

УДК 630.385:630.116.19(470.51/54)

А. С. Чиндеев

## ОСОБЕННОСТИ СТОКА С ОСУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ БОЛОТ СРЕДНЕГО УРАЛА

Сток воды с осушенных лесных болот является существенной характеристикой работы осушительной сети. Поэтому вопросам изучения элементов водного баланса при гидролесомелиорации посвящено значительное число работ как в нашей стране (Бабинов, 1970 а, б, в; 1973; 1974; 1977; 1978; 1980; 1982; Залитис, 1970; Вомперский и др., 1975; Орлов, 1983; и др.), так и за рубежом (Heikurainen, 1960; 1964; и др.). На Среднем Урале подобные работы не проводились.

Наблюдения за стоком начаты нами со второго года осушения и проводятся круглогодично. Анализ стока с осушенных лесных болот выполнен по периодам года. В паводковый период включены апрель и май. В этот период наблюдается значительное колебание стока по годам. Так, по водосливу № 2, площадь водосбора которого составляет 8 га, за время наблюдений основной объем стока паводкового периода приходился на май и составлял 50,3 мм. Это почти в 1,8 раза превышает объем стока за апрель (табл. 1).

Таблица 1

### Особенности стока паводкового периода

Год	Дата установления положительных среднесуточных температур воздуха	Средне-месячная температура воздуха, °С		Запас воды в снеге, мм	Месячное количество осадков, мм			Общий запас воды, мм	Объем стока за месяц, мм		
		апрель	май		апрель	май	всего		апрель	май	всего
1979	26 апреля	-2,6	11,4	148	23	44	67	215	15	83	98
1980	11 »	1,2	10,9	74	48	48	96	170	31	51	82
1981	17 »	0,7	7,3	81	13	49	62	143	37	43	80
1982	25 »	3,9	10,3	87	10	22	32	119	11	31	42
1983	26 марта	5,9	6,8	95	27	49	76	171	51	32	83
1984	24 апреля	5,4	10,8	56	8	53	61	117	11	48	59
1985	23 »	2,1	7,3	129	37	29	66	195	18	53	71
1986	15 мая	6,1	6,8	137	18	62	80	217	52	61	113
Статистики		M, мм	—	100,8	23,0	44,5	67,5	168,3	28,2	50,3	78,5
		σ, мм	—	33	20	13	18	39	17	17	22
		C, %	—	33	86	29	27	24	61	33	28
		P, %	—	12	30	10	10	8	22	12	10

Как годовичные, так и месячные колебания стока паводкового периода зависят от многих причин: запаса воды в снеге, интенсивности снеготаяния, глубины расположения почвенных грунтовых вод (ПГВ), наличия мерзлоты в почве и др. Основной причиной колебаний стока в апреле следует признать постоянные положительные среднесуточные температуры воздуха. Так, например, в апреле 1983 г. среднесуточная температура воздуха составила 5,9°C. Постоянная положительная среднесуточная температура воздуха в эту весну установилась с 26 марта, что привело к максимальному стоку в апреле, равному 51 мм. В 1984 г. среднесуточная температура воздуха апреля составила 5,4°C. Однако постоянные положительные среднесуточные температуры воздуха установились месяцем позже, чем в 1983 г. Это в основном обусловило минимальную величину стока за апрель, равную 11 мм, что почти в пять раз меньше объема стока за май. В среднем за период наблюдений (апрель) стекало 35,9% объема стока паводкового периода. Поэтому апрель в условиях Среднего Урала следует считать началом паводкового периода в болотных насаждениях.

В мае осуществляется основной сброс паводковых вод по каналам, на долю которого приходится 64,1% объема стока паводкового периода. В мае имеет место и максимальный месячный сток паводкового периода. Таким образом, за паводковый период осушительной сетью сбрасывается 46,6%, или 78,5 мм осадков зимнего и паводкового периодов.

Наиболее важное экологическое значение для леса имеет сток в теплый (вегетационный) период года. Сток этого периода, как показали наблюдения (табл. 2), также зависит от многих факторов: интенсивности вегетации осушенных насаждений, термического режима воздуха и почвы, количества и интенсивности выпадающих осадков, глубины расположения ПГВ, давности осушения и др. Поэтому его колебания значительны. Так, за вегетационный период второго года осушения (1979 г.) было сброшено максимальное количество воды, равное 119 мм. Наряду со значительным количеством осадков (256 мм) на величину стока этого года повлияло и продолжение сброса вековых запасов воды из верхнего слоя почвы (Вомперский, 1975). В последующие 7 лет наблюдений сток вегетационного периода был ниже даже в те годы, когда количество осадков было близко к сумме осадков вегетационного периода 1979 г. В течение вегетационного периода, начиная с июня, сток постепенно снижался. Это и понятно, так как наступало время биологической активности почвы и растительности. Так, если в июне сток составлял 30,7 мм, то в июле и августе он снижался до 17,5 и 15,8 мм, хотя количество осадков по сравнению с июнем возрастало. В сентябре сток несколько увеличился, что объясняется в основном окончанием вегетации. Отметим, что как в августе, так и в сентябре имели место

периоды прекращения стока. Они наблюдались в засушливые годы и лишь в том случае, когда уровни ПГВ приближались к отметкам дна каналов или опускались ниже их.

Таблица 2

## Сток с осушенных лесных болот в теплый период года

Год	Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Всего	
	Осад-ки	Сток	Осад-ки	Сток	Осад-ки	Сток	Осад-ки	Сток	Осад-ки	Сток
1979	<u>48</u> 18,7	<u>40</u> 33,6	<u>85</u> 33,2	<u>28</u> 23,5	<u>66</u> 25,8	<u>24</u> 20,2	<u>57</u> 22,3	<u>27</u> 22,7	<u>256</u> 100	<u>119</u> 100
1980	<u>29</u> 8,6	<u>29</u> 26,6	<u>158</u> 47,2	<u>28</u> 25,7	<u>65</u> 19,4	<u>21</u> 19,3	<u>83</u> 24,8	<u>31</u> 28,4	<u>335</u> 100	<u>109</u> 100
1981	<u>55</u> 27,4	<u>37</u> 69,8	<u>46</u> 22,9	<u>15</u> 28,3	<u>24</u> 11,9	<u>1</u> 1,9	<u>76</u> 37,8	<u>0</u> 0	<u>201</u> 100	<u>53</u> 100
1982	<u>94</u> 32,8	<u>27</u> 57,4	<u>46</u> 16,0	<u>10</u> 21,2	<u>43</u> 15,0	<u>5</u> 10,7	<u>104</u> 36,2	<u>5</u> 10,7	<u>287</u> 100	<u>47</u> 100
1983	<u>77</u> 23,8	<u>23</u> 41,8	<u>64</u> 19,7	<u>7</u> 12,7	<u>108</u> 33,3	<u>4</u> 7,3	<u>75</u> 23,2	<u>21</u> 38,2	<u>324</u> 100	<u>55</u> 100
1984	<u>81</u> 20,8	<u>31</u> 26,3	<u>87</u> 22,4	<u>12</u> 10,2	<u>150</u> 38,6	<u>32</u> 27,1	<u>71</u> 18,2	<u>43</u> 36,4	<u>389</u> 100	<u>118</u> 100
1985	<u>61</u> 27,4	<u>30</u> 45,5	<u>89</u> 39,9	<u>20</u> 30,3	<u>37</u> 16,6	<u>13</u> 19,7	<u>36</u> 16,1	<u>3</u> 4,5	<u>223</u> 100	<u>66</u> 100
1986	<u>100</u> 32,3	<u>29</u> 28,7	<u>72</u> 23,2	<u>20</u> 19,8	<u>69</u> 22,3	<u>25</u> 24,8	<u>69</u> 22,3	<u>27</u> 28,7	<u>310</u> 100	<u>101</u> 100
Статистики										
М	<u>68,0</u> 23,3	<u>30,6</u> 36,7	<u>80,9</u> 27,8	<u>17,5</u> 20,9	<u>70,3</u> 24,2	<u>15,7</u> 18,8	<u>71,4</u> 24,7	<u>19,7</u> 23,6	<u>290,6</u> 100	<u>83,5</u> 100
Б, мм	24	5	36	8	41	12	19	13	62	31
С, %	36	18	44	43	59	72	27	67	21	37
Р, %	13	6	16	15	21	25	10	24	8	13

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5, 6, 7 числитель — данные в мм, знаменатель — в %.

В целом за вегетационный период по каналам осушительной сети стекало лишь 28,7% (83,5 мм) воды. Остальное количество осадков расходовалось на пополнение влагозапасов почвы и суммарное испарение.

После окончания вегетации сток значительно увеличился и в октябре достигал 27,4 мм. С наступлением холодов и отсутствием жидких осадков сток начинал снижаться и минимальных значений достигал в феврале. В марте он снова постепенно увеличивался (табл. 3). И в холодный период отдельных лет наблюдалось прекращение стока. Отсутствие стока в холодный период за время наблюдений было зарегистрировано дважды: в феврале—марте 1980 г. и в январе—марте 1982г. Отсутствие стока в эти месяцы обусловлено слишком глубоким опусканием уровня ПГВ на осушенных площадях.

Таблица 3

## Сток с осушенных лесных болот в холодный период года

Год	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Всего
1978/79	<u>28,8</u> 29,9	<u>21,4</u> 22,2	<u>19,8</u> 20,6	<u>12,2</u> 12,7	<u>14,1</u> 14,6	<u>96,3</u> 100
1979/80	<u>13,6</u> 57,6	<u>5,6</u> 23,7	<u>4,4</u> 18,7	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>23,6</u> 100
1980/81	<u>28,8</u> 35,0	<u>21,1</u> 25,6	<u>15,5</u> 18,8	<u>10,0</u> 12,1	<u>7,0</u> 8,5	<u>82,4</u> 100
1981/82	<u>11,4</u> 83,2	<u>2,3</u> 16,8	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>13,7</u> 100
1982/83	<u>23,9</u> 35,9	<u>12,7</u> 19,1	<u>10,2</u> 15,3	<u>5,6</u> 8,4	<u>14,1</u> 21,3	<u>66,5</u> 100
1983/84	<u>9,0</u> 39,2	<u>7,0</u> 30,4	<u>4,7</u> 20,4	<u>0,9</u> 3,9	<u>1,4</u> 6,1	<u>23,0</u> 100
1984/85	<u>36,9</u> 46,2	<u>12,2</u> 15,2	<u>11,7</u> 14,7	<u>7,4</u> 9,2	<u>11,7</u> 14,7	<u>79,9</u> 100
1985/86	<u>11,2</u> 21,4	<u>11,8</u> 22,6	<u>10,6</u> 20,2	<u>7,9</u> 15,1	<u>10,8</u> 20,7	<u>52,3</u> 100
Статистики						
М	<u>20,5</u> 37,5	<u>11,8</u> 21,6	<u>9,6</u> 17,5	<u>5,5</u> 10,1	<u>7,3</u> 13,3	<u>54,7</u> 100
С, мм	11	7	5	3	5	31
С, %	50	57	54	57	71	57
Р, %	18	20	19	19	25	20

И действительно, в условиях Среднего Урала максимальная промерзаемость осушенных торфяных почв в лесу, согласно нашим данным, не превышает 0,5 м. Поэтому полного промерзания откосов и дна каналов не происходит. В рассматриваемые годы мощность снежного покрова в марте превышала 40 см. Решающим фактором прекращения стока в январе—марте 1980 и 1982 гг. являлась глубина расположения ПГВ. Уровни воды в этот период располагались на глубине, превышающей 107 см (табл. 4). Продолжение стока и в холодный период года с осушенных площадей Среднего Урала следует рассматривать как положительный фактор осушения, так как он повышает стокорегулирующие свойства осушенных лесов во время весеннего половодья. Под влиянием зимнего стока уровни воды в почве понижаются, в результате чего увеличивается аккумулялирующая емкость почвы. В среднем за холодный период года по каналам осушительной сети стекает 54,7 мм воды, что составляет 22, 4% годовой величины стока.

Наиболее точной является оценка стока по результатам длительных круглогодичных наблюдений (Бабилов, 1973; Вомперский и др.,

1975). Так, по данным многолетних наблюдений, на объекты исследований в среднем поступает 537,7 мм осадков в год (табл. 5).

Таблица 4

**Уровни воды и мощность снежного покрова на осушенных площадях**

Год	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
1978/79	$\frac{53}{14}$	$\frac{67}{18}$	$\frac{84}{50}$	$\frac{85}{69}$	$\frac{80}{75}$
1979/80	$\frac{79}{21}$	$\frac{84}{30}$	$\frac{87}{17}$	$\frac{109}{22}$	$\frac{116}{50}$
1980/81	$\frac{53}{14}$	$\frac{68}{24}$	$\frac{73}{32}$	$\frac{83}{35}$	$\frac{73}{40}$
1981/82	$\frac{76}{13}$	$\frac{96}{18}$	$\frac{107}{41}$	$\frac{115}{47}$	$\frac{108}{51}$
1982/83	$\frac{56}{5}$	$\frac{75}{10}$	$\frac{84}{27}$	$\frac{87}{57}$	$\frac{87}{46}$
1983/84	$\frac{48}{10}$	$\frac{65}{15}$	$\frac{67}{30}$	$\frac{74}{30}$	$\frac{70}{30}$
1984/85	$\frac{19}{15}$	$\frac{56}{24}$	$\frac{60}{36}$	$\frac{62}{44}$	$\frac{61}{53}$
Среднее	$\frac{55}{13}$	$\frac{73}{20}$	$\frac{80}{33}$	$\frac{88}{43}$	$\frac{85}{49}$

Примечание. Числитель — уровни ПГВ, см; знаменатель — мощность снежного покрова, см.

Таблица 5

**Годовая величина стока с осушенных лесных болот**

Год	Осадки	Сток
1978/79	569/100	348/61,1
1979/80	550/100	251/45,6
1980/81	427/100	230/53,9
1981/82	468/100	131/28,0
1982/83	610/100	220/36,0
1983/84	556/100	243/43,7
1984/85	514/100	230/44,7
1985/86	597/100	297/49,7
Статистики		
М	537,7/100	243,8/45,3
С, мм	49	63
С, %	9	26
Р, %	3	9

Годовая величина стока с осушенных болот в среднем составила 243,8 мм, или 45,3% годовой суммы осадков.

Определенный интерес представляют данные, характеризующие сток по периодам года (табл. 6). Так, по результатам восьмилетних наблюдений сток паводкового периода (апрель—май) составил 32,2% его годовой величины, или 78,5 мм. Аналогичные данные получены П. П. Залитисом (1982) для условий Латвийской ССР. Однако в Ленинградской области сток паводкового периода (58,6%) значительно превышает наши данные (Бабилов, 1974).

Таблица 6

## Величина стока и испарения по периодам года

Период года	Осадки	Сток	Испарение
IV—V	67,5/12,5	78,5/32,2	52,8/17,9
VI—IX	290,6/54,1	83,5/34,2	207,4/70,6
X	54,3/10,1	27,1/11,2	9,4/3,2
XI—III	125,3/23,3	54,7/22,4	24,3/8,3
За год	537,7/100	243,8/100	293,9/100

Летом (июнь—сентябрь) по осушительной сети стекает 34,2% объема годового стока, что составляет 28,6% влаги осадков этого периода. Летний сток с наших объектов значительно превышает сток аналогичного периода в осушенных лесах Ленинградской области и Латвийской ССР. В осенне-зимний период (октябрь—март) по каналам сбрасывается 33,6% объема годового стока. Эта величина близка к объему стока с осушенных площадей Ленинградской области (30,5%) и значительно ниже стока данного периода осушенных лесов Латвийской ССР (52%).

Отмеченные различия в стоке для осушенных лесов Среднего Урала по сравнению с указанными регионами страны обусловлены рядом факторов: различиями в степени и сроках осушения, типами болот и лесов, а также более суровым климатом района наших исследований.

Известно (Бабилов, 1982; Залитис, 1982); что суммарное испарение в летний период составляет основную долю расходной части уравнения водного баланса леса. И действительно, за 8 лет наблюдений суммарное испарение с осушенных лесных болот составило 71,4% (207,4 мм) от осадков летнего периода (290,6 мм).

Таким образом, суммарное испарение за летний период почти в 2,5 раза превышает сток (табл. 7). В засушливые годы (1981, 1982) оно, естественно, увеличивается и превышает сток в 3—5 раз.

Таким образом, при осушении низинных болот Среднего Урала с лесной растительностью осуществляется сброс воды в течение всего года. Распределение стока по периодам года происходит равномерно.

Таблица 7

**Сток и испарение с осушенных лесных болот  
за июнь—сентябрь**

Год	Осадки	Сток	Испарение
1979	<u>256</u> 100	<u>119</u> 46,5	<u>137</u> 54,5
1980	<u>335</u> 100	<u>100</u> 32,5	<u>226</u> 67,5
1981	<u>201</u> 100	<u>53</u> 25,2	<u>148</u> 74,8
1982	<u>287</u> 100	<u>47</u> 17,4	<u>240</u> 82,6
1983	<u>324</u> 100	<u>55</u> 17,0	<u>269</u> 83,0
1984	<u>389</u> 100	<u>118</u> 30,3	<u>171</u> 69,7
1985	<u>223</u> 100	<u>66</u> 29,6	<u>157</u> 60,4
1986	<u>310</u> 100	<u>101</u> 32,6	<u>209</u> 67,4
Статистики			
М	<u>290,6</u> 100	<u>83,5</u> 28,6	<u>207,4</u> 71,4
С, мм	62	31	50
С, %	21	37	24
Р, %	8	13	9

По мере увеличения периода осушения возрастает суммарное испарение как показатель повышения продуктивности болотных лесов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бабиков Б. В. Об изучении элементов водного баланса осушенных болот // Гидролесомелиоративные исследования. Рига, 1970 а. С. 153—162.
- Бабиков Б. В. Влияние осушительной сети на уровень почвенно-грунтовых вод лесных болот // Влияние осушительной сети на водный режим и рост леса. Л., 1970 б. С. 56—64.
- Бабиков Б. В. Сток и испарение с осушенных лесных болот // Влияние осушительной сети на водный режим и рост леса. Л., 1970 в. С. 28—39.
- Бабиков Б. В. Испарение влаги в сосновых древостоях на осушенных торфяных почвах // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л., 1973. С. 50—55.
- Бабиков Б. В. Гидротехнические основы эффективности осушения торфяных почв с сосновыми древостоями: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Л., 1974. 40 с.
- Бабиков Б. В. Испарение влаги с осушенных лесных болот // Мелиорация сельскохозяйственных и лесных угодий европейского Севера СССР. Петрозаводск, 1977. С. 57—59.
- Бабиков Б. В. Влияние осушения болот на сток и водное питание рек // Лесной журнал. 1978. № 1. С. 146—148.

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

Бабиков Б. В. Изменение стока с осушенных болот под влиянием древостоя // Гидролесомелиорация и рациональное природопользование. Л., 1982. С. 37—39.

Вомперский С. Э., Сабо Е. Д., Формин А. С. Лесоосушительная мелиорация. М.: Лесн. пром-сть, 1975. 295 с.

Залитис П. П. О гидрологических особенностях осушенных лесов // Гидролесомелиоративные исследования. Рига, 1970. С. 191—198.

Залитис П. П. Научные основы рационального лесоосушения: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Л., 1982. 32 с.

Орлов Е. Д. Действующая площадь водосбора и ее влияние на сток с осушенных лесных болот Карелии // Болотные биогеоценозы и их изменения в результате антропогенного воздействия. Л., 1983. С. 4—23.

Heikurainen L. Metsaojitus ja sen perusteet. Helsinki, 1960. 378 p.

Heikurainen L. Dinporovement of forest growth on poorly drained peat soils // Internal. Rev Forestry Res. 1964. Vol. 1, N 5. P. 40—101.

Baner H., Jarcher W., Walker R. B. Influence of temperature stress on CO<sub>2</sub> gas exchange // Photosynthesis and productivity in different Environments / Ed. g. P. Cooper Cambridge, 1975. P. 557—586.

Cox R. P. Oxygen evolution at sub-zero temperatures by chloroplasts, suspended in fluid media // FEBS Letters. 1975. N 57. P. 117—119.

Hall D. O. Photosynthetic phosphorylation above and below 0° // Dissertation abstract: 1963. N 24. P. 4962—4963.

Öquist G. Effects of artificial frost hardening and Winter stress on net photosynthesis in seedlings of Pinus silvestris // Physiol. Plant. 1980. N 48. P. 526—531.

Puckacki P., Veselovsky V. A., Veselova T. V. Effect of cold deacclimation on delayed fluorescence of spruce needle // Z. Pflanzenphysiol. 1983. N 109. P. 267—273.

Santarius K. A. Tre protective effects of sugars on chloroplast membranes during temperature and Water stress and its relationship to frost, dessication and heat resistance // Planta. 1973. N 113. P. 105—114.

Shreiber U., Armond P. A. Heat-induced changes in chlorophyll fluorescence in isolated chloroplasts and related heat-damage at the pigment level // Biochim. et biophys. Acta. 1978. N 502. P. 138—151.

Venediktov P. S., Krivosheieva A. A. The mechanism of fatty-acid inhibition of electron transport in chloroplast // Planta. 1983. N 159. P. 411—414.

Farrah H., Slavek F., Pickering W. F. Fluoride Sorption by Soil Components: Calcium Carbonate, Humic Acid, Manganese Dioxide and Silica // Austral Journal of Soil Research. 1985. V. 23. P. 429—439.

Udrescu S., Lonescu A. Mori Angla Colitataea solului si a recol felor in zone poluate cu pulberi, sulfsi fluor // Luer. Sti. A. Bucuresti. 1987. V. 30. P. 83—88.