

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### Суммы осадков за апрель - сентябрь разной обеспеченности по метеостанциям Беларуси, мм

№ п/п	№ района	Метеостанция	Обеспеченность, %			
			10	25	50	75
1	VI	Бобруйск	498	436	374	310
2	VII	Борисов	506	452	404	358
3	III	Брагин	436	386	333	278
4	VIII	Брест	468	416	362	311
5	III	Василевичи	518	459	395	331
6	I	Витебск	511	453	391	327
7	XI	Вилейка	491	439	380	327
8	II	Гомель	480	429	373	316
9	I	Горки	492	429	363	303
10	IX	Гродно	510	453	387	324
11	IV	Житковичи	544	446	394	346
12	II	Жлобин	487	433	381	328
13	VIII	Ивацевичи	545	464	384	298
14	I	Костюковичи	475	414	350	294
15	III	Лельчицы	534	436	378	325
16	VII	Лепель	532	469	400	331
17	IX	Лида	506	444	379	314
18	X	Марьина Горка	480	429	377	327
19	X	Минск	505	450	391	335
20	I	Могилев	475	423	368	316
21	X	Новогрудок	579	519	462	410
22	I	Орша	489	433	373	312
23	VIII	Пинск	473	423	374	329
24	XI	Полоцк	547	480	413	347
25	VII	Пружаны	551	438	367	304
26	VIII	Слуцк	515	456	396	336
27	II	Чечерск	480	427	372	319
28	XI	Шарковщина	496	439	378	317

**Суммы среднесуточных температур воздуха апрель - сентябрь  
разной обеспеченности по метеостанциям Беларуси, °С**

№ пп.	Метеостанция	Обеспеченность, %			
		10	25	50	75
1	Бобруйск	2806	2654	2528	2402
2	Борисов	2739	2591	2468	2345
3	Брагин	2898	2767	2635	2503
4	Брест	2912	2779	2647	2515
5	Василевичи	2875	2745	2614	2483
6	Витебск	2775	2602	2478	2354
7	Вилейка	2716	2546	2425	2304
8	Гомель	2913	2780	2648	2516
9	Горки	2656	2490	2371	2252
10	Гродно	2738	2613	2489	2365
11	Житковичи	2885	2754	2623	2492
12	Жлобин	2911	2755	2623	2491
13	Ивацевичи	2812	2684	2556	2428
14	Костюковичи	2781	2630	2505	2380
15	Лельчицы	2922	2789	2656	2523
16	Лепель	2713	2543	2422	2301
17	Лида	2698	2553	2431	2309
18	Марьина Горка	2729	2582	2459	2336
19	Минск	2695	2549	2428	2307
20	Могилев	2753	2604	2480	2356
21	Новогрудок	2661	2495	2376	2257
22	Орша	2692	2524	2404	2284
23	Пинск	2882	2751	2620	2489
24	Полоцк	2659	2493	2374	2255
25	Пружаны	2784	2658	2531	2404
26	Слуцк	2778	2651	2525	2399
27	Чечерск	2861	2707	2578	2449
28	Шарковщина	2641	2476	2358	2240

**Суммы среднесуточных дефицитов влажности воздуха апрель - сентябрь  
разной обеспеченности по метеостанциям Беларуси, мм**

№ пп.	Метеостанция	Обеспеченность, %			
		10	25	50	75
1	Бобруйск	1215	1113	1021	929
2	Борисов	1161	1074	976	888
3	Брагин	1308	1188	1090	992
4	Брест	1282	1167	1051	946
5	Василевичи	1320	1220	1109	1009
6	Витебск	1008	924	840	764
7	Вилейка	1103	1011	919	836
8	Гомель	1205	1113	1021	939
9	Горки	1021	929	837	762
10	Гродно	1158	1062	965	878
11	Житковичи	1205	1122	1039	956
12	Жлобин	1215	1131	1047	963
13	Ивацевичи	1152	1064	976	908
14	Костюковичи	1176	1068	980	892
15	Лельчицы	1298	1199	1100	1012
16	Лепель	1049	961	874	795
17	Лида	1086	986	905	824
18	Марьина Горка	1130	1027	942	857
19	Минск	1154	1049	954	878
20	Могилев	1146	1059	963	876
21	Новогрудок	1034	956	869	799
22	Орша	1014	921	845	769
23	Пинск	1158	1069	981	903
24	Полоцк	980	899	817	743
25	Пружаны	1194	1085	995	905
26	Слуцк	1081	1007	932	857
27	Чечерск	1215	1113	1021	929
28	Шарковщина	978	888	815	742

Приложение 4

**Нормы осушения для торфяных почв, м**

Сельскохозяйственное использование осушаемых земель	Норма осушения					
	в предпосевной период		в середине вегетационного периода			
			для торфянисто-глеевых и торфяно-глеевых почв		для торфяных почв	
	рас- четная	допу- стимая	рас- четная	допу- стимая	рас- четная	допу- стимая
Сенокосные земли	0,4	0,6	0,6	1,0	0,8	1,2
Пастбищные земли	0,5	0,8	0,7	1,0	0,9	1,2
Зерново-травяной севооборот с преобладанием зерновых	0,5	0,8	0,8	1,2	1,0	1,4
Зернотравяной севооборот с преобладанием трав	0,5	0,8	0,7	1,1	0,8	1,3

Приложение 5

**Нормы осушения для минеральных почв, м**

Сельскохозяйственное использование осушаемых земель	Норма осушения (а)					
	в предпосевной период		в середине вегетационного периода			
			для песчаных и супесчаных почв		для глинистых и суглинистых почв	
	рас- четная	допу- стимая	рас- четная	допу- стимая	рас- четная	допу- стимая
Полевые севообороты	0,4	0,8	0,7	1,2	0,8	1,4
Кормовые севообороты с преобладанием трав	0,4	0,7	0,7	1,1	0,8	1,2
Кормовые севообороты с преобладанием пропашных	0,5	0,8	0,8	1,2	0,9	1,3
Пастбищные земли	0,4	0,7	0,7	1,0	0,8	1,1
Сенокосные земли	0,3	0,7	0,6	0,9	0,7	1,1

**Биоклиматические коэффициенты  $K_6$  водопотребления сельскохозяйственных культур**

Культура	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Сельскохозяйственные культуры на минеральных почвах</b>																		
Пастбище	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	0,85	0,85	0,85	0,91	0,91	0,91	1,06	1,06	1,06	0,94	0,94	0,94	0,72	0,72	0,72	0,6
Капуста поздняя	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	0,83	0,98	1,06	1,13	1,19	1,24	1,23	1,06	0,91	0,78	0,64	0,55	0,5
Морковь	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,50</i>	0,59	0,72	0,80	0,97	1,16	1,22	1,24	1,16	0,91	0,72	0,53	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>
Свекла столовая	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,50</i>	0,50	0,56	0,74	0,90	1,03	1,06	1,22	1,11	0,98	0,88	0,70	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>
Картофель	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,50</i>	<i>0,5</i>	<i>0,50</i>	0,74	0,82	0,93	1,14	1,26	1,18	0,98	0,86	0,71	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>
пшеница, ячмень	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,50</i>	<i>0,5</i>	0,68	0,80	0,89	1,05	1,20	1,26	1,16	1,01	0,83	0,59	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>
<b>Сельскохозяйственные культуры на торфяных почвах</b>																		
Пастбище	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	1,14	1,14	1,14	1,11	1,11	1,11	1,10	1,10	1,10	0,73	0,73	0,73	0,6
Многолетние травы	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	<i>0,6</i>	0,87	1,03	1,54	1,06	0,97	0,80	1,33	1,52	1,11	1,18	0,51	0,74	0,97	0,62	0,6

Примечание: курсивом выделены значения  $K_6$  за пределами вегетационного периода сельскохозяйственных культур (коэффициенты испарения с поверхности почвы): для пашни – *0,5*; для многолетних трав – *0,6*.

## Декадные суммы осадков с апреля по сентябрь расчетных лет, мм

№ пп.	Станции	IV			V			VI			VII			VIII			IX		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Бобруйск	20	19	4	0	9	47	40	39	10	12	28	2	8	9	69	24	0	1
2	Борисов	17	16	0	0	8	52	34	0	12	0	49	43	73	34	57	47	0	0
3	Брагин	14	16	3	6	25	65	36	5	2	0	51	42	53	12	53	38	0	7
4	Брест	20	14	2	0	4	48	52	1	9	2	42	58	64	5	29	12	1	0
5	Василевичи	14	12	0	10	26	44	51	41	4	1	16	58	26	13	69	28	0	31
6	Витебск	25	18	2	0	1	72	41	8	2	2	13	29	71	22	72	69	5	5
7	Вилейка	38	11	0	0	6	70	33	1	16	9	8	20	63	59	66	49	3	0
8	Гомель	24	8	0	21	27	37	65	40	1	8	2	4	53	47	83	31	0	12
9	Горки	23	7	13	1	6	42	46	2	8	0	66	33	28	7	54	41	0	4
10	Гродно	27	14	1	0	4	23	40	28	13	38	3	6	0	3	74	19	7	14
11	Житковичи	14	15	0	0	18	51	56	34	10	45	56	11	8	2	5	53	4	2
12	Жлобин	13	5	1	2	13	58	48	38	2	0	45	58	20	2	74	23	0	17
13	Ивацевичи	17	12	0	0	9	18	43	57	2	0	35	10	74	69	10	18	1	2
14	Костюковичи	16	18	7	10	4	3	59	42	7	38	62	48	52	18	9	42	0	12
15	Лельчицы	17	38	1	3	21	0	11	56	49	42	43	20	8	5	78	44	5	8
16	Лепель	12	16	0	1	10	7	34	50	31	55	25	18	10	5	20	51	1	0
17	Лида	18	14	0	10	18	4	59	45	30	28	23	8	13	7	67	40	4	2
18	М. Горка	13	17	1	0	22	6	52	43	50	0	43	58	2	9	38	58	0	1
19	Минск	13	15	0	0	13	2	24	45	35	41	51	44	15	10	16	51	0	0
20	Могилёв	31	17	6	0	11	65	49	1	0	0	65	40	32	4	79	20	0	0
21	Новогрудок	22	12	0	1	22	68	45	3	13	0	4	6	61	46	77	59	1	0
22	Орша	16	20	14	0	9	5	60	30	8	63	57	21	18	11	59	47	4	0
23	Пинск	19	10	0	1	12	45	36	5	7	0	65	33	89	39	61	19	0	3
24	Полоцк	22	17	2	0	22	53	56	1	12	1	8	41	68	10	74	59	6	0
25	Пружаны	11	13	1	0	13	46	41	8	1	0	12	33	73	45	48	42	1	8
26	Слуцк	16	15	0	0	28	45	53	39	1	0	9	40	57	47	64	26	1	2
27	Чечерск	20	16	0	11	29	40	85	40	3	8	12	6	43	37	63	31	0	12
28	Шарковщина	32	21	0	3	15	53	48	0	10	2	32	65	67	10	76	44	5	0

Приложение 8

Декадные суммы дефицитов влажности воздуха с апреля по сентябрь расчетных лет, мм

№ пп.	Станции	IV			V			VI			VII			VIII			IX		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Бобруйск	26	37	62	90	58	41	32	71	77	92	95	88	79	64	25	28	43	32
2	Борисов	24	34	66	90	59	42	34	93	84	96	92	76	40	56	23	55	42	34
3	Брагин	26	32	64	94	43	35	32	96	109	98	64	71	48	85	37	29	45	35
4	Брест	32	34	79	92	80	51	44	91	96	90	41	58	67	94	71	44	52	49
5	Василевичи	27	57	63	87	57	48	35	37	82	99	94	90	52	68	32	33	49	31
6	Витебск	21	38	69	91	80	50	37	88	92	96	95	65	47	51	30	26	46	28
7	Вилейка	18	26	65	99	77	36	37	94	85	91	94	89	38	46	25	25	35	27
8	Гомель	27	37	67	97	52	53	44	69	95	88	96	94	69	76	36	37	50	43
9	Горки	14	31	59	88	75	42	35	71	91	94	84	52	36	53	23	23	37	29
10	Гродно	22	27	68	87	63	44	38	83	83	48	6	92	98	9	35	31	44	37
11	Житковичи	30	42	73	95	65	47	38	71	84	53	63	91	86	74	61	33	48	35
12	Жлобин	24	43	76	96	58	52	38	73	93	98	90	65	55	71	29	32	46	31
13	Ивацевичи	34	38	58	93	89	81	42	59	94	98	87	94	41	43	87	57	49	40
14	Костюковичи	18	35	59	86	85	87	41	70	95	71	60	57	46	81	72	29	44	33
15	Лельчицы	34	38	71	86	61	77	46	50	68	59	65	92	88	84	35	33	55	37
16	Лепель	22	32	64	93	73	81	32	51	62	53	96	70	99	86	65	26	41	30
17	Лида	24	29	69	81	60	94	40	51	96	69	64	97	80	71	31	30	40	33
18	М. Горка	33	35	73	97	70	82	39	58	60	84	69	52	95	81	45	30	48	40
19	Минск	25	34	72	98	63	60	41	56	68	53	71	69	82	83	79	28	45	37
20	Могилёв	18	33	53	91	57	43	37	86	90	95	66	61	43	61	28	30	47	34
21	Новогрудок	24	30	64	98	62	41	36	79	73	93	98	98	36	52	32	25	47	41
22	Орша	22	36	40	86	85	86	38	90	92	62	52	67	84	75	31	28	44	31
23	Пинск	34	33	66	76	80	58	41	94	95	94	55	82	61	65	43	39	58	45
24	Полоцк	21	31	65	95	52	42	33	85	89	98	87	61	40	48	25	25	38	28
25	Пружаны	30	30	76	81	69	45	37	70	92	96	92	65	53	48	35	34	48	39
26	Слуцк	26	34	69	99	62	42	32	70	73	91	98	89	53	61	52	32	44	35
27	Чечерск	22	36	87	97	52	53	44	69	95	98	96	94	69	76	36	37	50	43
28	Шарковщина	21	26	67	98	56	35	34	91	81	98	87	69	42	51	23	25	36	33

**Типы водного питания, методы и способы осушения земель**

№ пп	Тип водного питания	Метод осушения	Способ осушения земель
1	Атмосферно-грунтовый, грунтово-напорный	Понижение уровня грунтовых и грунтово-напорных вод	Устройство каналов (осушителей), закрытый материальный дренаж (систематический или выборочный), кротовый и щелевой дренаж, вертикальный дренаж, разгрузочные скважины, фашинный дренаж
2	Атмосферный, атмосферно-грунтовый	Ускорение (регулирование) стока поверхностный вод собственного водосбора	Устройство открытых каналов (собираателей), ложбин стока, воронок, водопоглащающих сооружений, раскрытие и засыпка замкнутых понижений, планировка поверхности
3	Атмосферно-грунтовый	Ускорение отвода избыточной воды из корнеобитаемого слоя	Систематический дренаж с фильтрующей засыпкой, кротовый и щелевой дренаж, агромелиоративные мероприятия (глубокое рыхление, глубокая вспашка, известкование почвы, рыхление подпахотного горизонта, внесение больших доз органических и минеральных удобрений, посев бобовых культур)
4	Грунтово-склоновый, поверхностно-склоновый, грунтово-напорно-склоновый	Защита мелиорируемых земель от притока поверхностных, грунтовых и грунтово-напорных вод с прилегающих водосборов	Устройство нагорных каналов и ложбин, перехватывающих дрен, оградительных дамб, линейной системы скважин вертикального дренажа, регулирующих водоемов на тавельгах за границами мелиорируемого участка
5	Атмосферный, атмосферно-грунтовый, паводково-атмосферный	Защита мелиорируемых земель от затопления паводковыми водами, от затопления и подтопления водохранилищами	Регулирование рек-водоприемников (спрямление, углубление, расчистка русла); обвалование рек, озер; устройство нагорно-ловчих каналов; искусственное повышение поверхности мелиорируемых земель; устройство водохранилищ и прудов для регулирования стока водоприемника; создание польдеров с механической откачкой избыточных вод

**Осадки 10%-ной обеспеченности за расчетный предпосевной период  
за вычетом испарения, мм**

№ пп.	Метеостанция	$\tau = 10\text{сут}$	$\tau = 15\text{сут}$
1	Бобруйск	27	35
2	Борисов	30	39
3	Брагин	24	31
4	Брест	23	30
5	Василевичи	25	33
6	Витебск	28	36
7	Вилейка	26	34
8	Гомель	26	34
9	Горки	24	31
10	Гродно	22	29
11	Житковичи	22	29
12	Жлобин	37	35
13	Ивацевичи	21	27
14	Костюковичи	30	39
15	Лельчицы	22	29
16	Лепель	28	36
17	Лида	22	29
18	Марьина Горка	24	35
19	Минск	23	30
20	Могилев	27	35
21	Новогрудок	34	44
22	Орша	25	33
23	Пинск	23	30
24	Полоцк	25	33
25	Пружаны	22	29
26	Слуцк	26	34
27	Чечерск	25	33
28	Шарковщина	28	36

Приложение 11

**Осадки 10%-ной обеспеченности за расчетный летне-осенний период  
за вычетом испарения и поверхностного стока, мм**

№ п.п.	Метеостанция	Минеральные почвы		Торфяные почвы	
		$\tau = 10\text{сут}$	$\tau = 15\text{сут}$	$\tau = 10\text{сут}$	$\tau = 15\text{сут}$
1	Бобруйск	59	77	94	122
2	Борисов	45	58	78	101
3	Брагин	44	57	74	96
4	Брест	47	61	78	100
5	Василевичи	45	58	77	98
6	Витебск	53	69	84	108
7	Вилейка	50	65	82	107
8	Гомель	46	60	74	95
9	Горки	49	64	74	97
10	Гродно	55	71	90	116
11	Житковичи	49	63	80	104
12	Жлобин	48	62	77	99
13	Ивацевичи	47	61	76	98
14	Костоковичи	44	57	65	86
15	Лельчицы	50	65	80	103
16	Лепель	57	74	90	115
17	Лида	62	81	96	123
18	Марьино Горка	50	64	82	106
19	Минск	54	70	86	111
20	Могилев	47	62	76	97
21	Новогрудок	68	87	103	130
22	Орша	47	63	79	102
23	Пинск	48	63	81	104
24	Полоцк	55	72	85	109
25	Пружаны	51	66	84	108
26	Слуцк	44	57	74	96
27	Чечерск	43	56	72	94
28	Шарковщина	46	60	77	100

### Пример расчета расстояния между дренами

1. Исходные данные: сельскохозяйственное использование осушаемых земель – кормовой севооборот; почво-грунты участка – суглинок легкий; пахотный слой –  $m_n = 0,25$  м; глубина заложения дрен  $t = 1,2$  м; расстояние от дрены до водоупора –  $T = 8,8$  м; коэффициенты фильтрации соответственно пахотного и подстилающего слоев –  $K_1 = 1,53$  м/сут,  $K_2 = 0,51$  м/сут; нормативное междреннее расстояние  $B = 25$  м; наружный диаметр пластмассовых дрен  $d = 0,075$  м.

В данном случае соотношение  $B / T = 25 / 8,8 = 2,8 < 3$ , в связи с чем используется расчетная зависимость (3.2).

2. В расчете для предпосевного периода принимаем: норму осушения  $a = 0,5$  м;  $h_B = 0,04$  м;  $u = 0$ ;  $m_1 = m_n = 0,25$  м;  $m_2 = T + t - m_n = 8,8 + 1,2 - 0,25 = 9,75$  м;  $\tau = 10$  сут;  $P - E = 0,026$  м.

По формуле (3.5) приведенное значение коэффициента фильтрации составит:

$$K = \frac{1,53 \cdot 0,25 + 0,51 \cdot 9,75}{0,25 + 9,75} = 0,54 \text{ м/сут.}$$

Коэффициент водоотдачи согласно (3.9) будет равен:

$$\delta = 0,056 \sqrt{0,54} \sqrt[3]{0,5} = 0,033.$$

Среднее значение  $H$  согласно (3.6) определится как:

$$H = 1,20 - 0,6 \cdot 0,50 = 0,90 \text{ м.}$$

Слой воды по формуле (3.8) составит:

$$W = 0,04 + 0,033 \cdot 0,5 + 0,026 = 0,082 \text{ м.}$$

Интенсивность притока воды к дрене по (3.7)  $q = 0,082 / 10 = 0,0082$  м/сут.

Тогда междреннее расстояние согласно (3.2):

$$B = \frac{3,14 \cdot 0,54 \cdot 0,90}{0,0082 \left( 2,31g \frac{25}{0,075} - 1 \right)} = 38,7 \text{ м.}$$

3. В расчете для летне-осеннего периода принимаем: норму осушения  $a = 0,9$  м;  $h_B = 0$ ;  $u = 0,1$  м;  $m_1 = m_n - 0,1 = 0,15$  м;  $m_2 = T + t - m_n = 8,8 + 1,2 - 0,25 = 9,75$  м;  $\tau = 10$  сут;  $P - E = 0,047$  м.

По формуле (3.5) приведенное значение коэффициента фильтрации составит:

$$K = \frac{1,53 \cdot 0,15 + 0,51 \cdot 9,75}{0,15 + 9,75} = 0,53 \text{ м/сут.}$$

Коэффициент водоотдачи согласно (3.9) будет равен:

$$\delta = 0,056 \sqrt{0,53} \sqrt[3]{0,9 - 0,1} = 0,038.$$

Среднее значение Н согласно (3.6) определится как:

$$H = 1,20 - 0,6(0,90 - 0,1) - 0,1 = 0,62 \text{ м.}$$

Слой воды по формуле (3.8) составит:

$$W = 0 + 0,038 (0,9 - 0,1) + 0,047 = 0,077 \text{ м.}$$

Интенсивность притока воды к дрене по (3.7)  $q = 0,077 / 10 = 0,0077 \text{ м/сут.}$

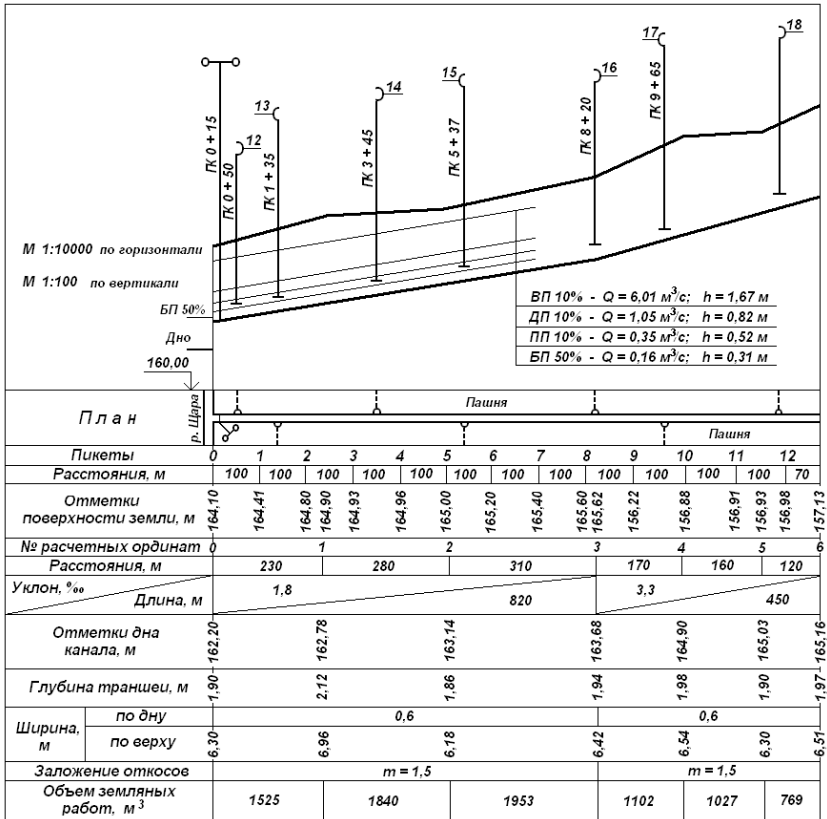
Тогда междреннее расстояние согласно (3.2):

$$B = \frac{3,14 \cdot 0,53 \cdot 0,62}{0,0077 \left( 2,31 \lg \frac{25}{0,075} - 1 \right)} = 27,9 \text{ м.}$$

В качестве проектного междренного расстояния следует принять меньшее из двух рассчитанных выше вариантов, т.е. для летне-осеннего периода.

С учетом округления до целых метров (в меньшую сторону) окончательно принимаем  $B = 27 \text{ м.}$

Продольный профиль открытого канала



Пример расчета объема земляных работ для устьевом участка канала длиной 230 м (расчетные ординаты 0 – 1).

Площади поперечных сечений 0 и 1 канала равны:

$$F_0 = b + 2mH = 0,6 + 2 \cdot 1,5 \cdot 1,90 = 6,30 \text{ м}^2;$$

$$F_1 = 0,6 + 2 \cdot 1,5 \cdot 2,12 = 6,96 \text{ м}^2.$$

Объем выемки грунта составит:

$$W = 0,5 (F_0 + F_1) L = 0,5 (6,30 + 6,96) 230 = 1524,9 \text{ м}^3.$$

**Значения параметров  $A$  и  $a$  для основных метеостанций  
Республики Беларусь**

№ п/п	Метеостанция	$A_{вп}$	$A_{пп}$ 10 %	$A_{дп}$	$A_6$ 50 %	$A_{пп}^*$ 25 %	$a_{вп}$	$a_{дп}$	$a_6$
1	Бобруйск	485	13,9	71	0,91	9,0	1,02	1,58	0,32
2	Борисов	459	14,2	63	1,42	10	1,08	1,17	0,23
3	Брагин	362	13,9	52	0,48	8,7	1,01	1,94	0,45
4	Брест	258	12,3	68	0,60	7,8	1,07	1,71	0,34
5	Василевичи	360	13,8	70	0,60	8,7	1,12	1,8	0,39
6	Витебск	630	20,9	88	1,00	15,5	0,70	1,29	0,41
7	Вилейка	505	13,9	117	1,43	9,8	0,94	1,5	0,17
8	Гомель	400	17,6	45	0,62	10,5	1,71	1,92	0,45
9	Горки	650	23,3	70	0,91	17,2	1,04	1,61	0,33
10	Гродно	320	13,7	98	1,43	8,7	0,89	1,38	0,19
11	Житковичи	430	12,0	70	0,78	8,3	1,10	1,79	0,35
12	Жлобин	400	13,5	75	0,81	9,0	1,00	1,7	0,36
13	Ивацевичи	345	10,0	63	0,75	6,2	1,02	1,74	0,32
14	Костюковичи	610	25,2	50	0,70	18,5	1,08	1,92	0,39
15	Лельчицы	420	11,0	82	0,30	8,0	1,10	1,85	0,37
16	Лепель	545	17,4	97	1,25	10,4	0,83	1,15	0,31
17	Лида	380	15,3	118	1,46	10,2	0,87	1,53	0,16
18	Марьина Горка	470	14,7	60	1,32	8,7	1,07	1,43	0,28
19	Минск	470	13,8	75	1,42	9,8	1,05	1,4	0,18
20	Могилев	597	21,0	84	1,08	15,2	1,1	1,59	0,29
21	Новогрудок	380	15,0	85	1,33	10,2	0,9	1,45	0,17
22	Орша	630	22,0	80	1,08	16,1	0,88	1,43	0,34
23	Пинск	380	9,5	70	0,65	6,7	1,15	1,93	0,38
24	Полоцк	570	16,0	140	1,02	11,5	0,74	1,12	0,35
25	Пружаны	290	12,4	65	0,78	7,8	1,04	1,6	0,31
26	Слуцк	455	15,0	58	0,98	10,3	1,04	1,6	0,3
27	Чечерск	510	19,0	58	0,57	12	1,0	1,83	0,41
28	Шарковщина	570	19,7	128	0,93	13	0,84	1,52	0,29

**Ординаты кривых обеспеченности  
трехпараметрического гамма-распределения Крицкого-Менкеля**

$$\frac{C_s}{C_v} = 1,0$$

P, %	C <sub>v</sub>									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,1	1,32	1,67	2,03	2,39	2,77	3,14	3,48	3,82	4,13	4,44
0,3	1,29	1,59	1,90	2,23	2,55	2,89	3,21	3,53	3,85	4,17
0,5	1,27	1,55	1,84	2,15	2,45	2,76	3,06	3,37	3,68	4,00
1	1,24	1,49	1,75	2,03	2,31	2,59	2,87	3,15	3,45	3,78
3	1,19	1,39	1,59	1,81	2,03	2,27	2,51	2,75	3,02	3,32
5	1,17	1,34	1,52	1,70	1,90	2,10	2,31	2,52	2,76	3,04
10	1,13	1,26	1,39	1,53	1,68	1,83	1,99	2,16	2,35	2,57
25	1,06	1,13	1,19	1,26	1,33	1,41	1,47	1,52	1,58	1,62
50	1,00	0,99	0,99	0,97	0,96	0,93	0,89	0,83	0,76	0,67
75	0,93	0,86	0,78	0,71	0,62	0,53	0,42	0,31	0,21	0,14

$$\frac{C_s}{C_V} = 1,5$$

P, %	C <sub>v</sub>											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,1	1,33	1,70	2,11	2,54	3,02	3,53	4,05	4,60	5,21	5,82	6,58	7,12
0,3	1,28	1,61	1,96	2,34	2,74	3,17	3,62	4,08	4,61	5,15	5,70	6,23
0,5	1,27	1,57	1,90	2,24	2,60	3,00	3,42	3,85	4,32	4,79	5,30	5,81
1	1,24	1,51	1,79	2,09	2,41	2,76	3,11	3,49	3,90	4,31	4,73	5,16
3	1,19	1,40	1,62	1,85	2,10	2,34	2,61	2,87	3,17	3,47	3,80	4,10
5	1,17	1,34	1,53	1,72	1,92	2,13	2,35	2,56	2,80	3,05	3,28	3,54
10	1,13	1,26	1,40	1,54	1,69	1,82	1,96	2,11	2,27	2,42	2,56	2,70
25	1,07	1,13	1,19	1,25	1,30	1,35	1,40	1,43	1,46	1,49	1,48	1,47
50	1,00	0,99	0,98	0,96	0,93	0,90	0,86	0,81	0,76	0,70	0,62	0,54
75	0,93	0,86	0,78	0,71	0,63	0,55	0,46	0,38	0,30	0,22	0,16	0,11
$\frac{C_s}{C_V} = 3$												
0,01	1,42	0,06	2,86	3,78	5,00	6,28	7,70	9,21	11,00	12,89	14,85	16,86
0,1	1,35	1,80	2,36	3,00	3,75	4,58	5,43	6,31	7,33	8,43	9,54	10,68
0,3	1,31	1,69	2,12	2,64	3,22	3,82	4,44	5,11	5,84	6,62	7,40	8,21
0,5	1,29	1,63	2,02	2,48	3,00	3,50	4,00	4,58	5,21	5,85	6,50	7,16
1	1,25	1,55	1,88	2,25	2,66	3,07	3,49	3,92	4,40	4,88	5,37	5,85
3	1,21	1,42	1,67	1,91	2,17	2,42	2,70	2,94	3,22	3,47	3,74	3,99
5	1,17	1,36	1,54	1,75	1,94	2,14	2,35	2,51	2,70	2,89	3,05	3,23
10	1,14	1,26	1,39	1,52	1,63	1,76	1,87	1,97	2,09	2,15	2,24	2,31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	1,07	1,12	1,17	1,21	1,23	1,26	1,27	1,29	1,28	1,28	1,28	1,27
50	0,99	0,98	0,96	0,93	0,90	0,86	0,82	0,78	0,74	0,70	0,66	0,61
75	0,93	0,86	0,79	0,72	0,65	0,58	0,52	0,47	0,41	0,36	0,31	0,27
$\frac{C_s}{C_V} = 4,0$												
0,01	1,51	2,20	3,15	4,35	5,90	7,70	9,57	11,40	13,55	15,60	17,65	20,71
0,1	1,38	1,87	2,53	3,29	4,20	5,07	6,05	7,02	8,12	9,25	10,42	11,65
0,3	1,34	1,73	2,23	2,81	3,45	4,09	4,76	5,46	6,18	6,94	7,71	8,53
0,5	1,30	1,67	2,10	2,60	3,13	3,69	4,25	4,81	5,38	6,02	6,65	7,31
1	1,25	1,58	1,94	2,34	2,77	3,17	3,59	4,01	4,43	4,90	5,35	5,82
3	1,19	1,43	1,67	1,92	2,18	2,44	2,67	2,90	3,12	3,35	3,60	3,84
5	1,17	1,36	1,55	1,75	1,93	2,11	2,28	2,45	2,60	2,77	2,92	3,07
10	1,11	1,26	1,38	1,51	1,61	1,72	1,82	1,90	2,00	2,05	2,12	2,18
25	1,06	1,11	1,15	1,19	1,21	1,23	1,23	1,23	1,24	1,25	1,24	1,22
50	0,99	0,98	0,95	0,92	0,89	0,85	0,82	0,78	0,75	0,71	0,67	0,63
75	0,93	0,86	0,79	0,72	0,66	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,37	0,32
$\frac{C_s}{C_V} = 5,0$												
0,01	1,54	2,34	3,43	4,91	6,65	8,70	10,70	12,71	15,05	17,41	20,00	22,71
0,1	1,40	1,95	2,66	3,51	4,44	5,40	6,43	7,54	8,64	9,83	10,96	12,14
0,3	1,34	1,78	2,31	2,92	3,52	4,22	4,91	5,69	6,41	7,15	7,90	8,63
0,5	1,31	1,70	2,16	2,69	3,21	3,77	4,34	4,93	5,52	6,17	6,85	7,35
1	1,27	1,61	1,98	2,38	2,79	3,21	3,65	4,06	4,50	4,94	5,33	5,75
3	1,20	1,44	1,67	1,93	2,17	2,42	2,62	2,88	3,10	3,33	3,52	3,75
5	1,17	1,36	1,55	1,74	1,90	2,08	2,22	2,41	2,54	2,71	2,85	2,98
10	1,13	1,26	1,37	1,49	1,60	1,70	1,79	1,86	1,94	2,00	2,05	2,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	1,06	1,11	1,15	1,17	1,20	1,20	1,20	1,22	1,22	1,22	1,20	1,20
50	0,99	0,97	0,94	0,92	0,88	0,85	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65
75	0,93	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,56	0,51	0,47	0,42	0,39	0,36
$\frac{C_s}{C_V} = 6,0$												
0,01	1,60	2,48	3,75	5,48	7,30	9,39	11,50	13,80	16,40	18,90	21,50	24,00
0,1	1,41	2,02	2,80	3,68	4,58	5,54	6,57	7,63	8,79	10,00	11,18	12,39
0,3	1,35	1,83	2,38	2,98	3,64	4,31	5,00	5,66	6,38	7,16	7,91	8,67
0,5	1,32	1,74	2,22	2,73	3,26	3,82	4,38	4,93	5,51	6,11	6,71	7,31
1	1,29	1,63	2,01	2,40	2,81	3,22	3,63	4,03	4,44	4,86	5,27	5,69
3	1,21	1,45	1,68	1,92	2,14	2,38	2,60	2,82	3,04	3,26	3,46	3,67
5	1,18	1,37	1,55	1,73	1,89	2,05	2,20	2,36	2,51	2,66	2,80	2,90
10	1,14	1,26	1,37	1,47	1,56	1,66	1,73	1,82	1,90	1,96	2,03	2,08
25	1,07	1,10	1,13	1,16	1,18	1,19	1,20	1,21	1,20	1,20	1,20	1,19
50	0,99	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,75	0,72	0,68	0,66
75	0,93	0,86	0,80	0,74	0,68	0,63	0,58	0,53	0,49	0,44	0,40	0,37

**Ординаты биномиальных асимметрических кривых обеспеченности  
при  $C_S = 2 C_V$**

$C_V$	Обеспеченность, %							
	0,1	1	3	5	10	25	50	75
0,05	1,162	1,120	1,096	1,084	1,064	1,033	0,999	0,966
0,06	1,197	1,145	1,116	1,101	1,077	1,039	0,999	0,959
0,08	1,268	1,196	1,156	1,136	1,104	1,052	0,998	0,945
0,10	1,338	1,248	1,196	1,170	1,130	1,065	0,977	0,931
0,12	1,417	1,302	1,238	1,206	1,157	1,077	0,995	0,916
0,14	1,496	1,357	1,281	1,242	1,184	1,089	0,993	0,902
0,16	1,574	1,412	1,323	1,278	1,210	1,101	0,990	0,987
0,18	1,653	1,467	1,366	1,314	1,237	1,114	0,988	0,873
0,20	1,732	1,522	1,408	1,350	1,364	1,126	0,986	0,858
0,22	1,823	1,582	1,454	1,388	1,291	1,137	0,983	0,843
0,24	1,914	1,643	1,494	1,426	1,318	1,149	0,980	0,828
0,26	2,006	1,704	1,545	1,464	1,345	1,160	0,976	0,814
0,28	2,097	1,764	1,590	1,502	1,372	1,172	0,973	0,799
0,30	2,188	1,825	1,636	1,540	1,399	1,183	0,970	0,784
0,32	2,290	1,891	1,683	1,579	1,426	1,193	0,996	0,769
0,34	2,391	1,957	1,730	1,618	1,454	1,203	0,961	0,754
0,36	2,493	2,024	1,778	1,658	1,481	1,212	0,957	0,738
0,38	2,594	2,090	1,825	1,697	1,509	1,222	0,952	0,723
0,40	2,696	2,156	1,872	1,736	1,536	1,232	0,948	0,708
0,42	2,810	2,227	1,923	1,776	1,563	1,241	0,939	0,693
0,44	2,924	2,298	1,974	1,817	1,590	1,250	0,936	0,678
0,46	3,038	2,369	2,024	1,857	1,616	1,259	0,930	0,664
0,48	3,152	2,440	2,075	1,898	1,643	1,268	0,924	0,649
0,50	3,266	2,511	2,126	1,938	1,670	1,277	0,918	0,634
0,52	3,390	2,587	2,178	1,980	1,697	1,284	0,912	0,618
0,54	3,514	2,663	2,230	2,021	1,724	1,291	0,905	0,603
0,56	3,638	2,738	2,282	2,063	1,750	1,298	0,899	0,587
0,58	3,762	2,814	2,334	2,101	1,777	1,305	0,892	0,572
0,60	3,886	2,890	2,386	2,146	1,804	1,312	0,886	0,556
0,62	4,021	2,970	2,441	2,188	1,831	1,318	0,878	0,543
0,64	4,157	3,050	2,495	2,231	1,858	1,324	0,870	0,529
0,66	4,292	3,129	2,550	2,273	1,884	1,331	0,862	0,516
0,68	4,428	3,209	2,604	2,316	1,911	1,337	0,854	0,502
0,70	4,563	3,289	2,659	2,358	1,938	1,343	0,846	0,489
0,72	4,710	3,374	2,714	2,400	1,963	1,348	0,837	0,474
0,74	4,856	3,458	2,770	2,442	1,988	1,353	0,828	0,460
0,76	5,003	3,543	2,825	2,484	2,014	1,358	0,818	0,445
0,78	5,149	3,627	2,881	2,526	2,039	1,363	0,809	0,431
0,80	5,296	3,712	2,936	2,568	2,064	1,368	0,800	0,416
0,82	5,452	3,800	2,992	2,611	2,089	1,370	0,790	0,403
0,84	5,608	3,887	3,047	2,654	2,114	1,371	0,779	0,390
0,86	5,764	3,975	3,103	2,696	2,138	1,374	0,769	0,378
0,88	5,920	4,062	3,158	2,739	2,163	1,376	0,758	0,365
0,90	6,076	4,150	3,214	2,782	2,188	1,378	0,748	0,352
0,92	6,242	4,241	3,273	2,825	2,211	1,380	0,737	0,339
0,94	6,409	4,332	3,331	2,868	2,234	1,381	0,726	0,326
0,96	6,575	4,423	3,390	2,910	2,257	1,383	0,715	0,314
0,98	6,742	4,514	3,448	2,953	2,280	1,384	0,704	0,301
1,00	6,908	4,605	3,507	2,996	2,303	1,386	0,693	0,288

### Пример гидрологических расчетов открытого канала

В примере используем следующие исходные данные:

- площадь водосбора канала в расчетном створе  $F = 12,4 \text{ км}^2$ ;
  - средний уклон основного водотока  $I = 0,68 \text{ ‰}$ ;
  - густота речной сети  $\delta = 0,72 \text{ км}^{-1}$ ;
  - средняя ширина водосбора  $B = 1,8 \text{ км}$ ;
  - коэффициент формы водосбора  $\eta = 0,26$ ;
  - озерность  $\alpha = 2,6 \text{ ‰}$ ;
  - площадь водосбора, зарегулированная озерами  $F_{\text{зар}} = 2,4 \text{ км}^2$ ;
  - заболоченность  $\beta = 7,4 \text{ ‰}$ ;
  - лесистость на болотных землях  $\varphi = 0$ ;
  - лесистость на минеральных землях  $\gamma = 9,2 \text{ ‰}$ ;
  - параметры «А» и «а» (для метеостанции Барановичи):  $A_{\text{ВП}} = 390$ ;  $A_{\text{ПП}} = 13,0$ ;  $A_{\text{ДП}} = 62$ ;  $A_{\text{б}} = 0,98$ ;  $a_{\text{ВП}} = 1,10$ ;  $a_{\text{ДП}} = 1,58$ ;  $a_{\text{б}} = 0,24$ .
- Средневзвешенную озерность водосбора определим по формуле (4.8)

$$\alpha_{\text{взв}} = 2,6 \left( \frac{2,4}{12,4} \right) = 0,5\% .$$

Средний многолетний модуль стока весеннего половодья, определяемый по формуле (4.1) равен:

$$\bar{q}_{\text{вп}} = \frac{390 \cdot 0,68^{0,2} (1 + 0,5 \cdot 0,72)}{(12,4 + 10)^{0,167} (1 + 0,2 \cdot 0,5) (1 + 0,02 \cdot 7,4) (1 + 0,01 \cdot 9,2)} = 211,9 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2} .$$

Коэффициент вариации максимального стока весеннего половодья найдем по выражению (4.2)

$$C_{\text{вп}}^{\text{в}} = \frac{1,10}{(12,4 + 1)^{0,06}} = 0,94 .$$

По таблицам приложения 14 при  $C_s = 2C_v$  находим модульный коэффициент  $K = 2,234$ . Тогда

$$q_{\text{вп}}^{10\%} = 211,9 \cdot 2,234 = 473,4 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2} .$$

Величину модуля стока предпосевно-посевного периода 10 % обеспеченности определим по формуле (4.3):

$$q_{10\%}^{\text{п}} = \frac{13,0 \sqrt[5]{12,4 + 1} (1 + 0,01 \cdot 7,4) (1 + 0,01 \cdot 9,2) (1 + 0,05 \cdot 0,05)}{1 + 0,4 \cdot 0,26} = 16,8 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2} .$$

Средний за многолетний период максимальный модуль стока летне-осенних паводков определим по формуле (4.4):

$$q_{\text{лп}} = \frac{62 \cdot 1,8^{0,25} \cdot 0,68^{0,143} (1 + 0,5 \cdot 0,72)}{(12,4 + 10)^{0,25} (1 + 0,2 \cdot 0,5_{\text{взв}}) (1 + 0,02 \cdot 7,4) (1 + 0,02\varphi) (1 + 0,01 \cdot 9,2)} = 35,0 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Коэффициент вариации максимумов летне-осенних дождевых паводков находим по выражению (4.5)

$$C_v^{\text{лп}} = \frac{1,58}{(12,4 + 10)^{0,05} (35 + 1)^{0,1}} = 0,95.$$

По таблицам приложения 14 при  $C_s = 3C_v$  находим модульный коэффициент  $K = 2,12$ . Тогда

$$q_{\text{лп}}^{10\%} = 35,0 \cdot 2,12 = 74,2 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Средний за многолетний период модуль бытового стока определим по зависимости (4.6):

$$q_6 = \frac{0,98 \cdot 12,4^{0,143} (9,2 + 1)^{0,2} \cdot 0,72^{0,6} (2,6 + 1)^{0,2}}{(7,4 + 1)^{0,125}} = 1,82 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Коэффициент вариации бытового стока найдем по выражению (4.7):

$$C_v^6 = \frac{0,24(7,4 + 1)^{0,143}}{(12,4 + 1)^{0,05} \cdot 0,72^{0,143} (1 + 2,6)^{0,1}} = 0,26.$$

По таблицам приложения 14 при  $C_s = 3C_v$  находим модульный коэффициент  $K = 0,97$ . Тогда

$$q_6^{50\%} = 1,82 \cdot 0,97 = 1,77 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}.$$

Расходы открытого канала, формирующиеся за счет поверхностного стока определим по формуле (4.10):

$$Q_{\text{п}}^{\text{вп}} = 473,4 \cdot 12,4 = 5870,2 \text{ л/с};$$

$$Q_{\text{п}}^{\text{лп}} = 16,8 \cdot 12,4 = 208,3 \text{ л/с};$$

$$Q_{\text{п}}^{\text{лп}} = 74,2 \cdot 12,4 = 920,1 \text{ л/с};$$

$$Q_{\text{п}}^6 = 1,77 \cdot 12,4 = 21,9 \text{ л/с}.$$

Модули дренажного стока для весеннего и вегетационного периодов по зависимости (4.12) с учетом значений  $q$  (из приложения 12) соответственно составят:

$$q_{д(вес)} = 115,7 \cdot 0,0082 = 0,95 \text{ л/(с·га)};$$

$$q_{д(вет)} = 115,7 \cdot 0,0077 = 0,89 \text{ л/(с·га)}.$$

При площади дренажной системы  $F_d = 150$  га расходы поступающего в канал дренажного стока будут равны:

$$Q_{д}^{ВП} = Q_{д}^{ПП} = 0,95 \cdot 150 = 142,5 \text{ л/с};$$

$$Q_{д}^{ДП} = Q_{д}^6 = 0,89 \cdot 150 = 133,5 \text{ л/с}.$$

В результате общие расчетные расходы канала согласно (4.11) составят:

$$Q^{ВП} = 5870,2 + 142,5 = 6012,7 \text{ л/с};$$

$$Q^{ПП} = 208,3 + 142,5 = 350,8 \text{ л/с};$$

$$Q^{ДП} = 920,1 + 133,5 = 1053,6 \text{ л/с};$$

$$Q^6 = 21,9 + 133,5 = 155,4 \text{ л/с}.$$

Используемые далее в гидравлических расчетах канала и выраженные в  $\text{м}^3/\text{с}$  принимаем следующие расчетные расходы:

$$Q^{ВП} = 6,01 \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q^{ПП} = 0,35 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q^{ДП} = 1,05 \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q^6 = 0,16 \text{ м}^3/\text{с}.$$

**Допустимые не размывающие скорости воды в каналах**

Грунты и вид креплений	Допустимая скорость, м/с
Земляное русло	
Глины	0,55...1,00
Суглинок тяжелый	0,50...0,90
Суглинок средний	0,45...0,75
Суглинок легкий	0,40...0,70
Пески мелкие	0,75...0,90
Пески средние	0,90...1,10
Пески крупные	1,10...1,30
Илистые группы	0,20...0,20
Торф	0,40...1,50
Закрепленное русло	
Одерновка	0,9...1,3
Хворостяная выставка	2,0...2,5
Фашины	2,5...3,5
Мощение камнем на слое щебня	2,4...4,1
Каменная наброска в плетневой клетке	3,0...4,0
Бетонная одежда	12,5...20,0

**Условные обозначения основных элементов мелиоративной системы**

1. Открытый канал	
2. Открытая регулирующая сеть	
3. Закрытый коллектор	
4. Закрытая регулирующая сеть	
5. Ложбина стока	
6. Грунтовая дорога	
7. Колодец смотровой	
8. Устье коллектора	
9. Переезд трубчатый	
10. Перегораживающее сооружение	
11. Мост пешеходный	
12. Полезащитная лесополоса	

Примечание: толщина линий на плане элементов 1, 2, 3, 4 соответственно равна 1,5; 0,5; 1,0 и 0,5 мм.