,85	13,65	10,07
4,0	2294,42	694,29	216,32	77,09	15,37	10,60
5,0	2865,89	865,73	268,28	94,24	17,09	11,12
6,0	3437,11	1037,10	320,21	111,38	18,80	11,64
7,0	4008,54	1208,53	372,16	128,52	20,52	12,16
8,0	4569,69	1376,87	423,17	145,35	22,21	12,67
9,0	5139,84	1547,91	475,01	162,46	23,91	13,18
10,0	5920,75	1782,19	546,00	185,89	26,26	13,90
11,0	6493,68	1954,07	598,08	203,07	27,97	14,42
12,0	7083,24	2130,94	651,68	220,76	29,75	14,96
13,0	7945,69	2389,67	730,08	246,64	32,33	15,73
14,0	8556,24	2572,84	785,59	264,95	34,16	16,29
15,0	9092,23	2733,63	834,31	281,03	35,77	16,78
16,0	9535,18	2884,52	880,04	296,12	37,28	17,23
17,0	10194,35	3064,27	934,51	314,09	39,08	17,78
18,0	11158,04	3353,39	1022,11	343,01	41,97	18,66
19,0	11777,47	3539,21	1078,43	361,59	43,82	19,22
20,0	12253,27	3681,95	1121,68	375,86	45,25	19,65
21,0	12865,50	3865,62	1177,34	394,23	47,09	20,21
22,0	13917,64	4181,26	1272,68	425,79	50,25	21,17
23,0	14549,88	4370,93	1330,46	444,76	52,15	21,74
24,0	15669,72	4706,88	1432,27	478,35	55,50	22,76
25,0	16036,81	4817,01	1465,64	489,37	56,60	23,10

ность внутреннего водообмена водных масс озера по показателю гидродинамического объема (V_q , млн м³, [4]), то для озер со слабым динамическим режимом водной массы средние значения V_q составляют $7,5 \pm 2,3$ млн м³, умеренным — $50,1 \pm 27,1$ млн м³, интенсивным — $155,8 \pm 37,0$ млн м³ (табл. 1). Проведенная нами статистическая обработка комплекса лимнологических показателей 95 разнотипных озер, обследованных ОНИЛ озерадения БГУ имени В. И. Ленина в течение 1967—1985 г., выявила тесную корреляционную зависимость гидродинамического объема водоема с площадью водосборной территории (F , км²): $F = 8,52 + 1,02 \cdot V_q$, при $r = 0,89$, где r — коэффициент линейной парной корреляции.

Для оперативного получения информации о необходимой площади водосборной территории озер с учетом объема их водной массы, притока поверхностных вод, внутреннего водообмена, т. е. компонентов гидродинамического объема водоема, на основании полученного соотношения нами рассчитаны табл. 2—4. При составлении таблиц проведена градация водоемов с площадью акватории 0,1—25,0 км², максимальными глубинами 1—40 м по режиму проточности с учетом классификации континентальных водоемов по внешнему водообмену [5]. При этом особое вни-

Площадь водосборной территории озер с максимальными глубинами 1—15 м

Площадь озера, км ²	Период водообмена					
	дни			лет		
	10	40	120	1	10	33
0,1	58,81	23,61	13,09	10,03	8,67	8,56
0,5	259,95	83,95	31,38	16,07	9,27	8,74
1,0	511,38	159,38	54,24	23,61	10,03	8,98
2,0	1014,23	310,24	99,95	38,69	11,54	9,44
3,0	1517,09	461,09	145,66	53,78	13,05	9,89
4,0	2020,97	611,95	191,38	68,86	14,56	10,35
5,0	2522,82	762,81	237,09	83,95	16,07	10,80
6,0	2605,36	787,58	244,60	86,43	16,31	10,88
7,0	3038,16	917,41	283,94	99,41	17,61	11,27
8,0	3047,28	920,15	284,77	99,68	17,64	11,28
9,0	3189,39	962,78	297,69	103,95	18,07	11,35
10,0	3542,82	1068,81	329,82	114,55	19,13	11,73
11,0	3780,50	1140,11	351,42	121,68	19,83	11,95
12,0	4123,40	1242,99	382,61	131,97	20,86	12,26
13,0	4367,11	1316,10	404,76	139,27	21,60	12,48
14,0	4653,17	1401,91	430,76	147,86	22,45	12,74
15,0	4984,93	1501,44	460,92	157,81	23,45	13,05
16,0	5312,57	1599,74	490,70	167,64	24,43	13,34
17,0	5644,08	1699,19	520,85	177,59	25,43	13,64
18,0	6010,15	1809,01	554,12	188,57	26,52	13,98
19,0	6440,02	1937,97	593,20	201,46	27,82	14,36
20,0	6778,52	2039,62	623,98	211,62	28,83	14,67
21,0	7176,68	2158,97	660,17	223,57	30,02	15,03
22,0	7518,03	2261,37	691,21	233,81	31,05	15,34
23,0	7934,73	2386,38	729,09	246,30	32,30	15,72
24,0	8410,16	2529,01	772,31	260,57	33,72	16,16
25,0	8846,19	2659,82	811,94	273,65	35,03	16,56

мание уделено транзитно-аккумулятивной, аккумулятивно-транзитной, аккумулятивной группам (классы 4—8), которые отражают наиболее распространенные гидрологические режимы водной массы (внешний водообмен от 10 дней до 33 лет). В примечаниях к таблицам приводятся сведения о требованиях к режиму проточности при различном хозяйственном использовании водных объектов. При работе с таблицами исходными данными для расчета площади водосборной территории являются: площадь водного зеркала (км²), определяемая по топографическим картам масштаба 1 : 10 000, 1 : 25 000, аэрофотоснимкам; максимальная глубина (м); режим проточности водоемов (лет).

Полученную статистическую взаимосвязь между площадью водосбора и гидродинамическим объемом водоема на примере малых озер Белорусского Поозерья — области с естественным гидрологическим режимом, по нашему мнению, рекомендуется учитывать при проведении мелиоративных мероприятий, сопровождающихся перестройкой гидрографической сети на водосборной территории озер. Например, результаты комплексного лимнологического обследования озерных водоемов Белорусского Полесья показывают, что в процессе проведения мелиоративных ра-

бот у озер Мульное, Соминское, Дикое площади водосборных бассейнов значительно сокращены и составляют 4—50 % от расчетных значений, полученных по данному соотношению. В результате целесообразно наряду с другими технико-экономическими мероприятиями по восстановлению озерных экосистем проводить оптимизацию гидрологического режима водоемов путем увеличения площадей водосборных бассейнов: у озер Мульное и Дикое не менее чем на 8 км², оз. Соминское — на 4 км², что обеспечит дополнительный приток поверхностных вод в течение года в объеме 0,5—1,0 млн м³.

Таким образом, гидроморфологическая взаимосвязь водосборного бассейна и озерной котловины статистически достоверна и описывается уравнением линейного вида между площадью водосбора и гидродинамическим объемом водоема. В зависимости от соотношения величины водосбора и морфометрических параметров котловины формирующийся динамический режим озерной водной массы подразделяется на слабый, умеренный и интенсивный. Взаимосвязи площади водосбора, формы и размеров котловин, типы динамического режима водной массы рекомендуются учитывать при проведении мелиоративных мероприятий в озерных ландшафтах.

Список литературы

1. Маслов Б. С., Фомин А. И. // Влияние мелиорации на водоемы и водный ландшафт. Елгава, 1974. С. 128.
2. Булавко А. Г., Барановская Г. Н. // Проблемы Полесья. Минск, 1984. Вып. 9. С. 33.
3. Догановский А. М., Поликарпова В. А. // Географо-гидрологический метод исследования вод суши. Л., 1984. С. 61.
4. Гурьянова Л. В., Базыленко Г. М. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1985. № 2. С. 60.
5. Богословский Б. Б., Филь С. А. // Географо-гидрологический метод исследования вод суши. Л., 1984. С. 54.
6. Verhagen J. H. J. // *Hydrobiol. Bull.* 1980. V. 14. N 1—2. P. 47.
7. Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984.
8. Беляев В. И. Справочник по рыбоводству и рыболовству. Минск, 1986.
9. Мустаярви В. // Влияние мелиорации на водоемы и водный ландшафт. Елгава, 1974. С. 45.

УДК 551.481

М. ГЖЕСЬ

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА, ВЫЗВАННЫЕ СООРУЖЕНИЕМ ПЛОТИНЫ «ВЛОЦЛАВСК»

Подпор воды в Висле привел к существенному преобразованию ледового режима реки в пределах созданного водохранилища. Длительность ледовых явлений до (1960—1969) и после подпора (1970—1980) в основном не изменилась и составила в среднем 80 дней (см. таблицу). Существенные изменения произошли во время отдельных фаз ледоставного периода [1].

На свободно протекающей реке преобладающей формой возникновения льда является шугоход. Он составляет около 50—60 % длительности всех ледовых явлений. После подпора Вислы отмечается более раннее замерзание нижней и срединной частей водохранилища, чем в свободно протекающей выше водохранилища реке. Ледяной покров типа «black ice cover» возникает путем постепенного расширения заберегов (так же, как и на озере) в зоне переменного подпора. Скорость расхода в этой зоне при Q , близком к среднему многолетнему, не выше 0,4—0,5 м/с. Границы этой зоны в верхней части водохранилища зависят от интенсивности расхода (притока в водохранилище и сброса воды из него) в период образования ледовых явлений [2].