

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»  
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой  
«ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ЖД ТРАНСПОРТЕ»  
Протокол № 2.09 от 08 сентября 2018 г.  
Автор: Кузьминский Р. А., к.в.н., профессор

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ  
УКАЗАНИЯМИ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ГИДРОЛОГИЯ, ГИДРОМЕТРИЯ  
И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ**

---

**Уровень ВО:** *Бакалавриат*

**Форма обучения:** *Заочная*

**Курс:** *3*

**Специальность/Направление:** *08.03.01 Строительство (СТб)*

**Специализация/Профиль/Магистерская программа:** *(ВВ)  
Водоснабжение и водоотведение*

Москва

## 1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Курсовая работа по дисциплине «Гидрология, гидрометрия и гидротехнические сооружения» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося. Темой курсовой работы является «Расчет гидрологических характеристик стока».

Курсовая работа нацелена на повышение практических навыков ведения расчетов по вычислению характеристик стока. Выполнение курсовой работы содержит элементы исследования и способствует выработке навыков самостоятельного использования полученных знаний в принятии обоснованных технических решений в последующей профессиональной деятельности. Выполнению курсовой работы должно предшествовать изучение теоретических основ соответствующего раздела курса с использованием рекомендуемой литературы.

В задании на курсовую работу дано десять вариантов исходных данных (Табл. 1.1).

В методических указаниях по разработке курсовой работы даются рекомендации по выполнению основных расчетов.

Курсовая работа может быть оформлена либо письменно на бумажном носителе, либо в электронно-цифровой форме на диске (CD). При представлении для рецензирования курсовой работы на электронном носителе (диске) студент обязан распечатать на бумажном носителе курсовую работу с титульным листом установленной формы и приложить к ней диск с содержанием работы. Титульный лист подписывается студентом, на нем производится регистрация работы. На титульном листе преподавателем проставляется отметка о допуске к защите и приводится рецензия курсовой работы.

При выполнении курсовой работы необходимо соблюдать следующие условия:

Страницы рукописи должны быть пронумерованы. Текст задания следует приводить полностью. Работу следует писать от руки чернилами или печатать на одной стороне листа.

Решения должны быть краткими, но исчерпывающими, вести их необходимо поэтапно, с пояснением каждого хода решения. При вычислении искомых величин необходимо написать расчетную формулу в буквенном выражении, подставить численные значения всех входящих в формулу параметров и привести окончательный ответ. В приводимых расчетных формулах поясняют все входящие в них параметры.

Обозначения величин и терминология должны соответствовать принятым в учебниках. У всех размерных величин должна быть проставлена размерность. При решении задач следует строго следить за соблюдением единства размерностей величин, входящих в ту или иную расчетную зависимость. Значение всех коэффициентов следует обосновать ссылкой на литературу с указанием автора, названия источника и номера страницы.

При оформлении работы обязательно выполнение необходимого иллюстрационного материала (графики, схемы и т.д.). Построение графиков можно выполнять вручную или используя компьютер. Построение графиков вручную ведется на листах миллиметровой бумаги (размер А4). Выполненные чертежи к работе следует клеивать или вшивать в работу. При построении расчетных графиков нужно указать величины, откладываемые по осям графика, с обозначением их размерностей.

В конце работы привести список литературы, которой пользовался студент в процессе выполнения работы, с указанием автора, названия, места и года издания.

Все отмеченные рецензентом ошибки должны быть исправлены, а сделанные указания выполнены. Исправлять ошибки следует отдельно по каждой задаче на чистой стороне листа. К экзамену студент допускается только после защиты курсовой работы.

### ЗАДАНИЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

1. Оформить таблицы уровней (Приложение 1, табл. 1.1) и среднесуточных расходов (Приложение 1, табл. 1.2) для заданного гидрометрического створа из Водного кадастра рек бассейна Каспийского моря, а также оформить таблицу значений максимальных годовых расходов воды в реке (Приложение 2) согласно варианту задания.

2. На основании данных измерений среднесуточных расходов водомерного поста (Приложение 1. Табл. 1.2) построить гидрограф годового стока реки, определить объем годового стока и построить интегральную кривую годового стока.

3. На основании данных измеренных уровней (Приложение 1, табл. 1.1) и среднесуточных расходов водомерного поста (Приложение 1, табл. 1.2) построить график зависимости расходов воды от уровней воды в реке (кривую расходов).

4. На основании данных измеренных максимальных годовых расходов воды в реке для каждого условного года наблюдений (Приложение 2), построить кривую распределения ежегодных вероятностей превышения (кривую обеспеченности).

5. В соответствии с заданной категорией водозабора определить максимальный допустимый расход воды для берегового водозабора (Приложение 3), используя кривую распределения ежегодных вероятностей превышения (кривую обеспеченности).

6. Используя построенную кривую расходов воды определить высотное расположение берегового водозабора в соответствии с рассчитанным максимальным допустимым расходом воды.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

#### Варианты заданий

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Уровни воды $Z$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$	$Z + 5k$
Расходы воды $Q$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$	$Q + 5m$
Максимальные $Q_{\max}$ годовые расходы воды в реке	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$	$Q_{\max} + 2n$
Категория водозабора	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I

**Примечания:**

1. Номер варианта выбирается по последней цифре учебного шифра.

2. Уровни воды  $Z$ , расходы воды  $Q$  гидрологического поста, максимальные годовые расходы воды в реке  $Q_{\max}$  принимаются как сумма  $Z + 5k$ ,  $Q + 5m$ ,  $Q_{\max} + 2n$ , где  $k$ ,  $m$ ,  $n$  - две последние цифры учебного шифра.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Оформляем таблицы уровней (Таблица 2.1) и среднесуточных расходов (Таблица 2.2) для заданного гидрометрического створа, используя приложение 1, а также, оформляем таблицу значений максимальных годовых расходов воды в реке (Таблица 2.3), используя приложение 2, согласно варианту задания.

### ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТА № 208 НА Р. МОСКВЕ, РАСПОЛОЖЕННОМ В СТВОРЕ Г. ЗВЕНИГОРОД

Таблица 2.1

Уровни воды в реке												
208. р. МОСКВА – г. ЗВЕНИГОРОД												
Отм. нуля графика 132,89 м абс.												
Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	141	123	121	593	105	88	73	66	68	65	66	92
2	139	123	122	618	110	88	84	68	68	66	65	93
3	138	122	121	623	117	86	75	68	67	67	74	92
4	136	122	121	556	132	84	72	66	66	67	73	92
5	135	123	121	459	142	84	70	65	66	66	68	90
6	132	122	120	371	132	83	71	64	66	65	64	92
7	130	122	121	328	120	80	71	64	65	66	73	94
8	130	121	121	294	110	79	70	65	66	66	86	96
9	128	121	121	264	104	80	69	64	65	67	84	96
10	127	122	123	235	100	80	69	64	65	66	83	97
11	126	122	124	216	97	80	68	64	65	66	80	106
12	126	123	124	240	99	78	66	64	65	65	83	109
13	125	122	124	239	168	80	66	63	71	65	83	117
14	124	122	124	220	262	84	66	63	67	65	87	106
15	124	122	124	192	238	88	65	63	64	65	86	103
16	123	123	129	174	190	88	66	62	61	65	86	102
17	124	123	134	166	163	86	66	62	62	65	84	101
18	124	123	138	156	142	82	65	72	62	66	84	98
19	124	123	140	150	132	79	65	69	62	66	86	97
20	123	122	138	144	122	78	65	66	62	65	86	97
21	123	122	138	141	117	78	64	68	64	65	84	98
22	124	123	140	136	108	78	64	66	64	65	86	98
23	124	122	144	132	104	78	68	66	65	65	86	97
24	124	121	146	128	101	76	71	65	65	65	86	97
25	123	121	145	124	98	76	73	64	65	66	86	98
26	124	121	150	122	95	74	72	64	65	65	86	99
27	123	121	176	119	94	73	71	66	64	67	86	100
28	124	121	288	114	94	72	72	68	64	67	86	101
29	122	121	501	110	92	71	70	66	64	66	88	100
30	122	121	609	109	90	72	70	68	63	66	90	100
31	122	121	596	109	89	72	67	68	63	68	90	100
Средн	127	122	179	249	125	80	69	66	65	66	82	99
Высш.	142	123	632	638	273	91	88	75	72	69	90	118
Низш.	122	121	120	109	89	71	64	61	61	65	64	90
Средний годовой 111. Высший 638 3/IV. Низший 61 17/VIII, 16/IX.												
Примечание: $k = 00$ .												

## Расходы воды в реке

208. р. МОСКВА – г. ЗВЕНИГОРОД												
Площадь водосбора 5000 км <sup>2</sup>												
Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	12,3	8,93	8,01	634	22,4	14,4	8,30	6,08	6,62	5,82	6,08	8,05
2	12,0	8,93	8,16	699	24,9	14,4	12,7	6,62	6,62	6,08	5,82	8,30
3	11,8	8,79	8,01	713	28,6	13,5	9,08	6,62	6,35	6,35	8,69	8,05
4	11,5	8,79	8,01	550	37,2	12,7	7,92	6,08	6,08	6,35	8,30	8,05
5	11,3	8,93	8,01	376	43,2	12,7	7,15	5,82	6,08	6,08	6,62	7,45
6	10,8	8,79	7,85	256	37,2	12,3	7,54	5,55	6,08	5,82	5,55	7,89
7	10,8	8,48	8,01	207	30,2	11,0	7,54	5,55	5,82	6,08	6,62	8,33
8	10,8	8,32	8,01	171	24,9	10,6	7,15	5,82	6,08	6,08	7,02	8,82
9	10,4	8,32	8,01	142	21,8	11,0	6,88	5,55	5,82	6,35	6,35	8,64
10	10,3	8,48	8,29	115	19,8	11,0	6,88	5,55	5,82	6,08	6,03	8,83
11	10,1	8,48	8,45	98,8	18,4	11,0	6,62	5,55	5,82	6,08	5,28	10,8
12	10,1	8,61	8,45	119	19,3	10,2	6,08	5,55	5,82	5,82	5,78	11,5
13	9,93	8,48	8,45	119	61,0	11,0	6,08	5,28	7,54	5,82	5,78	13,4
14	9,75	8,48	8,45	102	140	12,7	6,08	5,28	6,35	5,82	6,53	10,5
15	9,75	8,48	8,45	78,8	118	14,4	5,82	5,28	5,55	5,82	6,34	9,80
16	9,57	8,61	9,20	65,3	77,2	14,4	6,08	5,02	4,75	5,82	6,34	9,57
17	10,1	8,61	9,98	59,5	57,4	13,5	6,08	5,02	5,02	5,82	6,10	9,14
18	10,1	8,61	10,6	52,4	43,2	11,8	5,82	7,92	5,02	6,08	6,10	8,50
19	10,1	8,29	10,9	48,2	37,2	10,6	5,82	6,88	5,02	6,08	6,48	8,10
20	9,89	8,16	10,6	44,4	31,4	10,2	5,82	6,08	5,02	5,82	6,62	7,91
21	9,89	8,16	10,6	42,5	28,6	10,2	5,55	6,62	5,55	5,82	6,22	8,13
22	10,1	8,29	10,9	39,5	23,9	10,2	5,55	6,08	5,55	5,82	6,62	7,94
23	10,1	8,16	12,0	37,2	21,8	10,2	6,62	6,08	5,82	5,82	6,62	7,73
24	9,75	8,01	12,8	34,8	20,3	9,46	7,54	5,82	5,82	5,82	6,75	7,54
25	9,57	8,01	13,5	32,5	18,9	9,46	8,30	5,55	5,82	6,08	6,75	7,56
26	9,75	8,01	15,9	31,4	17,5	8,69	7,92	5,55	5,82	5,82	6,75	7,72
27	9,25	8,01	26,0	29,7	17,0	8,30	7,54	6,08	5,55	6,35	6,75	7,72
28	9,42	8,01	75,9	27,0	17,0	7,92	7,92	6,62	5,55	6,35	6,75	7,92
29	9,11	8,01	140	24,9	16,1	7,54	7,15	6,08	5,55	6,08	7,20	7,52
30	8,79	8,01	251	24,4	15,2	7,92	7,15	6,62	5,28	6,08	6,60	7,52
31	8,79	8,01	414	24,4	14,8	7,92	6,35	6,62	5,28	6,62	6,60	7,52
Средн	10,2	8,44	37,3	166	35,6	11,1	7,07	5,96	5,79	6,02	6,53	8,60
Наиб.	12,5	8,93	414	753	151	15,7	14,4	9,08	7,92	6,88	8,69	13,7
Наим.	8,79	8,01	7,85	24,4	14,8	7,54	5,55	4,75	4,75	5,82	5,28	7,45
Средний годовой 26,0. Наибольший 753 3/IV. Наименьший 4,75 17/VIII, 16/IX.												
Примечание: $m = 00$ .												

Таблица 2.3

Значения максимальных годовых расходов воды в реке для каждого условного года наблюдений

Условный год	Максимальный расход $Q_{max}, \text{м}^3/\text{с}$	Условный год	Максимальный расход $Q_{max}, \text{м}^3/\text{с}$
1	102	25	112
2	95	26	84
3	89	27	120
4	113	28	91
5	93	29	94
6	110	30	62
7	97	31	83
8	63	32	100
9	96	33	53
10	80	34	90
11	126	35	129
12	107	36	82
13	88	37	78
14	59	38	72
15	116	39	131
16	99	40	81
17	118	41	47
18	79	42	142
19	76	43	87
20	101	44	155
21	92	45	74
22	68	46	86
23	85	47	136
24	103	48	162

**Примечание:  $n = 00$ .**

2. Гидрограф годового стока реки и за период половодья строится на основании данных измерений среднесуточных расходов водомерного поста (Таблица 2.1).

Построение гидрографа годового стока реки можно выполнять вручную или используя компьютер, например, с помощью электронных таблиц EXCEL (возможно использование других программ, например AutoCad).

Построение гидрографа вручную ведется на листе миллиметровой бумаги (размер А4).

При построении гидрографа по оси ординат необходимо откладывать значения среднесуточного расхода воды, по оси абсцисс – время в сутках, отмечая границы месяцев для более удобного определения дат половодья (Рис. 2.1).

Объем годового стока, ход которого во времени характеризуется любым гидрографом, может быть математически выражен зависимостью

$$\Delta W_t = Q_t \Delta t = Q_t (t_2 - t_1)$$

Здесь  $Q_t$  – средний расход воды;  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $t_1$  - начало периода;  $t_2$  - конец периода.

Объем *общего речного годового стока*  $W$   $\text{м}^3/\text{год}$  для интервала времени  $\Delta t$  – год (в году  $31,5 \cdot 10^6$  с) вычисляется по формуле:

$$W = Q_{cp} 31,536 \cdot 10^6, \text{ м}^3;$$

$$W = Q_{cp} 31,536 \cdot 10^3, \text{ км}^3,$$

где в первом случае  $W$  - в  $\text{м}^3$ , во втором – в  $\text{км}^3$ ,  $Q_{\text{ср}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$  – средний для данного года расход воды.

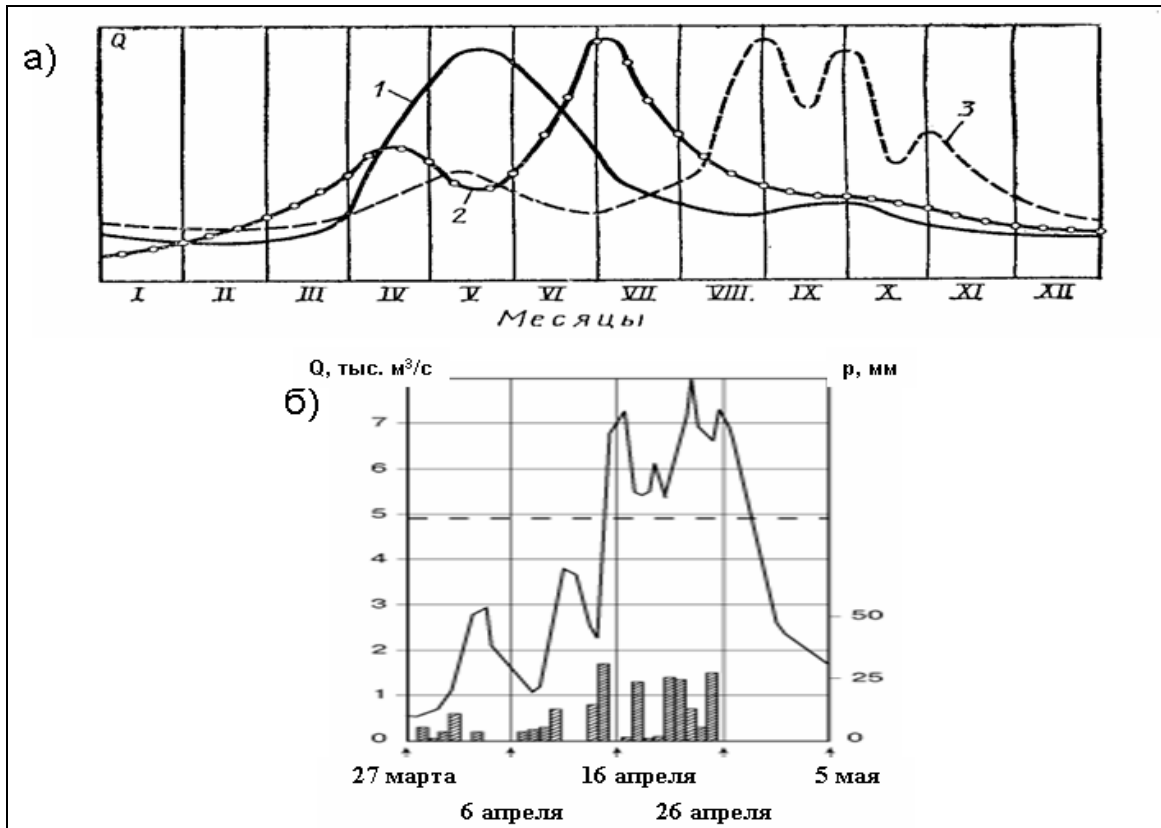


Рис. 2.1. Гидрографы - графики изменения во времени расходов воды  
а) - за год; б) - за половодье; (1 – для рек средней полосы РФ, 2- для предгорных рек, 3 – для рек приморского района)



Рис. 2.2. Интегральная кривая годового стока

При построении интегральной кривой годового стока учитывают, что при подсчетах  $W$  интервал времени  $\Delta t$  принимается обычно равным 5 - 10 суткам, а для рек с высокой естественной зарегулированностью стока - до месяца. Вычислив сток в пределах данного отрезка времени  $t_1 - t_2$  (например, года) за отдельные интервалы времени  $\Delta t$ , характеризующиеся постоянным расходом  $Q_t$ , и последовательно все просуммировав, получим суммарный сток за этот отрезок времени. Нанеся в прямоугольной системе координат в удобном масштабе по оси абсцисс принятые интервалы времени  $\Delta t$  (ось времени), а по оси ординат (ось объемов) - нарастающие итоги суммирования значений стока за эти интервалы и соединив полученные точки плавной кривой, получим суммарную, или интегральную, кривую стока (Рис. ).

3. График зависимости расходов воды от уровней воды в реке - кривая расходов (Рис. 2.3) строится на основании данных измерений уровней (Таблица 2.1) и среднесуточных расходов водомерного поста (Таблица 2.2) путем совмещения данных для соответствующей даты измерений. Для сокращения количества используемых данных из таблиц выбирают характерные значения: минимальные, максимальные и 8-10 промежуточных.

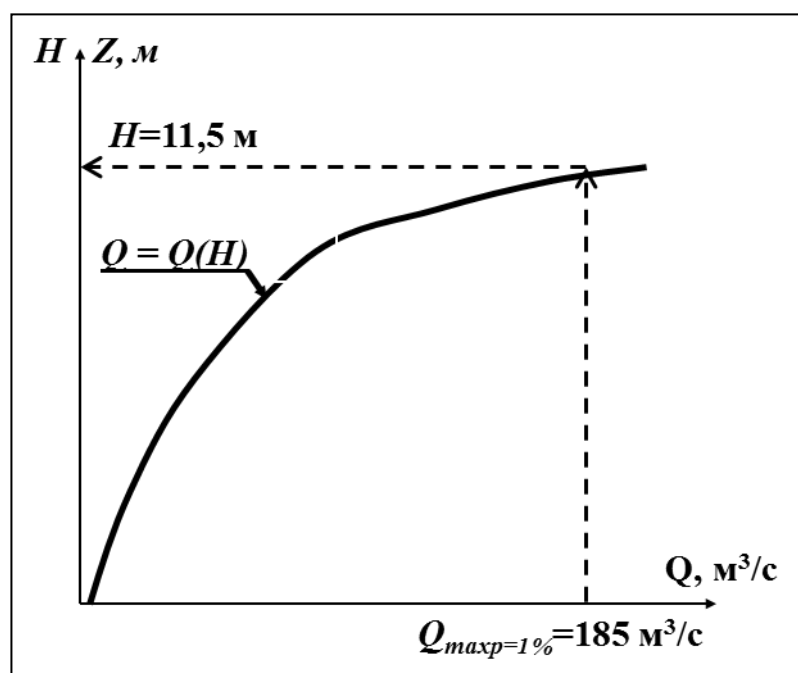


Рис. 2.3. Кривая расходов воды;  
 $H$  – глубина;  $Z$  – уровень,  $Q$  – расход

4. Построение кривой распределения ежегодных вероятностей превышения (кривой обеспеченности).

Гидрологические расчеты должны обеспечить достоверный прогноз появления тех или иных высоких расходов для проектирующегося моста в течение предстоящего многолетнего периода эксплуатации.

Определение расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений достаточной продолжительности осуществляется непосредственно по этим данным путем применения аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения.

Эмпирические кривые распределения ежегодных вероятностей превышения (кривые обеспеченности) строятся на клетчатках вероятностей.



Основой построения кривой обеспеченности служит ряд эмпирических данных гидрометрических наблюдений за стоком воды, например, расходов воды в реке. Если распределить хронологический ряд максимальных расходов воды  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$  в убывающем порядке получим статистический ряд.

Если имеется статистический ряд наблюдавшихся расходов с числом лет наблюдений  $n$ , то может быть вычислена вероятность появления одного из них с порядковым номером  $m$ .

Эмпирическая ежегодная вероятность превышения  $P_m$  гидрологических характеристик определяется по формуле

$$P_m = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%,$$

где  $P$  (%) - обеспеченность каждого ранжированного значения ряда;  $m$  – порядковые номера членов ряда, расположенные в убывающем порядке;  $n$  – число лет наблюдений.

Полученные значения обеспеченности  $P$  (%) наносят на график  $Q=f(P)$ , где на оси ординат находятся величины среднегодовых расходов воды, а на оси абсцисс – вероятность превышения (обеспеченность)  $P$ (%) (рис. 3.1).

К полученному семейству точек подбирается аналитическая кривая обеспеченности или проводится сглаженная (усредняющая) эмпирическая кривая обеспеченности. Полученная кривая  $Q=f(P\%)$  называется эмпирической кривой обеспеченности максимальных расходов воды.

Кривая обеспеченности характеризует распределение расходов воды и показывает, в каком числе случаев, выраженном в процентах, из общего числа случаев, принятых за 100%, будет наблюдаться или превышена (или не превышена) данная величина среднегодового расхода.

Иногда в расчетах используют термин повторяемость расходов воды в зависимости от водности года, обозначаемая  $m$ .

При этом термин «вероятность превышения (обеспеченность)», например,  $P=1\%$  означает, что превышение расхода вероятно в одном случае из 100, а «вероятность превышения (обеспеченность)», например  $P=99\%$  указывает, что расход воды обеспечен в 99 случаях из 100.

Кривая обеспеченности обычно характеризуется тремя параметрами: средним арифметическим значением ряда  $\bar{Q}_i$ , коэффициентом вариации (изменчивости)  $C_V$  и коэффициентом асимметрии  $C_S$ . Эти параметры кривой распределения (обеспеченности) являются обычно вполне достаточными при решении гидрологических задач. С их помощью может быть установлена вероятность превышения или не превышения конкретного (заданного) значения стока (например, расхода воды).

Для вычисления величин, характеризующих кривую обеспеченности, используют методы математической статистики.

Среднее многолетнее значение расхода воды определяют по формуле

$$\bar{Q} = \left( \sum_{i=1}^n Q_i \right) / n.$$

Коэффициент вариации  $C_V$  характеризует изменчивость ряда наблюдений и определяется по формуле

$$C_V = \sqrt{\left( \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2 \right) / (n-1)}.$$

Коэффициент асимметрии  $C_S$  характеризует несимметричность кривой обеспеченности и определяется по формуле

$$C_S = \left( n \cdot \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3 \right) / \left( C_V^3 \cdot (n-1) \cdot (n-2) \right).$$

В этих формулах  $Q_i$  – среднегодовое значение расхода воды;  $n$  – число лет гидрометрических наблюдений;  $k_i$  – модульный коэффициент года наблюдений  $i$ .

**Порядок решения задачи.**

Расчет интегральной кривой распределения ведется в табличной форме (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Расчет интегральной кривой распределения

Номера расходов в порядке их убывания	Максимальные годовые расходы в убывающем порядке $Q_{i \max}$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Вероятность превышения $P_i = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%$	Модульные коэффициенты $k_i = \frac{Q_{i \max}}{Q_{\max}}$	Отклонение модульных коэффициентов от среднего $k_i - 1$	Квадратичное отклонение модульных коэффициентов от среднего $(k_i - 1)^2$
1	2	3	4	5	6
$Q_1$ , $Q_2$ , $Q_3$ , ... $Q_n$					

*Примечание:* В этой таблице  $m$  – порядковый номер расхода,  $n$  – число лет наблюдений.

Обработка многолетнего ряда наблюдений начинается с ранжировки ряда, т. е. он выстраивается не хронологически, а в порядке уменьшения расходов.

По расходам ранжированного ряда и соответствующим им вероятностям превышения  $P(\%)$  строится эмпирическая кривая распределения ежегодных вероятностей превышения.

Эмпирическая кривая распределения  $Q_{\max} = f(P\%)$  строится на клетчатках вероятностей (рис. 2.4), где по оси ординат откладывают расходы воды, а по оси абсцисс – соответствующие им значения вероятности превышения  $P(\%)$ .

Строится также эмпирическая кривая распределения в модульных коэффициентах, где вместо расходов на оси ординат откладывают модульные коэффициенты  $k_i$  (рис. 2.5).

Полученные точки соединяют плавной усредняющей кривой. Такая кривая распределения называется эмпирической.

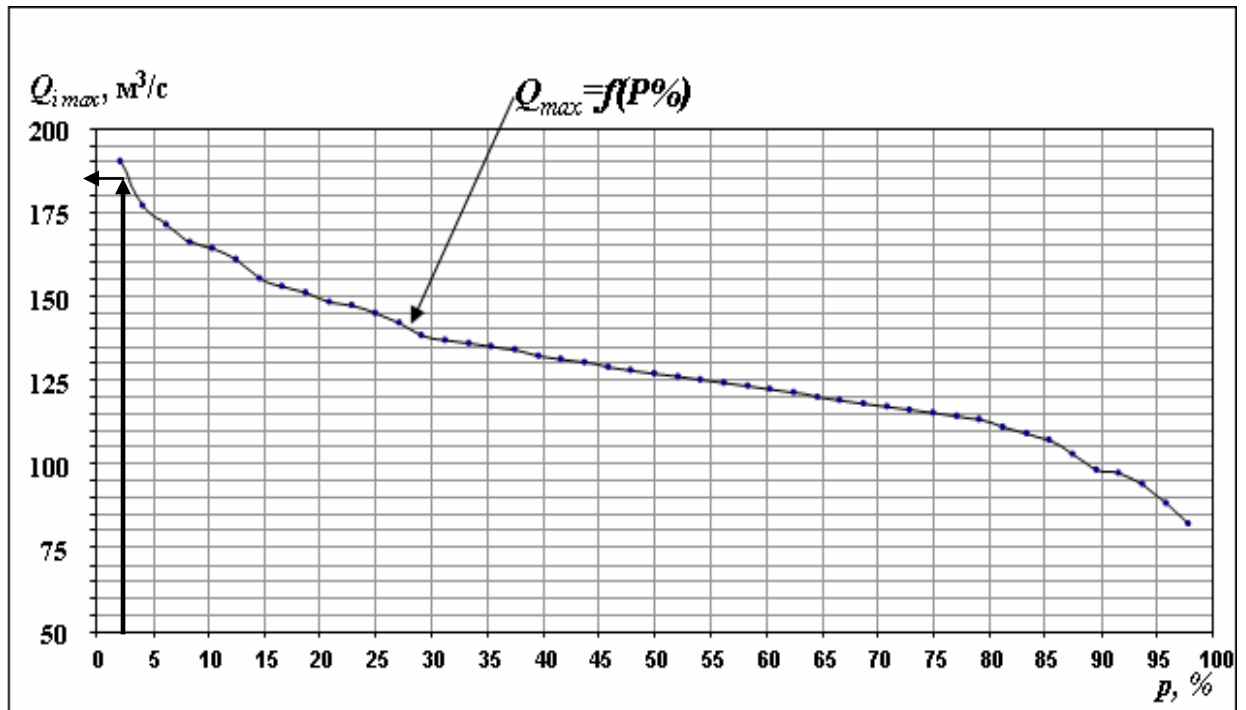


Рис. 2.4. Эмпирическая кривая распределения ежегодных вероятностей превышения

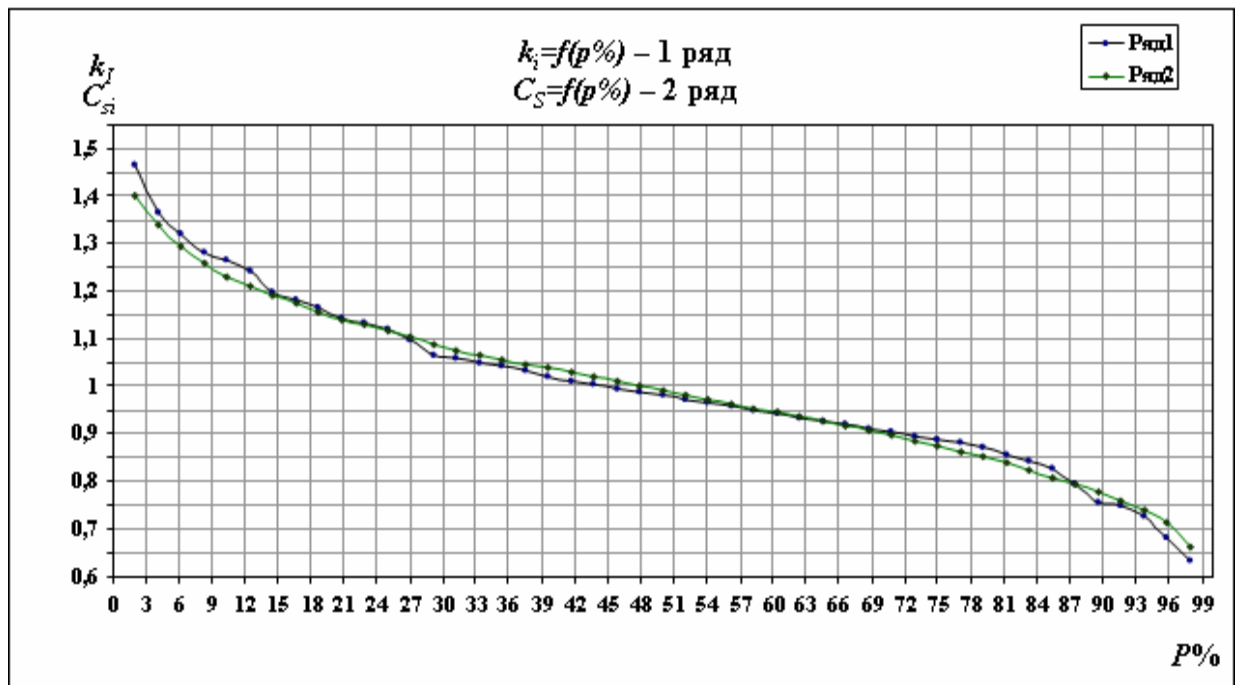


Рис. 2.5. Эмпирическая кривая распределения в модульных коэффициентах

5. В соответствии с заданной категорией водозабора определить максимальный допустимый расходы воды для берегового водозабора (Приложение 3), используя кривую распределения ежегодных вероятностей превышения (кривую обеспеченности).

Расчетные вероятности максимальных расходов для водозабора из поверхностных источников приводятся в СНиП 2.04.02-84\* «ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ».

В соответствии со СНиП 2.04.02-84 конструктивная схема водозабора должна приниматься в зависимости от требуемой категории, гидрологической характеристики водоисточника с учетом максимальных и минимальных уровней воды, указанных в табл. 2.3, а также требований органов по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, охраны рыбных запасов и водного транспорта.

Таким образом, для берегового водозабора в соответствии с заданной категорией I (Приложение 3), ежегодная вероятностей превышения (обеспеченность) максимального допустимого расхода воды составит -  $P=1,0\%$ .

Порядок определения максимального допустимого расхода воды для мостового перехода I категории водозабора показан на рис. 2.4.

В соответствии с приведенным примером  $Q_{\max P=1\%} = 185 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

**6. Определить высотное расположение берегового водозабора** в соответствии с рассчитанным максимальным допустимым расходом воды, используя построенную кривую расходов воды.

Определяем глубину воды в реке в створе водозабора при пропуске максимального допустимого расхода воды.

Для рассмотренного случая при  $Q_{\max P=1\%} = 185 \text{ м}^3 / \text{с}$  глубина воды у водозабора составит  $H=11,5$  м;

### Рекомендуемая литература

#### *Основная*

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. Учебник. – М.: Высшая школа, 2007.

2. Кузьминский Р.А. Гидрология, гидрометрия и гидротехнические сооружения. Учебное пособие. - М.: РГОТУПС, 2008.

#### *Дополнительная*

1. Железняков Т.В. и др. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. Учебник. - М.: Колос, 1993.

2. Смирнов Г.Н. Гидрология и гидротехнические сооружения. Учебник. - М.: Высшая школа, 1986.

3. Рассказов Л.Н. и др. Гидротехнические сооружения. Учебник. - М.: Высшая школа, 1996.

4. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик.

ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ  
ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПОСТА № 208 НА Р. МОСКВЕ, РАСПОЛОЖЕННОМ В  
СТВОРЕ Г. ЗВЕНИГОРОД

Таблица 1.1

Уровни воды в реке

208. р. МОСКВА – г. ЗВЕНИГОРОД												
Отм. Нуля графика 132,89 м абс.												
Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	141	123	121	593	105	88	73	66	68	65	66	92
2	139	123	122	618	110	88	84	68	68	66	65	93
3	138	122	121	623	117	86	75	68	67	67	74	92
4	136	122	121	556	132	84	72	66	66	67	73	92
5	135	123	121	459	142	84	70	65	66	66	68	90
6	132	122	120	371	132	83	71	64	66	65	64	92
7	130	122	121	328	120	80	71	64	65	66	73	94
8	130	121	121	294	110	79	70	65	66	66	86	96
9	128	121	121	264	104	80	69	64	65	67	84	96
10	127	122	123	235	100	80	69	64	65	66	83	97
11	126	122	124	216	97	80	68	64	65	66	80	106
12	126	123	124	240	99	78	66	64	65	65	83	109
13	125	122	124	239	168	80	66	63	71	65	83	117
14	124	122	124	220	262	84	66	63	67	65	87	106
15	124	122	124	192	238	88	65	63	64	65	86	103
16	123	123	129	174	190	88	66	62	61	65	86	102
17	124	123	134	166	163	86	66	62	62	65	84	101
18	124	123	138	156	142	82	65	72	62	66	84	98
19	124	123	140	150	132	79	65	69	62	66	86	97
20	123	122	138	144	122	78	65	66	62	65	86	97
21	123	122	138	141	117	78	64	68	64	65	84	98
22	124	123	140	136	108	78	64	66	64	65	86	98
23	124	122	144	132	104	78	68	66	65	65	86	97
24	124	121	146	128	101	76	71	65	65	65	86	97
25	123	121	145	124	98	76	73	64	65	66	86	98
26	124	121	150	122	95	74	72	64	65	65	86	99
27	123	121	176	119	94	73	71	66	64	67	86	100
28	124	121	288	114	94	72	72	68	64	67	86	101
29	122	121	501	110	92	71	70	66	64	66	88	100
30	122	121	609	109	90	72	70	68	63	66	90	100
31	122	121	596	109	89	72	67	68	63	68	90	100
Средн	127	122	179	249	125	80	69	66	65	66	82	99
Высш.	142	123	632	638	273	91	88	75	72	69	90	118
Низш.	122	121	120	109	89	71	64	61	61	65	64	90
Средний годовой 111. Высший 638 3/IV. Низший 61 17/VIII, 16/IX.												
Примечание: Уровни воды принимаются равными $Z+k$ , где $Z$ – данные приведенные в таблице, $k$ – две последние цифры учебного шифра.												

## Расходы воды в реке

208. р. МОСКВА – г. ЗВЕНИГОРОД												
Площадь водосбора 5000 км <sup>2</sup>												
Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	12,3	8,93	8,01	634	22,4	14,4	8,30	6,08	6,62	5,82	6,08	8,05
2	12,0	8,93	8,16	699	24,9	14,4	12,7	6,62	6,62	6,08	5,82	8,30
3	11,8	8,79	8,01	713	28,6	13,5	9,08	6,62	6,35	6,35	8,69	8,05
4	11,5	8,79	8,01	550	37,2	12,7	7,92	6,08	6,08	6,35	8,30	8,05
5	11,3	8,93	8,01	376	43,2	12,7	7,15	5,82	6,08	6,08	6,62	7,45
6	10,8	8,79	7,85	256	37,2	12,3	7,54	5,55	6,08	5,82	5,55	7,89
7	10,8	8,48	8,01	207	30,2	11,0	7,54	5,55	5,82	6,08	6,62	8,33
8	10,8	8,32	8,01	171	24,9	10,6	7,15	5,82	6,08	6,08	7,02	8,82
9	10,4	8,32	8,01	142	21,8	11,0	6,88	5,55	5,82	6,35	6,35	8,64
10	10,3	8,48	8,29	115	19,8	11,0	6,88	5,55	5,82	6,08	6,03	8,83
11	10,1	8,48	8,45	98,8	18,4	11,0	6,62	5,55	5,82	6,08	5,28	10,8
12	10,1	8,61	8,45	119	19,3	10,2	6,08	5,55	5,82	5,82	5,78	11,5
13	9,93	8,48	8,45	119	61,0	11,0	6,08	5,28	7,54	5,82	5,78	13,4
14	9,75	8,48	8,45	102	140	12,7	6,08	5,28	6,35	5,82	6,53	10,5
15	9,75	8,48	8,45	78,8	118	14,4	5,82	5,28	5,55	5,82	6,34	9,80
16	9,57	8,61	9,20	65,3	77,2	14,4	6,08	5,02	4,75	5,82	6,34	9,57
17	10,1	8,61	9,98	59,5	57,4	13,5	6,08	5,02	5,02	5,82	6,10	9,14
18	10,1	8,61	10,6	52,4	43,2	11,8	5,82	7,92	5,02	6,08	6,10	8,50
19	10,1	8,29	10,9	48,2	37,2	10,6	5,82	6,88	5,02	6,08	6,48	8,10
20	9,89	8,16	10,6	44,4	31,4	10,2	5,82	6,08	5,02	5,82	6,62	7,91
21	9,89	8,16	10,6	42,5	28,6	10,2	5,55	6,62	5,55	5,82	6,22	8,13
22	10,1	8,29	10,9	39,5	23,9	10,2	5,55	6,08	5,55	5,82	6,62	7,94
23	10,1	8,16	12,0	37,2	21,8	10,2	6,62	6,08	5,82	5,82	6,62	7,73
24	9,75	8,01	12,8	34,8	20,3	9,46	7,54	5,82	5,82	5,82	6,75	7,54
25	9,57	8,01	13,5	32,5	18,9	9,46	8,30	5,55	5,82	6,08	6,75	7,56
26	9,75	8,01	15,9	31,4	17,5	8,69	7,92	5,55	5,82	5,82	6,75	7,72
27	9,25	8,01	26,0	29,7	17,0	8,30	7,54	6,08	5,55	6,35	6,75	7,72
28	9,42	8,01	75,9	27,0	17,0	7,92	7,92	6,62	5,55	6,35	6,75	7,92
29	9,11	8,01	140	24,9	16,1	7,54	7,15	6,08	5,55	6,08	7,20	7,52
30	8,79	8,01	251	24,4	15,2	7,92	7,15	6,62	5,28	6,08	6,60	7,52
31	8,79	8,01	414	24,4	14,8	7,92	6,35	6,62	5,28	6,62	6,60	7,52
Средн	10,2	8,44	37,3	166	35,6	11,1	7,07	5,96	5,79	6,02	6,53	8,60
Наиб.	12,5	8,93	414	753	151	15,7	14,4	9,08	7,92	6,88	8,69	13,7
Наим.	8,79	8,01	7,85	24,4	14,8	7,54	5,55	4,75	4,75	5,82	5,28	7,45
Средний годовой 26,0. Наибольший 753 3/IV. Наименьший 4,75 17/VIII, 16/IX.												
Примечание: Расходы воды принимаются равными $Q+m$ , где $Q$ – данные приведенные в таблице, $m$ – две последние цифры учебного шифра.												

**Значения максимальных годовых расходов воды в реке для каждого  
условного года наблюдений**

Условный год	Максимальный расход $Q_{max}$ , м <sup>3</sup> /с	Условный год	Максимальный расход $Q_{max}$ , м <sup>3</sup> /с
1	102+n	25	112+n
2	95+n	26	84+n
3	89+n	27	120+n
4	113+n	28	91+n
5	93+n	29	94+n
6	110+n	30	62+n
7	97+n	31	83+n
8	63+n	32	100+n
9	96+n	33	53+n
10	80+n	34	90+n
11	126+n	35	129+n
12	107+n	36	82+n
13	88+n	37	78+n
14	59+n	38	72+n
15	116+n	39	131+n
16	99+n	40	81+n
17	118+n	41	47+n
18	79+n	42	142+n
19	76+n	43	87+n
20	101+n	44	155+n
21	92+n	45	74+n
22	68+n	46	86+n
23	85+n	47	136+n
24	103+n		
<b>Примечание: <i>n</i> – две последние цифры учебного шифра.</b>			

**СНиП 2.04.02-84\* ВОДОСНАБЖЕНИЕ НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ**

**5.80.** Конструктивная схема водозабора должна приниматься в зависимости от требуемой категории, гидрологической характеристики водоисточника с учетом максимальных и минимальных уровней воды, указанных в табл. 11, а также требований органов по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, охраны рыбных запасов и водного транспорта.

Таблица 11

**Расчетная вероятность превышения (обеспеченность) расходов воды  
при проектировании водозаборов  
(СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение наружные сети и сооружения)**

Категория водозабора	Обеспеченность расчетных уровней воды в поверхностных источниках, %	
	максимальный	минимальный
I	1	97
II	3	95
III	5	90