

Практическое занятие

Определение водоносности реки и возможного забора воды на увлажнение почвы

Системный план водораспределения – основа организации работы оросительной системы. Планирование сводится к заблаговременному определению возможностей и потребностей забора воды из источника орошения с последующим ее распределением между участками, узлами системы и подачи ее в точки выдела хозяйствам.

Режим прогнозируемых расходов (объемов) воды по крупным источникам орошения, питающим несколько систем межобластного значения, определяют проектные организации на основе специальных расчетов. Расчетный режим более мелких источников орошения определяют эксплуатационные предприятия с использованием местных гидрометрических данных по источнику за последние 10–15 лет и более. Для этого среднегодовые расходы воды в реке за ряд лет наблюдений располагают в убывающем порядке.

Затем среднемесячные расходы воды в реке и атмосферные осадки за осенне-зимний период (октябрь – январь) для характерных по обеспеченности стока лет сравнивают с расходами и осадками за такой же период, предшествующий расчетному году. По минимальному отклонению расходов текущего периода от расходов характерных лет устанавливают год-аналог. Из гидрометрических данных года-аналога выбирают среднемесячные (декадные) расходы реки за вегетационный период (апрель – сентябрь).

Расходы или объемы воды, которые можно забирать из источника в оросительную систему по месяцам и декадам, определяют с учетом права данной системы на воду.

Определение оросительной способности реки при заборе воды на увлажнение рассмотрим на конкретном примере.

Исходные данные принимаются по табл. 4.1, 4.2, 4.3 в соответствии с заданным вариантом.

Таблица 4.1. – Исходные данные для определения оросительной способности реки

Вариант	Источник воды для увлажнения	Расчетные годы	Площадь увлажнения, га	Состав культур, %			Оросительная норма $M_{ор}$, м ³ /га (условно)			КПД использования воды η
				травы	зерновые	кукуруза	травы	зерновые	кукуруза	
1	р. Днепр, Оршанский р-н	1980–1989	1100	40	40	20	1500	1000	1500	0,90
2		1981–1990	1200	40	50	10	1450	1050	1450	0,75
3		1982–1991	1300	30	30	40	1400	1100	1400	0,80
4		1983–1992	1400	30	40	30	1500	1150	1350	0,82
5		1984–1993	1500	40	30	30	1350	1200	1300	0,78
6		1985–1994	1600	40	20	40	1300	1250	1250	0,83
7		1986–1995	1700	20	20	60	1250	1300	1200	0,88
8		1987–1996	1750	50	40	10	1450	1350	1150	0,79
9		1988–1997	1800	40	50	10	1500	1400	1100	0,76
10		1989–1998	1850	10	30	60	1250	1450	1050	0,81
11		1990–1999	1900	50	20	30	1300	1500	1000	0,89
12		1991–2000	1950	30	20	50	1400	1200	1500	0,87
13		1992–2001	2000	40	10	50	1350	1300	1450	0,79
14		1993–2002	2050	70	10	20	1450	1500	1400	0,77
15		1994–2003	2100	20	10	70	1500	1450	1450	0,86
16		1995–2004	1150	30	60	10	1230	1310	1110	0,85
17		1996–2005	1170	50	30	20	1320	1250	1150	0,75
18		1997–2006	1040	60	20	20	1380	1280	1180	0,88
19		1998–2007	1970	45	35	20	1400	1350	1210	0,76
20		1999–2008	1920	25	20	55	1420	1290	1140	0,84
21		2000–2009	2010	10	40	50	1480	1340	1160	0,78
22		2001–2010	1520	20	40	40	1300	1380	1220	0,79
23		2002–2011	1650	30	35	35	1290	1350	1250	0,89
24		2003–2012	1370	35	40	25	1330	1400	1125	0,91
25		2004–2013	1280	40	40	20	1400	1420	1270	0,83

Таблица 4.2. – Среднемесячные расходы воды в реке по годам наблюдений, м³/с

Годы	Месяцы												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1980	20	17	300	520	1200	30	22	270	325	70	90	120	248
1981	25	20	310	230	1000	40	30	260	330	60	70	170	212
1982	27	25	290	500	1100	50	40	240	300	55	130	160	240
1983	30	30	280	480	1150	70	35	250	60	25	100	130	220
1984	32	35	270	450	950	60	50	200	80	30	150	140	204
1985	35	40	260	220	970	80	60	190	70	50	140	135	198
1986	38	45	240	530	930	85	55	230	65	45	120	110	208
1987	40	50	220	540	900	90	70	180	50	280	160	90	223
1988	42	55	200	550	850	55	75	220	40	80	145	60	201
1989	45	60	180	240	700	95	80	170	290	95	170	20	179

Окончание табл. 4.2													
1990	47	70	160	250	650	100	90	165	270	85	180	40	176
1991	49	80	140	260	600	110	85	150	250	270	175	55	185
1992	51	90	120	560	550	120	100	160	30	260	370	80	207
1993	53	100	110	570	500	115	110	140	260	240	360	150	256
1994	55	110	100	580	450	125	115	120	240	250	350	165	222
1995	57	120	90	300	400	130	95	100	25	75	190	155	145
1996	60	130	80	590	350	150	120	80	55	230	210	125	182
1997	63	140	70	330	370	160	140	60	120	220	250	70	166
1998	66	150	60	700	300	180	160	75	130	180	80	85	180
1999	69	160	50	600	250	200	180	50	90	160	75	25	160
2000	36	170	40	650	200	250	200	45	110	170	60	95	169
2001	43	180	30	750	40	260	210	40	95	190	220	175	178
2002	28	190	20	800	150	270	220	30	150	140	240	170	200
2003	54	200	50	950	170	280	240	20	145	200	182	180	220
2004	62	150	90	550	420	270	190	110	90	205	120	150	200
2005	75	125	210	420	370	150	190	230	240	180	200	120	209
2006	100	110	320	350	400	220	125	135	180	220	115	150	202
2007	90	100	190	220	320	310	280	250	120	140	180	100	192
2008	75	120	210	320	520	420	350	150	170	130	200	140	234
2009	125	150	170	350	280	170	120	80	130	180	210	155	177
2010	150	120	180	280	370	330	310	200	210	240	125	130	220
2011	95	125	175	225	170	200	150	210	230	250	190	120	178
2012	105	135	75	175	210	220	120	170	240	200	150	110	159
2013	65	75	110	320	350	270	150	120	170	210	240	130	184
Расчет- ный год	50	–	–	–	–	–	–	–	–	130	110	120	–

Таблица 4.3. – Осадки в районе расположения мелноративного объекта за осенне-зимние месяцы по годам наблюдений, мм

Годы	Месяцы			
	X	XI	XII	I
1980–1981	24	30	36	11
1981–1982	23	25	4	8
1982–1983	25	14	6	4
1983–1994	28	32	8	9
1984–1985	14	14	6	4
1985–1986	20	31	38	10
1986–1987	31	24	12	11
1987–1988	30	22	30	16
1988–1989	29	28	12	4
1989–1990	15	18	3	8
1990–1991	22	30	28	10
1991–1992	30	26	6	9
1992–1993	33	21	19	16
1993–1994	19	28	4	9

Окончание табл. 4.3				
1994–1995	42	32	6	10
1995–1996	30	24	28	4
1996–1997	31	31	6	9
1997–1998	32	21	4	10
1998–1999	25	24	30	4
1999–2000	30	28	3	10
2000–2001	32	25	6	8
2001–2002	23	36	3	5
2002–2003	28	30	10	15
2003–2004	22	27	12	9
2004–2005	28	32	8	7
2005–2006	34	25	16	10
2006–2007	45	37	21	11
2007–2008	38	29	17	6
2008–2009	24	30	10	12
2009–2010	20	26	22	13
2010–2011	33	34	24	8
2011–2012	30	41	17	11
2012–2013	39	43	13	14
Расчетный год	25	30	16	9

Требуется:

1. Определить объемы возможного забора воды из реки в мелиоративную сеть для увлажнения почвы на весь период вегетации сельскохозяйственных культур.
2. Определить потребные объемы воды для увлажнения почвы и сравнить их с забором из реки. Сделать вывод об обеспеченности орошения водой.

Порядок выполнения задания.

1. По заданному варианту в табл. 4.1 выбираем годы расчетного периода. Для каждого года наблюдений из табл. 4.2 выписываем среднегодовые расходы воды и располагаем их в убывающем порядке. Под каждым расходом подписываем год, в котором он наблюдался. Информацию заносим в следующую таблицу 4.4

Таблица 4.4 – Среднегодовые расходы воды в реке

Q _{ср. год} , м ³ /с	248	240	223	220	212	208	204	201	198	179
Годы	1980	1982	1987	1983	1981	1986	1984	1988	1985	1989

2. Определяем расход в реке в средний по водности год:

$$Q_{\text{ср. водн}} = \frac{\sum Q}{n}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где $\sum Q$ – сумма $Q_{\text{ср. год}}$ за весь период наблюдений;
 n – число лет наблюдений.

$$Q_{\text{ср. водн}} = \frac{2133}{10} = 213,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

7 Наиболее близкий расход (в ряду с убывающими расходами см. п. 1) имел место в 1981 г. Этот год принимаем за средний по водности реки.

3. Определяем год с пониженной водоносностью реки:

$$Q_{\text{пониж. водн}} = \frac{\sum Q < Q_{\text{ср. водн}}}{n_1} = \frac{990}{5} = 198 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Полученный результат совпадает с расходом 1985 г., равным $198 \text{ м}^3/\text{с}$.

4. Определяем год с повышенной водоносностью реки:

$$Q_{\text{пов. водн}} = \frac{\sum Q > Q_{\text{ср. водн}}}{n_2} = \frac{931}{4} = 232,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Полученный результат близок к величине расхода 1982 г., равной $240 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для определения года-аналога используем также год максимальной водоносности (1980) и минимальной водоносности (1989) (см. п. 1).

Год-аналог установим путем сравнения расходов воды в реке и атмосферных осадков за осенне-зимние месяцы лет, принятых в п. 2, 3, 4, и расчетного года.

Расчеты удобно выполнять в форме табл. 4.5.

Таблица 4.5. – Определение расчетного года-аналога

Месяц	Год макс. водон. (1980)		Год повыш. водон. (1982)		Год средн. водон. (1981)		Год пониж. водон. (1985)		Год мин. водон. (1989)		Расчетный год	
	Q	h	Q	h	Q	h	Q	h	Q	h	Q	h
X	70 <u>130</u> -60	24 <u>25</u> -1	55 <u>130</u> -75	25 <u>25</u> 0	60 <u>130</u> -70	23 <u>25</u> -2	50 <u>130</u> -80	20 <u>25</u> -5	95 <u>130</u> -35	15 <u>25</u> -10	130	25
XI	90 <u>110</u> -20	30 <u>30</u> 0	130 <u>110</u> +20	14 <u>30</u> -16	70 <u>110</u> -40	25 <u>30</u> -5	140 <u>110</u> +30	31 <u>30</u> +1	170 <u>110</u> +60	18 <u>30</u> -12	110	30
XII	120 <u>120</u> 0	36 <u>16</u> +20	160 <u>120</u> +40	6 <u>16</u> -10	170 <u>120</u> +50	4 <u>16</u> -12	135 <u>120</u> +15	38 <u>16</u> +22	20 <u>120</u> -100	3 <u>16</u> -13	120	16
I	25 <u>50</u> -25	11 <u>9</u> +2	30 <u>50</u> -20	4 <u>9</u> -5	27 <u>50</u> -23	8 <u>9</u> -1	38 <u>50</u> -12	10 <u>9</u> +1	47 <u>50</u> -3	8 <u>9</u> -1	50	9
	-105	+21	-35	-31	-83	-20	-47	+19	-78	-36		

Из таблицы видно, что из пяти выбранных лет (разных по обеспеченности расходов воды в реке) наименьшее отклонение от расчетного года по расходам имеет 1982 г. Этот год принимаем за аналог.

По году-аналогу из табл. 4.2 выбираем среднемесячные расходы воды в реке за период вегетации сельскохозяйственных растений и заносим в следующую таблицу 4.6.

Таблица 4.6. – Среднемесячные расходы воды в реке за период вегетации

Месяцы	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Расходы $Q_{ср}$, м ³ /с	500	1100	50	40	240	300	55

Определяем право на забор воды из реки в мелиоративную систему объекта увлажнения:

$$P = \frac{F_{\text{сист}}}{F_{\text{ор}}^{\text{мин}}} \cdot 100, \%;$$

$$P = \frac{1100}{42857} \cdot 100 \% = 2,56 \%,$$

где $F_{\text{сист}}$ – площадь объекта, обслуживаемого мелиоративной системой, га (см. табл. 3.1 согласно варианту);

$F_{\text{ор}}^{\text{мин}}$ – площадь возможного увлажнения (орошения) в гектарах с использованием всего расхода $Q_{ср}$. Принимается наименьшая площадь в

одном из месяцев вегетационного периода (IV–X). Она определяется по формуле

$$F_{\text{ор}}^{\text{мин}} = \frac{1000 \cdot Q_{\text{ср}} \cdot \eta}{q}, \text{ га,}$$

$$F_{\text{ор}}^{\text{мин}} = \frac{1000 \cdot 40 \cdot 0,9}{0,84} = 42857 \text{ га,}$$

где η – КПД использования воды (см. табл. 3.1);

q – оросительный гидромодуль, л/с с 1 га (табл. 4.7). При совпадении поливов нескольких культур оросительные гидромодули необходимо суммировать.

Таблица 4.7. – **Оросительные гидромодули для сельскохозяйственных культур (условно), л/с с 1 га**

Культуры	Месяцы						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Травы	0,24	0,25	0,27	0,29	0,29	0,25	0,24
Зерновые	–	0,24	0,29	0,27	0,19	–	–
Кукуруза	–	–	0,24	0,28	0,29	0,24	0,19

Расходы возможного забора воды из реки в систему можно определить по формуле

$$Q_{\text{сист}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{100} \cdot P, \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Расчеты сводим в следующую таблицу 4.8.

Таблица 4.8 – **Объем возможного забора воды из реки**

Месяцы	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X
$Q_{\text{сист}}$	12,8	28,2	1,3	1,1	6,1	7,7	1,4

Объем воды, который необходим для увлажнения почвы на весь вегетационный период, определяют по формуле

$$V_{\text{заб}} = (Q_{\text{IV}} \cdot T_{\text{IV}} + Q_{\text{V}} \cdot T_{\text{V}} + \dots + Q_{\text{IX}} \cdot T_{\text{IX}} + Q_{\text{X}} \cdot T_{\text{X}}) \cdot 86400, \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{заб}} = (12,8 \cdot 30 + 28,2 \cdot 31 + 1,3 \cdot 30 + 1,1 \cdot 31 + 6,1 \cdot 31 + 7,7 \cdot 30 + 1,4 \cdot 31) \cdot 86400 = 155070720 \text{ м}^3,$$

где Q – расход, забираемый из реки в систему;

T – количество суток в месяце.

Потребный объем воды для увлажнения почвы на весь период вегетации сельскохозяйственных культур

$$V_{\text{потр}}^{\text{нт}} = M_{\text{ор}}^{\text{тр}} \cdot F_{\text{тр}} + M_{\text{ор}}^{\text{зерн}} \cdot F_{\text{зерн}} + M_{\text{ор}}^{\text{кукур}} \cdot F_{\text{кукур}}, \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{потр}}^{\text{нт}} = 1500 \cdot 440 + 1000 \cdot 440 + 1500 \cdot 220 = 1430000 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{потр}}^{\text{бр}} = \frac{V_{\text{потр}}^{\text{нт}}}{\eta_{\text{сист}}}, \text{ тыс. м}^3;$$

$$V_{\text{потр}}^{\text{бр}} = \frac{1430}{0,9} = 1589 \text{ тыс. м}^3,$$

где $\eta_{\text{сист}}$ – КПД мелиоративной системы (см. табл. 4.1).

Сравнив объем воды, потребной на орошение ($V_{\text{потр}}^{\text{бр}}$), и объемы возможного забора воды ($V_{\text{заб}}$), можно сказать, что река может полностью обеспечить данную мелиоративную систему водой для орошения на весь период вегетации сельскохозяйственных культур.

На основании выполненных расчетов составляется системный план водораспределения. План распределения воды по оросительной системе составляется на предстоящий поливной период на основе плана водозабора из источника орошения.