

Проект: «Улучшение продуктивности воды на уровне поля»

Правила измерения расхода воды при помощи стандартных водосливов (треугольные, трапецеидальные, прямоугольные и в лотковых каналах) и рекомендации по устройству водораспределительных узлов для дехканских хозяйств из транспортирующих трубопроводов

г. Худжанд - 2009г.

Содержание.

	Стр.
1. Введение.....	1
2. Общие положения.....	1
3. Треугольный водослив с тонкой стенки.....	3
4. Трапецеидальный водослив с тонкой стенкой.....	4
5. Прямоугольный водослив с тонкой стенкой.....	5
6. Простой способ замера расхода воды в лотковых каналах....	7
7. Рекомендации по устройству водораспределительных узлов и оснащение их водомерными устройствами на трубопроводах.	7
Приложения.	
1. График расхода воды через треугольный водослив с тонкой стенкой.....	9
2. Таблица коэффициента расхода и значение расхода воды протекающий через треугольный водослив.....	10
3. Таблица расход воды через трапецеидальный водослив на 1 п.м ширины водослив.....	11
4. Графики для определения величины расхода через трапецеидальные водосливы.....	12
5. Таблица удельного расхода воды протекающий через прямоугольный водослив без бокового сжатия.....	13
6. График для определения расхода воды через прямоугольный водослив с тонкой стенкой.....	14
7. Номограмма для определения расхода воды для лотков Лр-4, Лр-6, Лр-8.....	15
8. Номограмма для определение расхода воды для лотков Лр-10.....	16
9. Схема водораспределительного узла из гидранта (односторонние и двухсторонние командование) для обслуживание одного дехканского хозяйства.....	17
10. Схема водораспределительного узла их гидранта (односторонние и двухсторонние командования для обслуживания двух и более дехканских хозяйств.....	18

1. Введение.

Приобретая форму материальной ценности в новых условиях, водные ресурсы требуют бережного к ним отношения, повышения оперативности в работе по их распределению, измерению и учету. В этих условиях считается недопустимым эксплуатация систем без средств учета и измерения воды.

Требования СНиП и других нормативных документов в части учета и регулирования водораспределения сводится к соблюдению следующих положений:

- посты учета водозабора (головные гидросты), в число которых входят посты в головах или головных участках магистральных каналов;
- посты распределения воды по сети магистральных каналов системы, в головах распределителей (водораспределительные гидросты);
- посты учета выдела воды водопотребителям (посты выдела воды, местоположение которых определяется границами хозяйства и расположением внутрихозяйственной сети);
- посты на внутрихозяйственной оросительной сети для учета, распределения и контроля использования воды водопользователями хозяйства (гидросты внутрихозяйственного водовыдела).

Посты этой группы располагаются в головах постоянных распределителей и оросителей (вплоть довременных)

- посты на участках сброса воды для учета неиспользованных ее остатков (сбросные гидросты). Такие посты организуются на каналах ниже водораспределения и на водосбросах после впадающих в него водосбросов низшего порядка.

Все водомерные посты должны быть оснащены соответствующими средствами водоучета и при замере соблюдать правила измерения расходов.

В этом пособии рассматриваются правила измерения расхода воды при помощи стандартных водосливов и лотков.

2. Общие положения.

2.1. Стандартными водосливами и лотками считаются:

- прямоугольные водослива с тонкой стенкой (водосливы с прямоугольным вырезом в тонкой стенке);
- треугольные водосливы с тонкой стенкой (водосливы с треугольным вырезом в тонкой стенке);
- трапециодальные водосливы с тонкой стенкой(водосливы с трапециодальным вырезом в тонкой стенке);

- водосливы с порогом треугольного профиля;
- водосливы с порогом прямоугольного профиля;
- расходомерные пороги САНИИРИ;
- лотки «Вентури»;
- лотки Поршала;
- расходомерные лотки САНИИРИ,
которые удовлетворяют требования правил замера расхода воды.

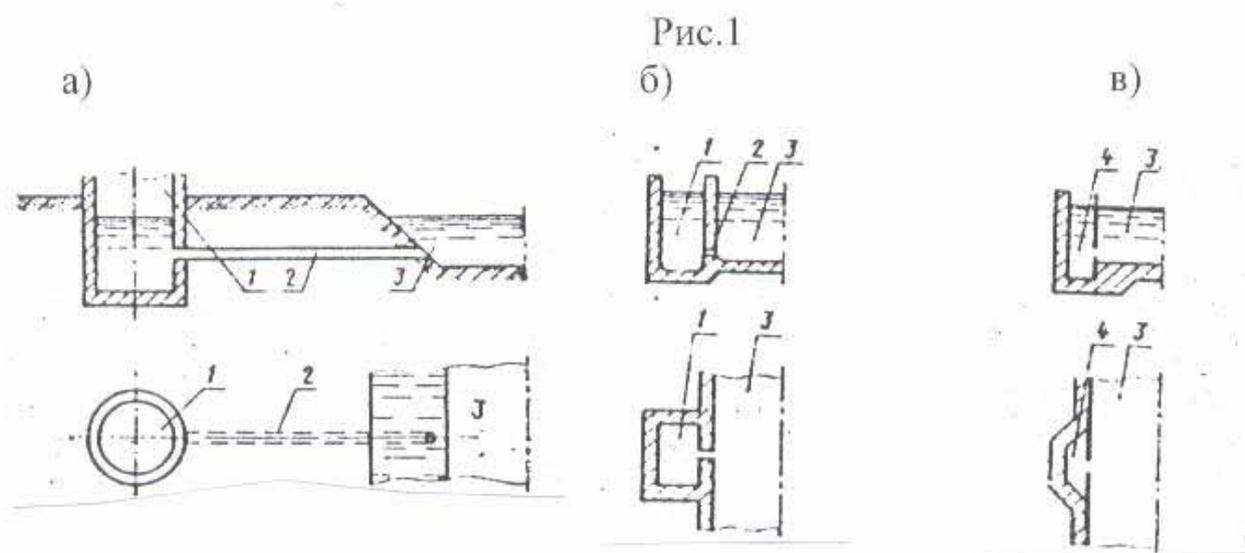
2.2 Приведенные указания в этой брошюре справедливы при соблюдении следующих условий измерения;

- лоток в канале должен быть практически установившимся;
- режим течения в подводящем канале – спокойный;
- истечение через водосливы и лотки свободное, незатопленное,
- в подводящем канале перед лотком или водосливом не скапливаются наносы.

2.3. Конструкция водослива или лотка и способ его установки не должны препятствовать периодическому осмотру и снятию показаний.

2.4. Водослива любых размеров рекомендуется изготавливать отдельно и монтировать на место установки при помощи закладных деталей или узлов.

2.5. Измерять уровень следует, как правила в успокоительных колодцах или нишах, соединенных с подводящим каналом или проточной частью лотков в мерном створе при помощи отверстий или щели, расположенных на боковой стенке канала или лотка (Рис.1), и соединительных труб (в случае необходимости).



- а) отдельно стоящий успокоительный колодец
 б) совмещенный успокоительный колодец
 в) успокоительная ниша
 1.успокоительный колодец
 2.успокоительная труба
 3.канал
 4. успокоительная ниша

2.6. Участок подводящего канала перед водосливами или лотками должен быть прямым, чтобы обеспечивать регулярное (неискаженное) поле скоростей. Длина прямого участка подводящего канала при условии $v \geq 0,5V$ должно быть не менее $10V^4$ при $v < 0,5V$ она может быть уменьшена до $(5-7)v$ где: V – ширина канала перед водосливом или лотки (по дну); v – ширина порога водослива или горловины измерительного лотка.

2.7. Прямые участки отводящего канала не лимитируются. Необходимо, чтобы уклон отводящего канала или перепад уровней обеспечивал незатопленное истечение через водослив (лоток)

3. Треугольный водослив с тонкой стенкой.

3.1. Треугольный водослив с тонкой стенкой предназначены для измерения расхода воды, не содержащий значительного количества взвешенных частиц ($1,0-1,2 \text{ кг/м}^3$)

Такие водосливы рекомендуется применять при больших колебаниях измеряемого расхода воды.

3.2. Треугольный вырез водослива (Рис.2) может быть выполнен с центральным углом от 20° до 120°

Наиболее распространены водосливы, у которых $\alpha = 90^\circ$ (Водослив Томсона).

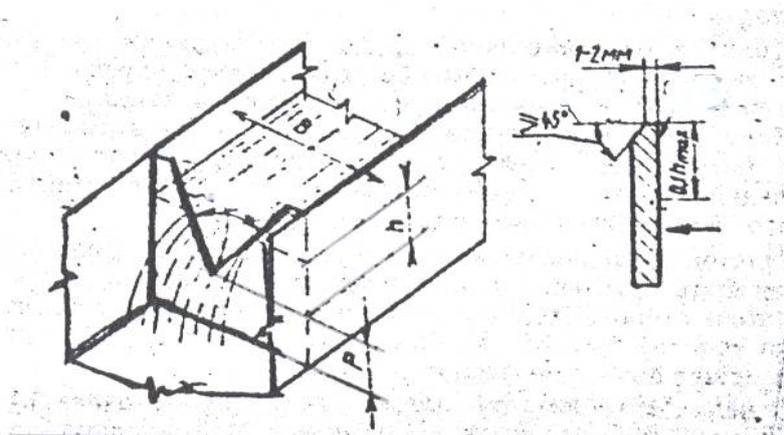


Рис.2

3.3. Кромки водослива обращенная к подводящему каналу (верхнему бьефу) должно быть острой. Геометрические размеры граней водослива должно соответствовать указанным на рис.2. Водослив следует устанавливать так чтобы биссектриса центрального угла проходила по вертикали отклонения не должно превышать $- 1^\circ$

3.4. Рабочие формулы расхода через треугольный водослива тонкой стенкой:

При измерении в $\text{м}^3/\text{сек}$

$$Q = 2,361C \operatorname{tg} \alpha/2 h^{5/2}$$

При измерении в м³/ч

$$Q = 8500C \operatorname{tg} \alpha/2 h^{5/2}$$

3.5. Коэффициент расхода «С» зависит от значения угла «α» и соотношении высоты порога «Р» ширины подводящего канала «В» и напора «h» т.е. $C = f(h/P, P/B, \alpha)$ Так для $P/B \leq 0,2$ и $h/P \leq 0,8$

α°	22,5°	45°	60°	90°	120°
C	0,592	0,580	0,577	0,578	0,587

3.6. В приложении №1 приведены график для определения величины расхода через треугольной водослив при $\alpha = 90^\circ$ (Водослив Томсона), а в приложении 2 коэффициенты расхода и значения расхода воды для h.

4. Трапециадальные водосливы с тонкой стенкой.

4.1. Трапециадальные водосливы с тонкой стенкой предназначены в основном для измерения расхода воды в каналах с трапециадальным поперечным сечением (Рис.3)

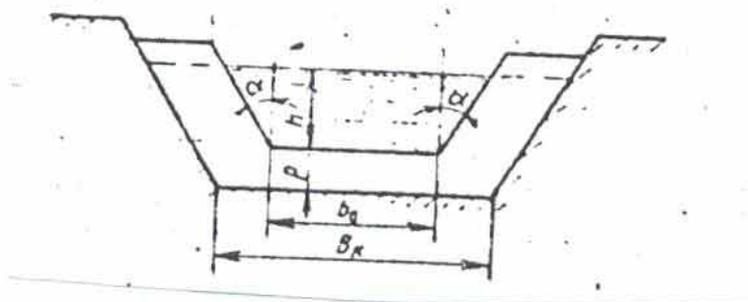


Рис.3

4.2. Кромка водослива, обращенная к подводящему каналу (верхнему бьефу) должна быть острой. Геометрические размеры граней водослива должны соответствовать указанным на Рис.2.

4.3. Уравнение расхода для трапециодального водослива с тонкой стенкой в общем случае имеет вид:

$$Q = C_p C_v (b_0 + 0,8 \operatorname{tg} \alpha h) \sqrt{2g} h^{3/2}$$

Если $\operatorname{tg} \alpha = 0,25$ – водослив Чиполетти
 $\operatorname{tg} \alpha = 1,0$ – водослив САНИИРИ

4.4. Рабочие формулы расхода для трапециодальных водосливов:

а) для водослива с $\text{tg } \alpha = 0,25$

при измерении расхода в м³/сек

$$Q = 1,86v_0 h^{3/2}$$

при измерении расхода в м³/час

$$Q = 6696v_0 h^{3/2}$$

в) для водослива с $\text{tg } \alpha = 1,0$

при измерении расхода в м³/сек

$$Q = 1,86mv_0 h^{3/2}$$

$$m = v_0 + h / v_0 + 0,25 h$$

при измерении расхода в м³/час

$$Q = 6696m v_0 h^{3/2}$$

4.5. В приложении №3 и №4 приведена таблица значения расходов через трапециодальные водосливы с $\text{tg } \alpha = 0,25$ и график расходов в зависимости от h и при условиях $P = 0,00$

5. Прямоугольный водослив с тонкой стенкой.

5.1. Прямоугольный водослив с тонкой стенкой предназначены для измерения расхода воды с малыми содержаниями взвешенных веществ ($< 1,0 \text{ кг/м}^3$). Водосливы могут быть без бокового сжатия ($v=V$) и с бокового сжатия (Рис.4)

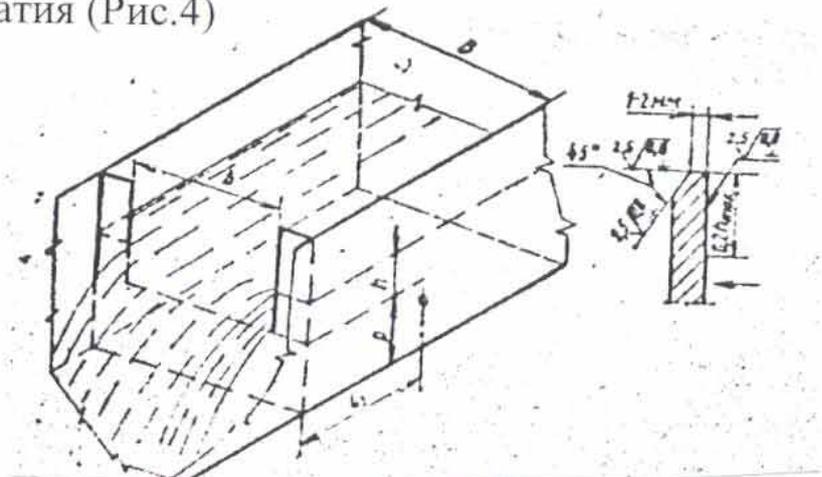


Рис.4

5.2. для водосливов без бокового сжатия необходимо обеспечивать подвод воздуха под струю, для чего уровень нижнего бьефа должен быть ниже гребня водослива минимум на 10см.

5.3. Кромка водослива, обращенная к подводющему каналу (верхнему бьефу) должна быть острой. Геометрические размеры граней водослива должны соответствовать указанным на Рис.2.

5.4. Основные размеры прямоугольных водосливов должны удовлетворят следующим условиям;

$$P \geq 10 \text{ см}, \quad b \geq 15 \text{ см}, \quad h/P \leq 2 ; \quad h_{\min} = 3,0 \text{ см}$$

Для водосливов с боковым сжатием кроме того необходимо чтобы $B - b / 2 \geq 10 \text{ см}$.

5.5. Уравнение расхода для прямоугольного водослива с тонкой стенкой в общем случае имеет вид.

$$Q = 2/3 C_{V_e} \sqrt{2g} h_e^{3/2}$$

где $v_e = b + K_b$ – приведенная ширина выреза водослива ;

$h_e = h + K_h$ - приведенный напор

5.6. Значение поправки K_b следует принимать в зависимости от b/B :

b/B	K_b мм	b/B	K_b мм
0,1	2,5	0,6	3,5
0,2	2,5	0,7	4,0
0,3	2,5	0,8	4,2
0,4	3,0	0,9	3,5
0,5	3,0	0,95	-2,3
		1,0	-1,0

Поправки K_h принимают равном в среднем 1мм

5,7 Рабочие формулы расхода для прямоугольного водослива с тонкой стенкой;

при измерении расхода в м³/с

$$Q = 2,953 C_{V_e} h_e^{3/2}$$

при измерении расхода в м³/ч

$$Q = 10630 C_{вс} h e^{3/2}$$

Коэффициент расхода C , следует вычислить по формуле;

$$C = C_e + a^I h/P;$$

a^I - поправочный множитель.

Значения C_e и a^I приведены ниже:

в/В	C_e	a^I	в/В	C_e	a^I
1	0,602	0,075	0,50	0,592	0,012
0,95	0,600	0,07	0,40	0,591	0,006
0,90	0,598	0,064	0,30	0,589	0,003
0,80	0,596	0,045	0,20	0,588	0,002
0,70	0,594	0,03	0,10	0,587	-0,002
0,60	0,593	0,018	0,05	0,587	-0,002

5.8. В приложении №5 и №6 приведены таблица и график для определения величины расходов через прямоугольные водосливы.

6. Простой способ замера расхода воды в лотковых каналах.

6.1. В настоящее время вода на поля орошения дехканских хозяйств доставляется и при помощи параболических лотковых оросителей, и они обслуживают несколько дехканских хозяйств и во многих створах, где распределяется вода, отсутствуют средства водоучета.

6.2. Одним из простым способом измерения расхода воды в лотковых каналах является определение расхода воды по номограммам. Для этого назначается створ и в этой створе (2-3секции лотки выше по течению и 2-3 секции лотка ниже по течению) определяют уклон дна лотка т.е. нивелируют дна 4-6 лотков (уклон будет постоянен) и для замера протекающего расхода достаточно в расчетном створе замерит простой линейкой глубину потока и при помощи номограммы определяется расход воды.

6.3. В приложениях 7 и 8 даны номограммы для определения расхода воды для лотков параболического сечения Лр-4,Лр-6,Лр-8,Лр-10 и примеры определение расхода.

7.Рекомендации по устройству водораспределительных узлов и оснащении их водомерными устройствами на трубопроводах.

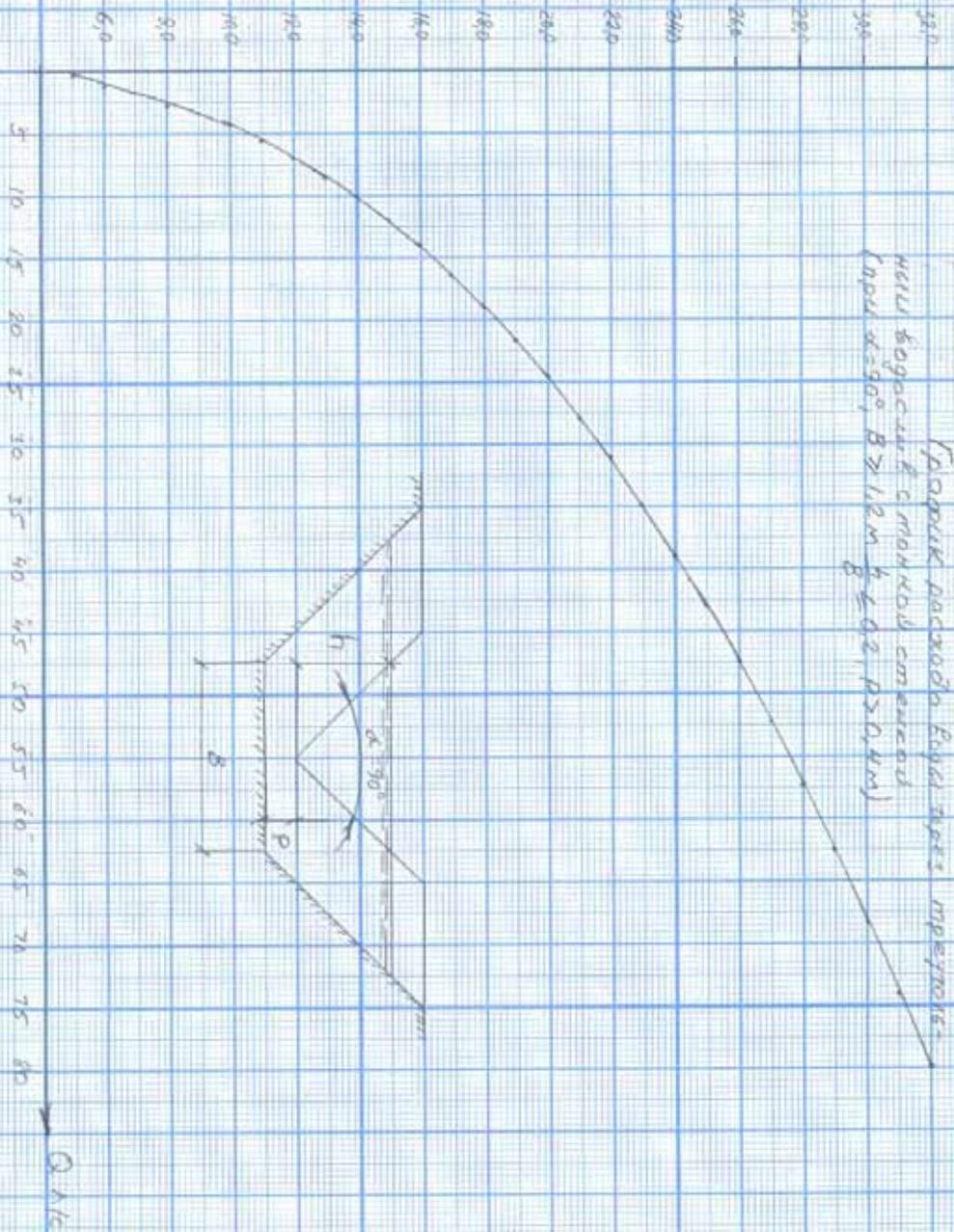
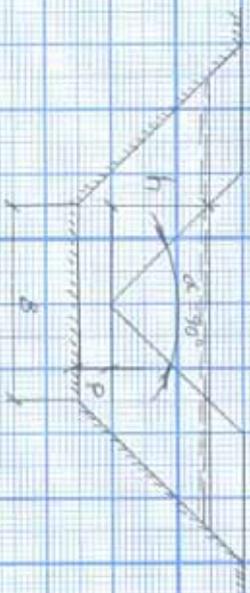
7.1. При СССР многие внутрихозяйственные оросительные сети были построены из железобетонных лотков и асбестоцементных трубопроводов, которые в настоящее время действуют и ближайшие годы будут эксплуатироваться.

В свое время эти оросители обслуживали целые бригады площадью 100-120га и водораспределенные производились через водовыпуски в лотковых каналах или через гидрантов из трубопроводов. Однако в настоящее время в связи с созданием дехканских хозяйств с каждого водовыпуска или с гидранта получают, воду несколько дехканских хозяйств и в связи с этим возникает, необходимость водовыпуски или гидранты, которые переделать на водораспределительные узлы.

7.2.В приложениях 9 и10 приводиться схемы водораспределительного узла для водовыпуска –гидранта при условии одностороннего и двухстороннего командования и обслуживания одного или двух и более дехканских хозяйств расходом до 70л/сек.

Δh_{cm}

График расхода воды при переходе
или борозде с малым углом
(при $\alpha=90^\circ$, $B=12m$, $h=0.2$, $P=0.1m$)



Приложение 1

Приложение 2

Коэффициенты расхода и значения расхода воды протекающий через
треугольный водослив ($\alpha = 90^\circ$)

h см	C	Q л/с	h см	C	Q л/с	h см	C	Q л/с
5,0	0,608	0,80	16,5	0,585	15,3	27,5	0,584	54,77
5,5	0,605	1,02	17,0	0,585	16,48	28,0	0,584	57,31
6,0	0,603	1,26	17,5	0,585	17,71	28,5	0,584	59,90
6,5	0,601	1,53	18,0	0,585	19,00	29,0	0,584	62,56
7,0	0,599	1,83	18,5	0,585	20,34	29,5	0,584	65,30
7,5	0,597	2,18	19,0	0,585	21,75	30,0	0,584	68,40
8,0	0,596	2,63	19,5	0,584	23,20	30,5	0,584	71,98
8,5	0,595	2,96	20,0	0,584	24,72	31,0	0,584	73,91
9,0	0,593	3,31	20,5	0,584	26,29	31,5	0,584	76,94
9,5	0,592	3,90	21,0	0,584	27,92	32,0	0,585	80,05
10,0	0,591	4,42	21,5	0,584	29,61	32,5	0,585	83,22
10,5	0,590	4,99	22,0	0,584	31,36	33,0	0,585	86,46
11,0	0,589	5,59	22,5	0,584	33,16	33,5	0,585	84,77
11,5	0,589	6,24	23,0	0,584	35,04	34,0	0,585	93,17
12,0	0,588	6,94	23,5	0,584	36,97	34,5	0,585	96,64
13,0	0,587	8,45	24,0	0,584	38,97	35,0	0,585	100,19
13,5	0,587	9,29	24,5	0,584	41,03	35,5	0,585	103,81
14,0	0,586	10,17	25,0	0,584	43,16	36,0	0,585	107,52
14,5	0,586	11,09	25,5	0,584	45,35	36,5	0,585	111,30
15,0	0,586	12,07	26,0	0,584	47,61	37,0	0,585	115,17
15,5	0,585	13,09	26,5	0,584	49,93			
16,0	0,585	14,17	27,0	0,584	52,32			

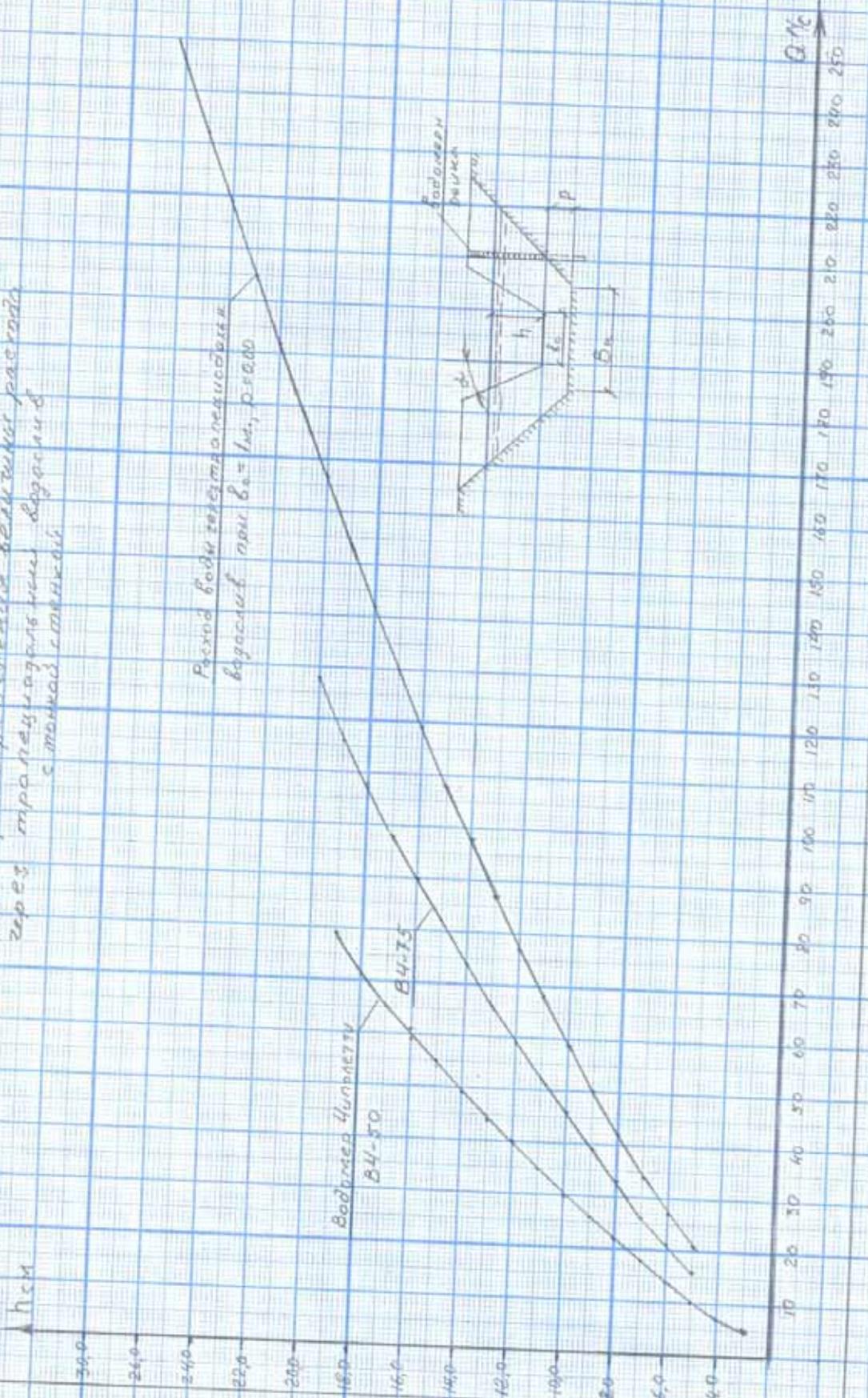
Приложение 3
Расход воды через трапецеидальный водослив на 1п.м ширины
водослива при Pсм

h см	Q л/сек при P,см					h см	Q л/с при P,см				
	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00		0,00	2,00	4,00	6,00	8,00
5,0	21,0	22,0	23,0	25,0	26,0	31,0	321,0	324,0	327,0	330,0	334,0
6,0	27,0	29,0	30,0	32,0	33,0	32,0	337,0	340,0	343,0	346,0	350,0
7,0	34,0	36,0	37,0	39,0	40,0	33,0	353,0	356,0	359,0	362,0	366,0
8,0	42,0	44,0	45,0	47,0	49,0	34,0	369,0	372,0	375,0	379,0	382,0
9,0	50,0	52,0	54,0	55,0	57,0	35,0	385,0	389,0	392,0	395,0	398,0
10,0	59,0	60,0	62,0	64,0	66,0	36,0	402,0	405,0	409,0	412,0	416,0
11,0	68,0	70,0	72,0	74,0	75,0	37,0	419,0	422,0	426,0	429,0	432,0
12,0	77,0	79,0	81,0	83,0	85,0	38,0	436,0	439,0	443,0	446,0	450,0
13,0	87,0	89,0	92,0	94,0	96,0	39,0	453,0	456,0	460,0	464,0	467,0
14,0	98,0	100,0	102,0	104,0	106,0	40,0	470,0	474,0	477,0	481,0	484,0
15,0	108,0	110,0	112,0	115,0	117,0	41,0	488,0	492,0	495,0	499,0	502,0
16,0	119,0	121,0	124,0	126,0	128,0	42,0	506,0	510,0	513,0	517,0	520,0
17,0	130,0	133,0	135,0	137,0	140,0	43,0	524,0	528,0	531,0	535,0	538,0
18,0	142,0	144,0	147,0	149,0	152,0	44,0	542,0	546,0	549,0	553,0	556,0
19,0	154,0	157,0	159,0	162,0	164,0	45,0	560,0	564,0	567,0	571,0	574,0
20,0	167,0	169,0	172,0	174,0	177,0	46,0	578,0	582,0	586,0	589,0	593,0
21,0	179,0	182,0	184,0	187,0	190,0	47,0	597,0	601,0	605,0	609,0	613,0
22,0	192,0	195,0	197,0	200,0	203,0	48,0	617,0	621,0	625,0	629,0	633,0
23,0	205,0	208,0	211,0	213,0	216,0	49,0	637,0	641,0	645,0	649,0	653,0
24,0	219,0	221,0	224,0	227,0	230,0	50,0	657,0	661,0	665,0	669,0	673,0
25,0	232,0	235,0	238,0	241,0	244,0	51,0	677,0	681,0	685,0	689,0	693,0
26,0	246,0	249,0	252,0	255,0	258,0	52,0	697,0	701,0	705,0	709,0	713,0
27,0	261,0	264,0	267,0	270,0	273,0	53,0	717,0	721,0	725,0	729,0	733,0
28,0	276,0	279,0	282,0	285,0	288,0	54,0	737,0	741,0	745,0	749,0	753,0
29,0	291,0	294,0	297,0	300,0	303,0	55,0	757,0	761,0	765,0	769,0	773,0
30,0	306,0	309,0	312,0	315,0	318,0	56,0	777,0	781,0	786,0	790,0	794,0

Приложение 4

Графики для определения величины расхода
через трапециевидный водослив
с тонкой стенкой

Расход воды через трапециевидный
водослив при $\delta_0 = 1м, \rho = 1000$



Удельный расход жидкости, протекающей через прямоугольный водослив без бокового сжатия ($V/v - 1$)

h см	Q, м3/с при P, см							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
0,05	0,0211	0,0209	0,0208	0,0208	0,0207	0,0207	0,0206	0,0206
0,06	0,0278	0,0275	0,0273	0,0272	0,0271	0,0271	0,0270	0,0270
0,07	0,0351	0,0346	0,0344	0,0342	0,0341	0,0341	0,0340	0,0339
0,08	0,0430	0,0423	0,0420	0,0418	0,0417	0,0416	0,0415	0,0414
0,09	0,0515	0,0506	0,0502	0,0499	0,0497	0,0496	0,0495	0,0493
0,10	0,0600	0,0590	0,0588	0,0585	0,0582	0,0581	0,0579	0,0578
0,11	0,0702	0,0687	0,0680	0,0676	0,0672	0,0670	0,0669	0,0666
0,12	0,0801	0,0786	0,0776	0,0771	0,0767	0,0764	0,0762	0,0759
0,13	0,0911	0,0888	0,0877	0,0871	0,0865	0,0862	0,0860	0,0857
0,14	0,102	0,0996	0,0982	0,0973	0,0968	0,0965	0,0962	0,0958
0,15	0,114	0,111	0,109	0,108	0,108	0,107	0,107	0,106
0,16	0,126	0,123	0,121	0,120	0,119	0,118	0,118	0,117
0,17	0,139	0,135	0,132	0,131	0,130	0,130	0,129	0,128
0,18	0,152	0,147	0,145	0,143	0,142	0,141	0,141	0,140
0,19	0,166	0,160	0,157	0,155	0,154	0,153	0,153	0,152
0,20	0,180	0,174	0,170	0,168	0,167	0,166	0,165	0,164
0,22	0,210	0,202	0,197	0,195	0,193	0,192	0,191	0,190
0,24	0,242	0,231	0,226	0,223	0,221	0,219	0,218	0,217
0,26	0,275	0,263	0,256	0,253	0,250	0,248	0,247	0,245
0,28	0,311	0,296	0,288	0,284	0,280	0,278	0,276	0,274
0,30	0,348	0,330	0,321	0,316	0,312	0,309	0,307	0,305
0,32	0,388	0,366	0,356	0,350	0,345	0,340	0,339	0,336
0,34	0,429	0,404	0,392	0,385	0,379	0,375	0,373	0,369
0,36	0,472	0,443	0,429	0,421	0,414	0,410	0,407	0,403
0,38	0,517	0,484	0,468	0,459	0,451	0,446	0,443	0,438
0,40	0,564	0,526	0,508	0,496	0,489	0,484	0,480	0,474
0,45	-	0,639	0,614	0,599	0,589	0,582	0,576	0,569
0,50	-	0,761	0,729	0,709	0,696	0,686	0,680	0,670
0,55	-	0,893	0,852	0,827	0,810	0,798	0,789	0,777
0,60	-	1,035	0,983	0,952	0,931	0,917	0,906	0,800
0,65	-	---	1,123	1,085	1,060	1,042	1,028	1,009
0,70	-	-	1,276	1,225	1,195	1,173	1,157	1,134
0,75	-	-	1,358	1,312	1,312	1,312	1,292	1,265
0,80	-	-	1,592	1,529	1,486	1,456	1,433	1,401
0,85	-	-	-	-	1,642	1,607	1,590	1,543
0,90	-	-	-	-	1,804	1,763	1,734	1,691
0,95	-	-	-	-	1,974	1,927	1,893	1,844
1,00	-	-	-	-	2,150	2,097	2,058	2,002

Приложение 6

График для определения расхода воды через
прямоугольный водослив с тонкой стенкой
(при $\xi = B, \rho = 0,5$)

$h, \text{см}$

40,0

35,0

30,0

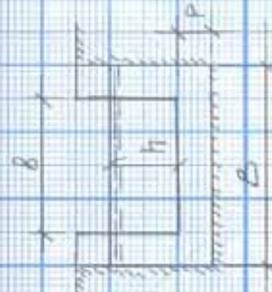
25,0

20,0

15,0

10,0

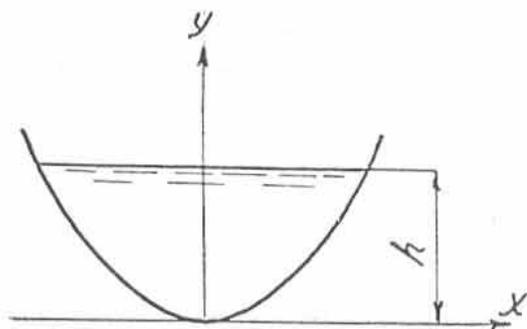
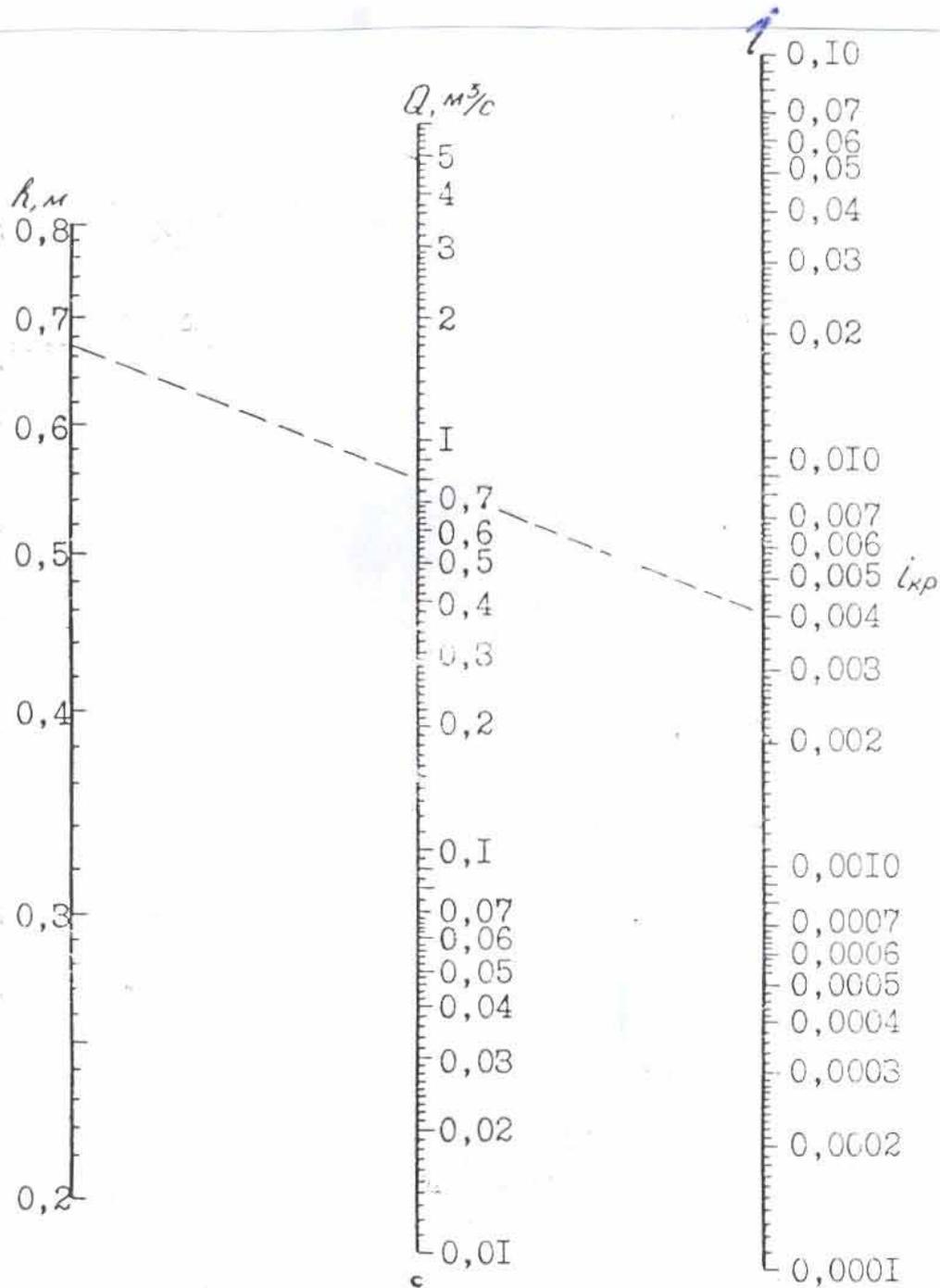
5,0



$Q, \text{л/с}$

20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500

Номограмма для определения *Приложение 7*
расхода воды для лотков Лр-4, Лр-6, Лр-8



$$x^2 = 2py$$

$$p = 0,20$$

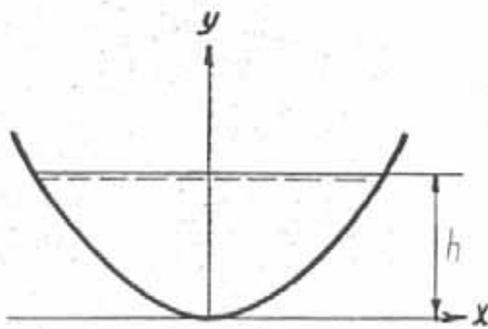
$$n = 0,15$$

Дано: $h = 0,67 \text{ м}$, $i = 0,004$

Определить:

$Q = 0,8 \text{ м}^3/\text{с}$,

Номограмма для определения расхода воды для лотков Лр-10



$$y^2 = 2\rho y$$

$$\rho = 0,35$$

$$n = 0,015$$

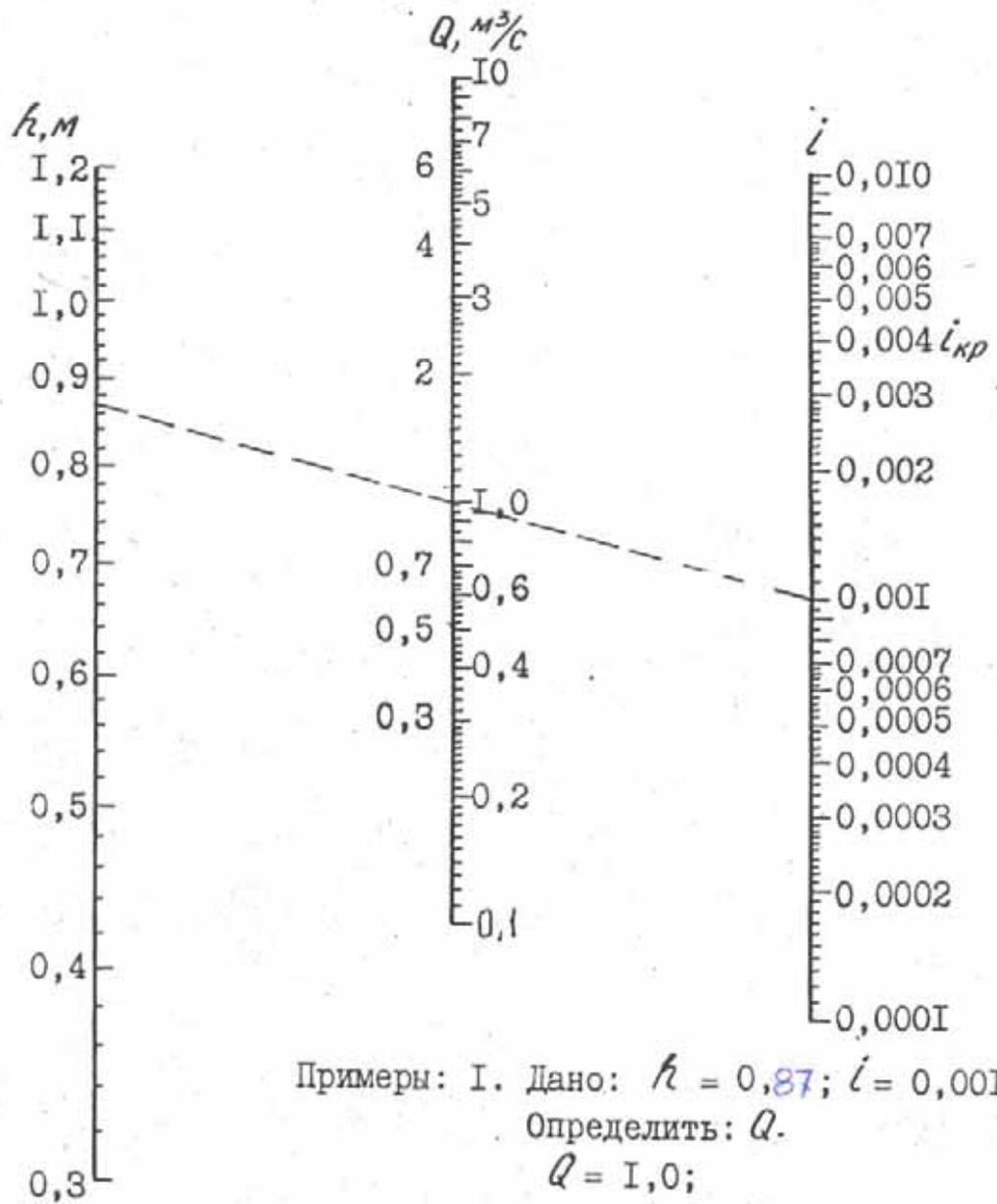
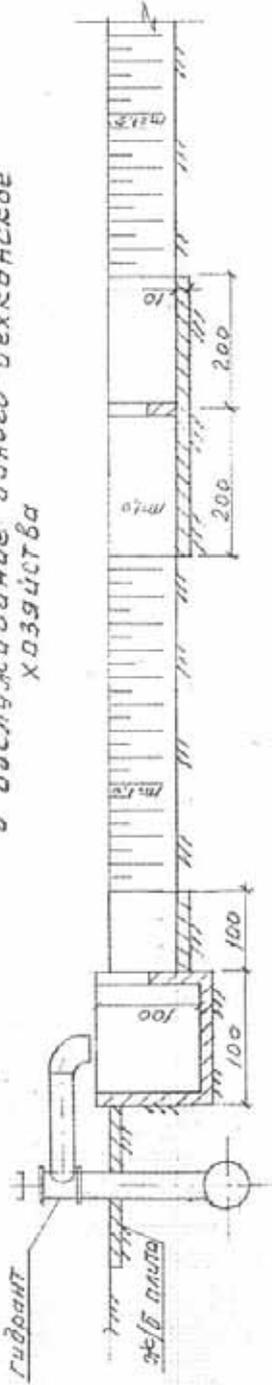


Схема водораспределитель узла из гидранта
(односторон. и двухсторон. командования)
и обслуживания одного дежурного
хозяйства

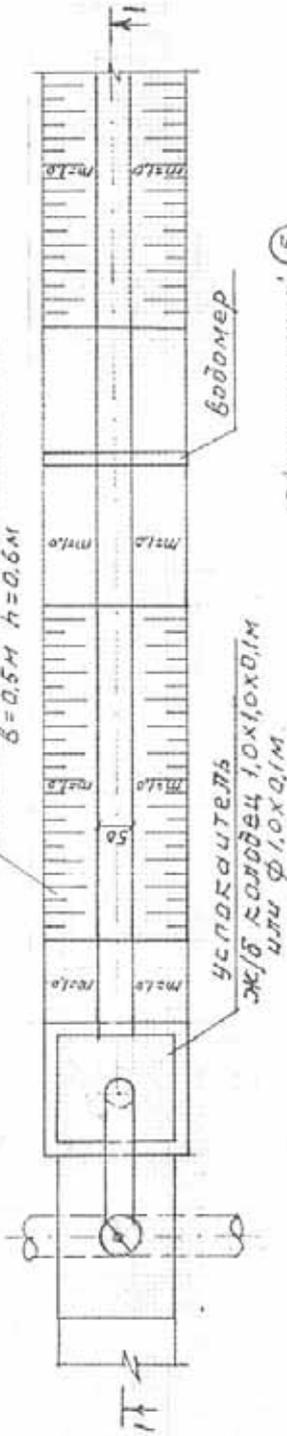
Разрез 1-1



ПЛАН

Односторонний (А)

Дроситель в земляном русле
 $\delta = 0,5\text{ м}$ $h = 0,6\text{ м}$



Двухсторонний (Б)

Дроситель в земляном русле
 $\delta = 0,5\text{ м}$ $h = 0,6\text{ м}$

