

УДК 630.116.9

А.С. Чиндяев, А.В. Порошилов
(Уральский государственный лесотехнический университет)

ДИНАМИКА УРОВНЕЙ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД ОСУШАЕМЫХ НИЗИННЫХ БОЛОТ СРЕДНЕГО УРАЛА

Изучено влияние выборочных рубок на гидрологический режим осушаемых низинных болот Среднего Урала. Приведены результаты исследований уровня почвенно-грунтовых вод за 5 лет.

Гидрологический режим осушаемой территории является главным фактором, определяющим рост и развитие корневых систем в древостое. Его изменение уже в первые годы осушения активизирует биохимические процессы в почве, ускоряет минерализацию торфа, т. е. коренным образом изменяет состояние лесоболотных биогеоценозов и взаимоотношения между отдельными их компонентами (Бабилов, 1980; Вомперский и др., 1975; Чиндяев, 1993 а,б; 2004).

Цель данной работы состояла в изучении гидрологического режима осушенных низинных болот Среднего Урала. Исследования проводились на стационаре «Мостовое» в течение 5 лет (2001-2005 гг.). Стационар заложен на низинном болоте, осушенном в марте 1989 г. Осушительная система представлена открытыми каналами с расстоянием между ними $L = 120-160$ м. Мощность торфа достигает 2,5 м (Чиндяев и др., 2004).

Изучение гидрологического режима проводилось в осушенных древостоях (табл. 1) на гидростворах (гд.) различной протяженности, заложенных по методике С.Э. Вомперского (1964) с учетом наших модификаций (Чиндяев, 1993а). Гидростворы закладывались длиной 140 и 160 м в осушенных древостоях, пройденных выборочными рубками (гд. 1 и гд. 2), а также без них (гд. 3) В качестве контроля для осушения рассматривался неосушенный участок низинного болота, в качестве контроля для выборочных рубок – осушенный древостой без рубок (гд.3).

Для оценки водного режима важно знать степень варьирования уровня грунтовых вод и достоверность его средних многолетних значений на одном и том же объекте за период вегетации или за сезон в целом (Вомперский, 1964). При сравнении значений глубины средних уровней почвенно-грунтовых вод (ПГВ) за май-сентябрь и на начало вегетации (1-я декада мая) и амплитуды ее колебаний на различном удалении от каналов (табл. 2), видно, что весенняя амплитуда (в процентах) вне зависимости от удаления от канала и расстояния между осушителями оказалась в 1,5-2 раза меньше амплитуды, средней за сезон.

Таблица 1 - Таксационная характеристика древостоев на пробных площадях

№ ППП	Тип леса	Состав	Средние		Классы		Полнога		Число стволов, экз/га	Запас, м ³ /га	Интенсивность рубки по запасу, %
			диаметр, см	высота, м	возраста	бонитета	абсолютная, м ² /га	относительная			
Гидроствор 1 (Ос 19-17, расстояние между каналами – 160 м)											
11	Е _{ос-тп}	5Б3Е2С	21,0	16	VIII	V	35,8	1,34	1354	227	–
12	Е _{ос-тп}	2Е4С4Б	24,4	18	V	IV	37,9	1,34	1356	263	10,0
13	Е _{ос-тп}	7Е2Б1С	15,7	14	V	V	16,1	0,61	647	114	40,0
12	Е _{ос-тп}	10Е	15,5	14	V	V	8,2	0,45	447	101	39,0
15	Е _{ос-тп}	7Е2С1Б	13,5	14	V	V	17,4	0,64	852	109	30,9
Гидроствор 2 (Ос 17-15, расстояние между каналами – 140 м)											
21	Е _{ос-тп}	8Е1С1Б	14,7	14	V	V	22,6	0,66	1118	156	37,5
22	Е _{ос-тп}	6Е2С2Б	14,8	14	V	V	13,7	0,54	615	91	50,3
23	Е _{ос-тп}	8Е1С1Б	13,7	12	V	V	12,7	0,57	984	90	44,9
24	Е _{ос-тп}	5Е3Б2С	13,2	12	V	V	22,4	0,88	1104	138	20,1
Гидроствор 3 (ос 15-13, расстояние между каналами – 160 м)											
16	Е _{ос-тп}	4Е5С1Б	11,7	15,2	IV	IV	25,8	0,82	1166	183	–
Контроль (несовершенный участок)											
К.	Е _{ос-тп}	5Е4Б1ОЛ	9,5	11	V	V	29,6	0,93	1124	88	–

Таблица 2 - Средняя глубина ПГВ и ее амплитуда за май-сентябрь и на 1 декаду мая за 2001-2005 гг.

Расстояние от осушителя Р, м	Годы наблюдений	Глубина почвенно-грунтовых вод, м					
		Май-сентябрь			1 декада мая		
		Средняя, см	Амплитуда		Средняя, см	Амплитуда	
			см	%		см	%
Гидроствор 1 (ос-19-17), L=160 м							
1	2001-2005	72,1	30-123	128,9	37,0	31-44	35,1
10	2001-2005	63,0	12-114	161,9	23,4	13-42	123,9
30	2001-2005	55,4	9-101	166,0	21,4	10-40	140,0
80	2001-2005	45,3	5-95	198,5	13,8	5-28	166,7
30	2001-2005	44,9	10-101	202,9	16,4	11-25	85,4
10	2001-2005	60,7	19-108	146,6	25,0	19-35	64,0
1	2001-2005	66,0	35-120	128,7	43,2	35-51	37,1
Гидроствор 2 (ос-17-15), L=140 м							
1	2001-2005	61,7	31-111	129,7	40,4	33-48	37,1
10	2001-2005	54,2	18-96	143,9	25,0	21-34	52,0
30	2001-2005	45,3	12-89	170,0	16,0	13-24	68,8
70	2001-2005	43,8	11-81	159,7	15,6	11-26	96,2
30	2001-2005	45,7	13-89	166,2	17,0	13-27	82,4
10	2001-2005	49,6	13-109	193,4	21,2	13-36	145,8
1	2001-2005	66,4	25-114	134,0	38,6	26-49	59,6
Гидроствор 3 (ос-15-13), L=160 м							
1	2001-2005	57,7	13-93	138,5	30,0	13-55	140,0
10	2001-2005	49,2	13-100	176,9	17,4	13-21	45,9
30	2001-2005	43,8	11-85	169,1	17,0	11-22	64,7
80	2001-2005	36,3	7-79	198,1	12,0	7-17	83,3
30	2001-2005	35,7	6-76	196,2	11,4	6-27	184,2
10	2001-2005	52,0	13-97	161,5	21,8	14-33	87,2
1	2001-2005	66,7	32-102	105,0	42,6	32-51	44,6
Контроль (неосушенный участок)							
-	2002-2005	15,0	4-28	160,4	6,5	5-8	46,2

Примечание. Относительное значение амплитуды колебания уровней дается в процентах к среднегодовому уровню.

Полученные данные отличаются от известных в литературных источниках (Вомперский, 1964, 1975) и указывают на особенности динамики ПГВ на Среднем Урале. Они также свидетельствуют о том, что даже спустя 17 лет после осушения мелиоративная система существенно регулирует водный режим осушенной территории.

Общая динамика ПГВ на стационаре «Мостовое» в течение 5 лет подчиняется известным закономерностям (Бабилов, 1980; Вомперский и др., 1975; Чиндяев, 1993а,б; 2004). Отмечается высокое положение весной, спад уровней от весны к лету, наиболее глубокое положение в августе-сентябре и затем подъем от осенних дождей (Вомперский, 1964).

Наиболее надежными показателями гидрологического режима считаются средние уровни ПГВ по месяцам и в среднем за вегетационный период (табл. 3), которые сопровождаются значениями пределов колебаний показателя. Важными характеристиками гидрологического режима являются также пределы колебаний уровней вод как по месяцам, так и в целом за сезон. Особенно важное значение имеют минимальная глубина ПГВ и вызываемые ими временные затопления корнеобитаемых горизонтов. Судя по данным табл. 3, минимальные глубины в мае и июне в древостоях, не затронутых рубками, значительно выше. Важно знание колебания максимальных уровней, поскольку уровни ПГВ ниже основных корнеобитаемых горизонтов в толще 0,5-1,0 м обеспечивает диффузию почвенного воздуха, т.е. способствует обогащению почвы кислородом.

Полученные данные показывают, что для условий Среднего Урала в течение вегетационного периода июнь-месяц отличается наибольшими значениями амплитуды (в процентном выражении). Кроме того, коэффициент вариации заметно увеличивается при удалении от канала и на середине межканальной полосы фактически не отличается от значения его на контроле.

Другой важнейшей характеристикой гидрологического режима любого осушенного объекта является его гетерогенность (т. е. неоднородность). Гетерогенность определяется так называемой кривой депрессии (рис. 1-3), представляющей собой подъем уровня ПГВ по мере удаления от канала. Таким образом, минимальный уровень ПГВ располагается на середине межканальной полосы. В литературе именно в отношении этого уровня ПГВ принято использовать термин «норма осушения» (Бабилов, 1980; Вомперский, 1964; Вомперский и др., 1975; Чиндяев, 1993а,б; 2004).

Форма кривой депрессии определяется несколькими характеристиками: глубиной канав, расстоянием между ними, фильтрационными свойствами почв, уклоном поверхности и углом расположения канав к горизонталям (Вомперский др., 1975). Например, общий уклон местности (см. рис. 1-3) вызывает некоторую асимметрию кривых депрессий и их уклон в одном направлении.

Таблица 3 - Динамика среднемесячных уровней ПТВ (м) и их амплитуда (м) за 2001-2005 гг.

Р, м	Май (V)		Июнь (VI)		Июль (VII)		Август (VIII)		Сентябрь (IX)		За V-IX		Статистики		
	Сред-ний, см	Ампли-туда, см	Сред-ний, см	Ампли-туда, см	Сред-ний, см	Ампли-туда, см	Сред-ний, см	Ампли-туда, см	Сред-ний, см	Ампли-туда, см	Сред-ний, см	IX	п, см	с, см	Р, %
1	40,7	<u>54,1</u> 30-52	57,1	<u>119,2</u> 32-100	88,9	<u>64,1</u> 60-117	89,2	<u>69,5</u> 61-123	84,9	<u>57,7</u> 61-110	72,1	8,8	19,8	27,4	12,3
10	27,9	<u>132,8</u> 12-49	46,9	<u>177,1</u> 15-98	81,8	<u>57,5</u> 52-99	81,3	<u>70,1</u> 57-114	77,1	<u>63,6</u> 56-105	63,0	9,8	21,8	34,7	15,5
30	25,9	<u>150,8</u> 9-48	41,0	<u>158,5</u> 10-75	73,0	<u>75,3</u> 46-101	70,7	<u>53,8</u> 57-95	66,6	<u>67,6</u> 47-92	55,4	8,4	18,7	33,7	15,1
80	17,1	<u>175,1</u> 5-35	31,1	<u>173,4</u> 11-65	58,0	<u>93,1</u> 31-85	61,3	<u>91,3</u> 33-89	59,1	<u>108,2</u> 31-95	45,3	8,0	17,9	39,5	17,7
30	18,9	<u>126,8</u> 10-34	34,6	<u>164,7</u> 15-72	58,1	<u>91,3</u> 32-85	57,3	<u>122,1</u> 27-97	55,3	<u>137,3</u> 25-101	44,9	7,0	15,6	34,8	15,6
10	27,4	<u>91,241</u> 19-44	49,0	<u>126,5</u> 24-86	79,3	<u>53,0</u> 50-92	74,9	<u>60,1</u> 44-98	72,9	<u>90,5</u> 42-108	60,7	8,8	19,7	32,5	14,5
1	45,9	<u>106,7</u> 14-63	60,7	<u>92,3</u> 42-98	80,0	<u>61,3</u> 58-107	78,8	<u>66,0</u> 50-102	76,5	<u>84,9</u> 47-112	68,4	5,9	13,2	19,3	8,64

Гидроствор 1 (ос-19-17), L=160 м

Продолжение табл. 3

Р, м	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		За V-IX	Статистики				
	Средний, см	Амплитуда	Средний, см	Амплитуда	Средний, см	Амплитуда	Средний, см	Амплитуда	Средний, см	Амплитуда		Средний, см	п, см	σ, см	С, %	Р, %
Гидроствор 2 (ос-17-15), L=140 м																
1	42,5	<u>68,3</u> 31-60	52,3	<u>89,9</u> 30-77	73,3	<u>66,9</u> 52-101	71,8	<u>98,9</u> 39-110	68,6	<u>109,3</u> 36-111	61,7	5,4	12,2	19,8	8,83	
10	27,4	<u>91,2</u> 19-44	43,1	<u>127,7</u> 18-73	68,5	<u>78,8</u> 42-96	67,1	<u>87,9</u> 35-94	64,9	<u>95,6</u> 32-94	54,2	7,3	16,3	30,1	13,5	
30	17,9	<u>100,4</u> 12-30	32,9	<u>173,4</u> 12-69	58,5	<u>82,0</u> 32-80	60,3	<u>101,2</u> 28-89	56,9	<u>103,6</u> 26-85	45,3	7,6	17,0	37,4	16,7	
70	17,5	<u>108,8</u> 12-31	31,5	<u>174,4</u> 10-65	57,1	<u>82,0</u> 30-78	57,9	<u>98,4</u> 26-83	55,1	<u>103,4</u> 24-81	43,8	7,3	16,4	37,5	16,8	
30	19,3	<u>109,0</u> 13-34	34,3	<u>169,3</u> 13-71	57,9	<u>77,8</u> 32-77	60,0	<u>96,7</u> 27-85	57,2	<u>110,1</u> 26-89	45,7	7,3	16,2	35,5	15,9	
10	22,87	<u>126,8</u> 12-42	39,4	<u>162,4</u> 18-82	59,3	<u>87,6</u> 28-80	64,8	<u>132,7</u> 23-109	59,8	<u>128,8</u> 21-98	49,2	7,1	15,8	32,1	14,3	
1	41,4	<u>74,9</u> 25-56	58,1	<u>84,3</u> 35-84	78,9	<u>59,5</u> 59-106	78,3	<u>85,6</u> 47-114	75,3	<u>83,6</u> 51-114	66,4	6,5	14,6	22	9,86	

Окончание табл. 3

Р, м	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		За V-IX Средний, см	Статистики			
	Средний, см	Амплитуда, см	Средний, см	Амплитуда, см	Средний, см	Амплитуда, см	Средний, см	Амплитуда, см	Средний, см	Амплитуда, см		п, см	с, см	Р, %	
Гидроствор 3 (ос-15-13), L=160 м															
1	31,4	<u>172,0</u> 13-67	41,3	<u>138,1</u> 19-76	72,7	<u>60,6</u> 44-88	71,9	<u>71,0</u> 39-90	70,0	<u>71,4</u> 43-93	57,4	7,8	17,5	30,5	13,7
10	19,5	<u>76,8</u> 13-28	36,3	<u>132,4</u> 15-63	65,1	<u>96,8</u> 37-100	64,4	<u>85,4</u> 33-88	60,7	<u>95,6</u> 29-87	49,2	8,2	18,2	37,1	16,6
30	19,5	<u>77,1</u> 13-28	32,8	<u>137,2</u> 13-58	53,7	<u>80,1</u> 30-73	56,7	<u>100,6</u> 28-85	56,2	<u>96,1</u> 25-79	43,8	6,7	15,0	34,4	15,4
80	14,3	<u>125,6</u> 7-25	23,9	<u>188,5</u> 9-54	45,1	<u>93,1</u> 23-65	50,5	<u>106,9</u> 25-79	47,9	<u>91,9</u> 23-67	36,3	6,5	14,5	39,9	17,8
30	12,1	<u>173,1</u> 6-27	26,5	<u>192,2</u> 7-58	43,1	<u>92,7</u> 22-62	48,7	<u>102,7</u> 21-71	47,9	<u>187,8</u> 19-71	35,7	6,4	14,2	39,9	17,8
10	26,4	<u>83,3</u> 13-35	42,5	<u>129,5</u> 20-75	63,5	<u>77,2</u> 40-89	65,6	<u>85,4</u> 41-97	62,1	<u>70,8</u> 39-83	52,0	6,8	15,3	29,4	13,1
1	47,1	<u>63,7</u> 32-62	58,5	<u>87,1</u> 36-87	75,8	<u>40,9</u> 65-96	75,9	<u>68,5</u> 50-102	76,0	<u>59,2</u> 49-94	66,7	5,3	11,9	17,8	7,97
Контроль (неоупущенный участок)															
-	6,4	<u>77,9</u> 4-9	9,5	<u>84,2</u> 5-13	18,6	<u>80,7</u> 12-27	20,1	<u>79,7</u> 12-28	20,3	<u>49,4</u> 15-25	15,0	2,6	5,8	39	17,4

Примечание. В числителе – амплитуда колебания средних уровней ПГВ в относительном выражении (в % к среднегодовому уровню); в знаменателе – пределы колебания средних уровней ПГВ в абсолютном выражении, см.

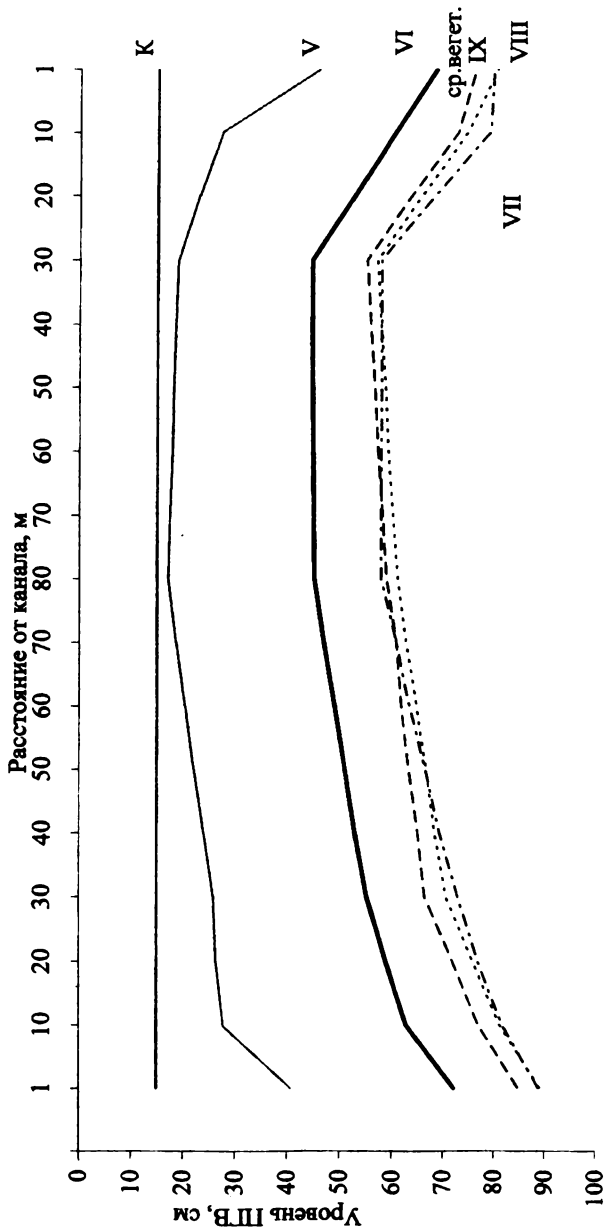


Рис. 1. Кривые депрессий уровней ПГВ на гидростворе 1 (Ос. 19-17) за 2001-2005 гг.:

V - ср. уровень ПГВ за май, см; VI - ср. уровень ПГВ за июнь, см; VII - ср. уровень ПГВ за июль, см;
 VIII - ср. уровень ПГВ за август, см; IX - ср. уровень ПГВ за сентябрь, см; ср. вегет. - ср. вегетационный
 уровень ПГВ на гд.1 за 2001-2005 гг.; К - ср вегетационный уровень ПГВ на контрольном участке, см

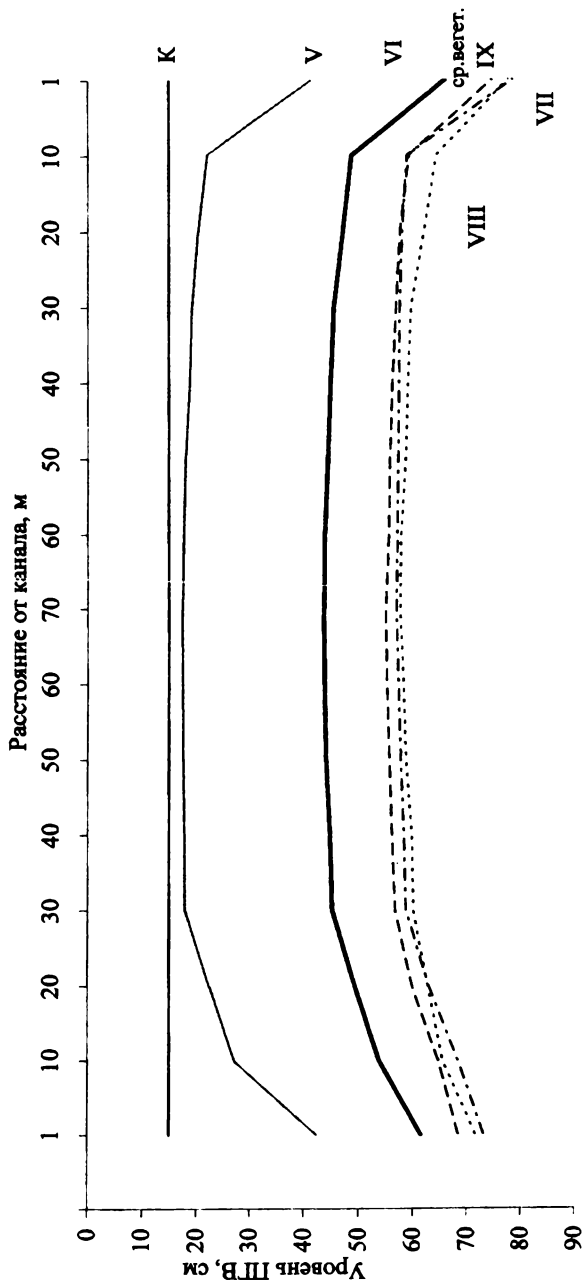


Рис. 2. Кривые депрессий уровней ПГВ по гидроствору 2 (Ос. 17-15) за 2001-2005.:

V - ср. уровень ПГВ за май, см; VI - ср. уровень ПГВ за июнь, см; VII - ср. уровень ПГВ за июль, см;
 VIII - ср. уровень ПГВ за август, см; IX - ср. уровень ПГВ за сентябрь, см; ср. вегет. - ср. вегетационный
 уровень ПГВ на гд.1 за 2001-2005 гг.; К - ср. вегетационный уровень ПГВ на контрольном участке, см

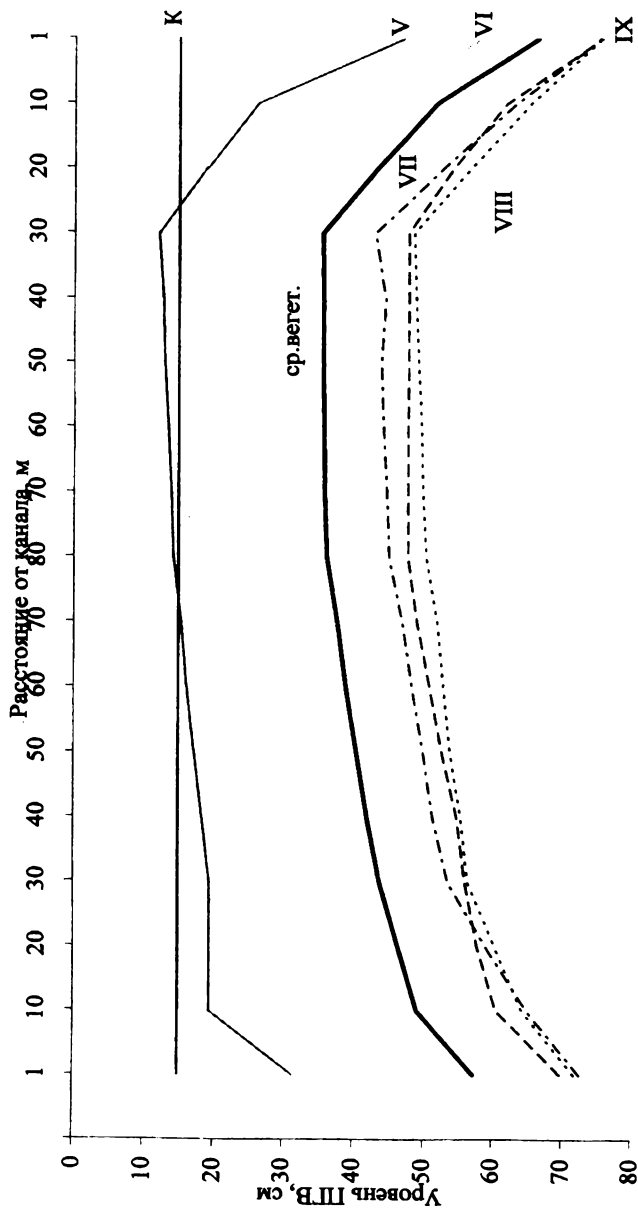


Рис. 3. Кривые депрессий уровней ПГВ по гидроствору 3 (Ос. 15-13) за 2001-2005 гг.:

V - ср. уровень ПГВ за май, см; VI - ср. уровень ПГВ за июнь, см; VII - ср. уровень ПГВ за июль, см;
 VIII - ср. уровень ПГВ за август, см; IX - ср. уровень ПГВ за сентябрь, см; ср. вегет. - ср. вегетационный
 уровень ПГВ на гд. 1 за 2001-2005 гг.; K - ср. вегетационный уровень ПГВ на контрольном участке, см

Кроме того, сравнивая динамику уровней ПГВ, видим, что выборочные рубки положительно влияют на гидрологический режим, увеличивая глубину опускания ПГВ и, как следствие, - улучшая воздухообмен основных корнеобитаемых горизонтов.

По данным С.Э. Вомперского (1964), средняя глубина стояния почвенно-грунтовых вод на осушенных почвах, наиболее благоприятная для развития корневых систем, составляет 40-50 см. Как видно из табл. 1, начиная с июня, средняя глубина почвенно-грунтовых вод удовлетворяет предъявленным требованиям.

На гд. 1 (ос. 19-17) наиболее низкие уровни ПГВ формируются в примыкающей к осушителю 30-метровой зоне (см. рис. 1). Асимметрия кривой депрессии вызвана незначительным уклоном участка и расположением осушительных каналов. Глубина стояния почвенно-грунтовых вод в среднем за 5 лет на середине межканавной полосы составила 45,3 см с колебаниями от 5 до 95 см.

Несколько иной режим ПГВ наблюдается на гд 2 (ос. 17-15) протяженностью 140 м (см. рис. 2). Здесь формируются почти симметричные кривые депрессии. Средний уровень ПГВ составил на середине межканавной полосы 43,9 см с колебаниями от 12 до 89 см. Самый высокий уровень ПГВ среди осушенных площадей формируется на гд. 3 (ос. 15-13) при расстоянии между осушителями 160 м (см. рис. 3). Средний уровень ПГВ здесь составил 36,3 см с колебаниями от 7 до 79 см.

На контрольном (неосушенном) участке средневегетационный уровень ПГВ за период исследований составил 15,0 см с колебаниями от 5 см в мае до 27 см в июле.

Возможность быстрого сброса воды через осушители приводит к высокой амплитуде колебания уровня ПГВ и способствует обогащению почвы кислородом. Причем амплитуда колебания увеличивается по направлению к середине межканавной полосы в относительном выражении (%) и уменьшается в абсолютном (см). Так, например, амплитуда колебаний уровней на гидростворе 1 увеличилась со 129 до 199%, в то время как абсолютная уменьшилась лишь на 3 см - с 93 до 90 см (см. табл. 3).

Таким образом проведение выборочных рубок в древостоях на осушенных торфяных почвах благоприятно влияет на режим увлажнения в течение всего вегетационного периода: средневегетационный уровень ПГВ понижается на 9 см по сравнению с древостоями без рубок при одинаковой ширине межканавной полосы.

Библиографический список

Бабиков Б. В. Влияние гидромелиорации на водно-воздушный режим почв. Л.: ЛТА, 1980. 40 с.

Вомперский С. Э. О методике наблюдений за почвенно-грунтовыми водами при лесогидромелиоративных исследованиях // Лесн. журн. 1964. № 1. С. 48-52.

Вомперский С.Э., Сабо Е. Д., Формин А. С. Лесоосушительная мелиорация. М.: Лесн пром-сть, 1975. 305 с.

Чиндяев А. С. Гидротехнические мелиорации лесных земель. Обоснование норм осушения при гидролесомелиорации: Метод. указ. Екатеринбург: УЛТИ, 1993 а.

Чиндяев А. С. Обоснование параметров осушительной сети для хвойных древостоев Среднего Урала // Леса Урала и хоз-во в них. Вып. 16. Екатеринбург: УЛТИ, 1993б. С. 167-186.

Чиндяев А. С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала. Екатеринбург: УГЛТА, 1995.

Чиндяев А. С., Матвеева М. А., Александров В. В. Влияние осушения и лесохозяйственных мероприятий на лесоболотные биогеоценозы в условиях Среднего Урала. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004.