

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 по курсу «Учение о гидросфере» к разделу «Гидрология рек».

1. Построить годограф (эпюру скоростей) реки по следующим данным:

Скорости течения воды в реке на разных глубинах

Глубина, м	Скорость течения, м/с	Глубина, м	Скорость течения, м/с	Глубина, м	Скорость течения, м/с
0,0	0,23	0,6	0,19	1,3	0,12
0,3	0,21	0,8	0,18	1,4	0,09
0,4	0,20	0,9	0,16	1,5	0,06
0,5	0,20	1,1	0,14		

Примечание: а) общая глубина реки 1,6 м, б) масштабы для построения годографа: вертикальный - в 1 см 0,25 м, горизонтальный - в 1 см 0,05 м/с.

2. Определить площадь живого сечения реки по данным табл. 1.

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
1,5	0,4	0,9	1,0	1,5	1,0	0,9	0,4	1,5	1,1	1,8	1,7	1,5	1,7	1,8	1,1	1,5	1,7	0,9	1,1
3,5	0,7	3,7	4,6	3,5	4,6	3,7	0,7	2,8	2,7	2,9	2,8	2,8	2,8	2,9	2,7	3,5	2,8	3,7	2,7
5,5	0,9	5,6	5,8	5,5	5,8	5,6	0,9	6,9	3,1	4,8	3,9	6,9	3,9	4,8	3,1	5,5	3,9	5,6	3,1
7,5	1,5	8,3	8,9	7,5	8,9	8,3	1,5	10,8	5,6	9,5	4,6	10,8	4,6	9,5	5,6	7,5	4,6	8,3	5,6
9,5	2,3	10,8	6,4	9,5	6,4	10,8	2,3	12,9	4,8	12,9	6,8	12,9	6,8	12,9	4,8	9,5	6,8	10,8	4,8
11,5	1,3	15,8	3,2	11,5	3,2	15,8	1,3	14,7	3,3	15,8	5,4	14,7	5,4	15,8	3,3	11,5	5,4	15,8	3,3
12,3	0,0	16,3	0,0	12,3	0,0	16,3	0,0	17,0	0,0	17,9	0,0	17,0	0,0	17,9	0,0	12,3	0,0	16,3	0,0

L – расстояние от постоянного начала створа, м; H – глубина реки, м

Сделать пояснительный схематический чертеж, на котором проставить все цифровые данные.

3. Определить по формуле Шези среднюю скорость реки, если известно, что на данном отрезке дно русла сложено песчаным материалом, встречаются отмели и острова. Средний уклон реки - 0,00006, средняя глубина потока - 1,9 м.

Формула Шези - $v = c \sqrt{h \cdot I}$, где v - средняя скорость течения, c - коэффициент Шези, h - средняя глубина потока, I - уклон¹.

Коэффициент Шези определяется по формуле Маннинга $C = h^{1/6} \div n$, где h - глубина потока, n - коэффициент шероховатости, определяемый по таблицам М. Ф. Срибного

Коэффициенты шероховатости различных русел естественных водотоков (по М. П. Срибному)

№ п/п	Характеристика русла	Коэффициент шероховатости
1	Естественные русла со свободным течением (незаросшие, незаиленные и незасоренные);	0,025
2	Русла больших и средних равнинных рек, слабоизвилистые или прямолинейные, слабозасоренные;	0,033
3	Сравнительно чистые русла равнинных рек, извилистые или прямолинейные, но с порогами, глинистыми выступами в русле, отдельными камнями;	0,040
4	Русла больших и средних равнинных и горных рек, извилистые, сильно засоренные, каменистые. Ровные луговые поймы.	0,050
5	Русла периодических (временных) водотоков, извилистые, заиленные, заросшие донной растительностью. Галечно-валунные русла горных рек с побочными и перекатами, стоячими волнами. Гривистые и грядовые лугово-кустарниковые поймы.	0,067
6	Реки заросшие (бочажинные), заиленные. Галечно-валунные порожистые русла горных рек со стоячими волнами, бурным пенистым течением. Кустарниковые неровные поймы.	0,080
7	Порожисто-водопадные русла горных рек с крупновалунным ложем, бурным, пенистым течением, кавитацией.	0,100
8	Русла селевых (грязе-каменных) потоков. Лесные (таежные) поймы.	0,200

4. Определить по формуле Шези среднюю скорость реки на прямом участке русла со свободным течением. Ширина русла реки 160 м, площадь живого сечения 368 м². Для вычисления падения и уклона реки было измерено давление воздуха у уреза воды в реке в разных точках. Давление по anerоиду в 500 м вверх по течению реки от гидрометрического створа было равно 756,0 мм. В это же время давление воздуха в 500 м вниз по течению было 756,5 мм.

5. Вычислить среднюю скорость горной реки, если максимальная скорость, определенная с помощью поверхностных поплавков, равна V_{\max} м/с. Средняя глубина реки h м.

Варианты исходных данных

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_{\max}	1,7	2,9	1,9	2,2	2,5	2,7	1,8	2,0	3,2	3,3
h	3	2	0,9	2	3	0,9	0,9	2	3	2

6. Вычислить среднюю скорость течения в русле широкой, частично заросшей извилистой реки, если максимальная скорость воды в реке V_{\max} м/с, средняя глубина реки h м.

Варианты исходных данных

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_{\max}	0,5	0,9	1,0	1,2	1,5	0,7	0,8	2,0	1,2	1,3
h	4	5	6	4	5	6	4	5	3	4

Пояснение к задачам 5, 6

Вычисление средней скорости реки по максимальной поверхностной производится по формуле:

$V_{\text{ср.}} = KV_{\text{макс.}}$, где $V_{\text{ср.}}$ – средняя скорость; K – коэффициент перехода от максимальной скорости к средней (таблица); $V_{\text{макс.}}$ – максимальная скорость.

Характеристика русла (условия протекания)	Средняя глубина, м		
	< 1	1 - 5	> 5
Равнинные реки большие и средние с незаросшим ровным или грядовым песчаным или галечным дном	0,55 – 0,67	0,68 – 0,77	0,78 – 0,79
Равнинные реки средние и малые с высокой шероховатлостью дна (частично заросшие или замусоренные, с выходами на дне коренных пород, порожистые, с высокой неравномерностью течения. Горные реки с галечным аллювием)	0,43 – 0,54	0,55 – 0,65	0,66 – 0,70
Равнинные малые и средние реки с сильно заросшим дном, горные порожисто-волопальные реки	0,40 – 0,43	0,43 – 0,60	0,61 – 0,86

7. Пользуясь данными табл. 3 - 5 выявить и объяснить влияние растительности, озерности и площади бассейна на величину и сезонное распределение стока рек.

Таблица 3. Распределение стока рек по сезонам в зависимости от озерности их бассейнов, % от годового

Озерность бассейна, %	Весна	Лето	Осень	Зима
5	47	13	30	10
15	37	20	26	17
25	33	23	24	20

Таблица 4. Коэффициент весеннего стока в лесной зоне в зависимости от растительности и механического состава почв

	Растительность		
	луг (залежь)	пашня (зябрь)	лес
Суглинистые	0,53	0,39	0,19
Супесчаные	0,33	0,23	0,03
Песчаные	0,2	0,1	0,01

Таблица 5. Доля весеннего стока в годовом в зависимости от площади бассейна

Зона	Площадь бассейна, км ²	Доля весеннего стока в годовом, %	Зона	Площадь бассейна, км ²	Доля весеннего стока в годовом, %
Лесостепная	До 50	90-100	Степная	До 1000	95-100
	50-100	80-85		1000-2000	90-95
	100-500	70-75		2000-3000	80-90
	Свыше 500	60-65		3000-4000	70-75
				Более 4000	60-65

8. Определить расход воды в реке, если известно, что ширина реки 32 м, средняя скорость реки 0,9 м/с. Площадь живого сечения вычислить по данным табл. .

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
v	0,9	1,4	3,2	0,8	1,6	2,8	3,1	4,0	2,2	1,9

Определение площади живого сечения

Расстояние от постоянного начала створа, м	Глубина реки, м
2,7	0,5
6,7	0,9
10,7	1,8
14,7	2,5
18,7	3,2
22,7	2,7
26,7	2,1

9. Определить объем стока, модуль стока и коэффициент стока следующих рек (табл.).

Характеристика стока крупнейших рек земного шара

Название рек	Длина реки, км	Площадь бассейна, тыс. км ²	Годовое количество осадков в бассейне, мм	Расход воды, м ³ /с	Объем годового стока, км ³	Модуль стока, л/с км ²	Слой стока, мм/год	Коэффициент стока
	L	F	X	Q	W	M	У	К ст. %
Амазонка	6437	7180	1967	220 000				
Дунай	2857	817	749	6430				
Волга	3531	1360	464	7710				
Нил	6671	2870	626	2900				
Миссисипи с Миссури	5971	3268	757	19000				
Конго	4370	3820	1323	46000				

1. Объем стока W м³ или км³ — количество воды, протекающее в русле реки через данный замыкающий створ за промежуток времени T суток,

$$W = 86400QT \text{ (м}^3\text{)} = 8,64 \cdot 10^5 QT \text{ (км}^3\text{)},$$

где Q — средний расход в м³/с за время T суток; 86400 — число секунд в сутках.

2. Модуль стока M л/(с·км²) — количество воды, стекающей с единицы площади в единицу времени,

$$M = 10^3 Q/F,$$

где F — водосборная площадь в км².

3. Слой стока Y — слой воды в миллиметрах, равномерно распределенной по площади F и стекающей с водосбора за некоторый промежуток времени T суток,

$$Y = 86,4TQ/F,$$

слой стока за год в миллиметрах:

$$Y = 31,54M$$

4. Коэффициент стока η — отношение величины слоя стока с данной площади за некоторый промежуток времени к величине слоя атмосферных осадков, выпадающих на эту площадь за тот же промежуток времени, т. е.

$$\eta = Y/X, 0 \leq \eta \leq 1,$$

где X – количество атмосферных осадков в мм. Коэффициент стока — величина безразмерная.

10. Пользуясь планом участка реки (рис.1), построить поперечные профили русла по линиям АА или ББ и вычислить площади живого сечения реки по этим профилям в низкую межень (при незатопленных прирусловых отмелях) и в высокую межень (при затопленных прирусловых отмелях). Определить расходы воды в реке в разные фазы гидрологического режима, если максимальная поверхностная скорость течения равна в низкую межень V_1 м/с, а в высокую – V_2 м/с. Масштаб рисунка: в 1 см - 40 м.

П р и м е ч а н и е : При построении профилей горизонтальный масштаб (расстояние между изобатами) увеличить в 4 раза. Промерные вертикали провести через каждые 10 м. Вертикальный масштаб: в 1 см - 0,2 м. Задание можно распределить между студентами группы.

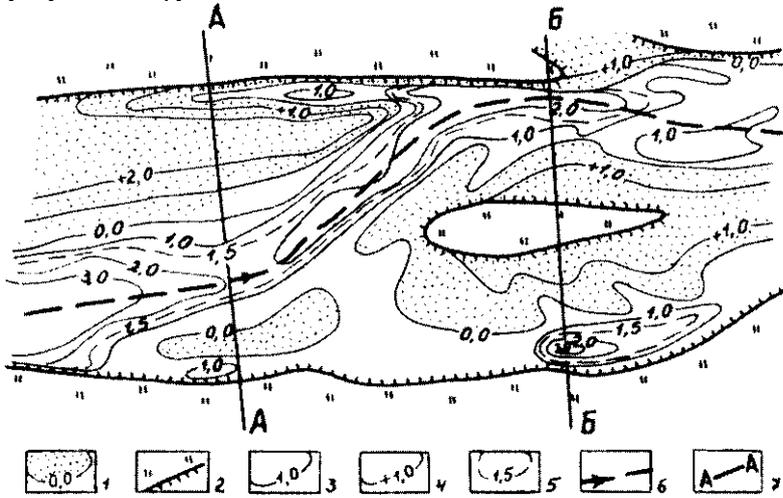


Рис. 1. План участка реки

Условные обозначения к рисунку 1: 1 - пески, надводные в низкую межень; 2 -пойма и береговые уступы; 3 - изобаты подводные в любое время; 4 - изобаты, надводные в низкую межень; 5 - промежуточные изобаты; 6 - фарватер; 7 - линии расчетных профилей

Варианты исходных данных

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_1	0,8	0,9	0,7	1,0	1,1	0,6	1,2	1,1	1,0	0,8
V_2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,0	1,6	1,8	1,5	1,4