

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики

И.А. ОДЕНБАХ

ГИДРАВЛИКА
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно - издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2009

УДК 556(07)
ББК 26.222я7
О-41

Рецензент

кандидат технических наук, доцент В. Г. Удовин

О-41 **Оденбах И. А.**
Гидравлика: методические указания по учебной практике / И.А.
Оденбах. – Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2009 – 20 с.

Методические указания предназначены для студентов, изучающих курс «Гидравлика» и знакомящихся с гидрометрией за короткий период прохождения учебной практики, цель которой состоит в том, чтобы ознакомить студентов с организацией гидрометрических работ на реке, с измерительными приборами и их использованием, с методами обработки и анализа полученных данных.

В результате учебной летней полевой практики студенты должны получить представление о порядке и последовательности фактического материала.

© Оденбах И. А., 2009
© ИПК ГОУ ОГУ, 2009

Содержание

Введение	4
1 Цель и задачи практики	4
2 Общая организация практики и баланс рабочего времени студентов ...	4
3 Руководство практикой	5
4 Содержание учебной практики	5
5 Отчёт по практике	5
6 Пояснение к порядку оформления и составления отчёта практики	7
6.1 Форма титульного листа отчёта	7
6.2 Общие сведения о местности и план расположения участка реки с указанием места расположения базового лагеря	7
6.3 Разбивка створов реки для замеров глубин реки и скорости течения поплавками	7
6.4 Методика измерения глубин	7
6.5 Обработка данных промеров глубин	8
6.5.1 Обработка книжки промеров глубин	8
6.5.2 Составление поперечного профиля русла реки	9
6.5.3 Вычисление морфометрических характеристик	10
7 Измерение скорости течения поверхностными поплавками	13
7.1 Общие сведения	13
7.2 Вычисление средней скорости течения	14
8 Вычисление расхода воды	16
Список использованных источников	20

Введение

Методические указания предназначены для студентов дорожно - строительных специальностей, изучающих курс инженерной гидрологии, гидравлики и знакомящихся с гигрометрией за короткий период прохождения учебной гидрометрической практики, цель которой состоит в том, чтобы ознакомить студентов с организацией гидрометрических работ на реке, с измерительными приборами и их использованием, с методами обработки и анализа полученных данных.

В результате учебной летней полевой практики студенты должны получить представление о порядке и последовательности сторон фактического материала, который послужит основой изысканий для строительства автомобильных дорог и сооружений на них.

1 Цель и задачи практики

Учебная практика по гидравлике преследует цель – применить теоретические знания, приобретённые студентами при прохождении курса «Гидравлика». К решению ряда практических задач, проводящихся при изысканиях, на мостовых переходах и при выборе диаметра водопропускных труб и других водопропускных сооружений.

Задачами практики являются:

- а) ознакомление студентов с устройством и оборудованием гидрометрической станции;
- б) развитие практических навыков проведения гидрометрических работ на малых реках при изысканиях на мостовых переходах;
- в) закрепить навыки по камеральной обработке материалов гидрометрических измерений на реке;
- г) развитие практических навыков по составлению отчётности по результатам наблюдений и камеральной обработке гидрометрических измерений на речных гидрометрических станциях и постах.

2 Общая организация практики и баланс рабочего времени студентов

Учебная практика студентов по гидравлике проводится на одной из ближайших рек на гидрометрической станции с оборудованным гидрометрическим створом. Кроме того, организуется силами студентов разбивка временного гидрометрического поста и оборудование гидрометрического створа.

На разбитом студентами гидрометрическом створе проводятся замеры:

- а) глубины реки в 10 точках;
- б) замер скорости реки поплавками в 10 точках;
- в) по измеренным величинам построить:
 - 1) профиль поперечного сечения реки;

2) эпюры распределения скорости течения по ширине реки;

3) эпюры распределения расхода воды по ширине реки.

Каждый студент должен самостоятельно выполнять весь комплекс гидрометрических работ и обработать весь материал.

Число рабочих дней практики для каждого студента – одна неделя. Из них один день даётся для пояснения задания и ознакомления с действующей гидрометрической станцией. В течение двух дней выполняются все гидрометрические работы. Два дня предоставляется на обработку материалов и один день на приём дневников наблюдения и сдачи зачета по практике.

3 Руководство практикой

Руководство практикой возлагается на заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидромеханика», а непосредственное руководство работой студентов осуществляется преподавателем кафедры, ответственным за курс «Гидравлика».

4 Содержание учебной практики

В соответствии с учебной программой курса «Гидравлика», утверждённой Учебно – методическим советом по ВУЗам в период учебной практики предусмотрено:

1. Ознакомление с работой водомерных постов и гидрометрической станции.

2. Разбивка магистрали и промерных створов с замерами глубин по поперечному сечению реки с последующим вычерчиванием профилей и плана реки в изобатах.

3. Измерение скоростей течения реки поплавками с определением исправленного гидроствора и расхода реки.

4. Построение эпюр распределения скорости течения по ширине реки.

5. Определение средних скоростей реки и построение в изобатах.

6. Определение продольного уклона реки по данным нивелировки мгновенного уровня воды в реке и вычисление расхода воды по формуле с использованием коэффициента Шези. Сравнение величин расхода по данным замера скорости поплавками и по коэффициенту Шези.

7. Экетрополяция кривых $Q = f(H)$ графо – аналитическим способом.

8. Построение кривых обеспеченности по данным наблюдений и теоретическим. (Данные берутся на гидрометрической станции).

5 Отчёт по практике

Отчёт по практике составляется каждым студентом по данным измерений, которые получены во время практики.

В отчёте должно быть связанное, технически грамотное, иллюстрированное схемами, рисунками, описание прохождения практики производственных работ.

В отчёт должны быть включены следующие материалы:

1. Ландшафт местности (залесенность берегов, тип растительности, равнинная или гористая местность, наличие притоков и оврагов).

2. Составляется план участка реки с описанием состояния берегов (крутые или пологие, наличие пляжей, состояние дна, есть ли на берегу кустарник и растительность в воде). На плане указать место расположения базового лагеря.

3. Состояние реки (наличие изгибов, стариц, перекатов, заводей). Указать место реки с разбитыми створами с отметками пересечения створа поплавками.

4. Орогидрография (расстояние от ближайших автомобильных и железных дорог и от крупного населённого пункта).

5. Журнал замеров глубин реки по среднему створу в точках, в которых со средним створом пересеклись направления движения поплавков.

6. Журнал измерения скоростей движения воды поплавками.

7. Журнал нивелирования поймы реки по главному створу.

8. План участка реки в изобатах.

9. Определение расхода воды в реке по данным замера скорости поплавками.

10. Построение живого сечения реки и наложение на этот профиль графиков распределения скорости течения и расходов воды по ширине реки.

11. Построение кривой $Q = f(H)$ графо – аналитическим способом.

12. Расчёт гидравлических и морфометрических характеристик реки в главном поперечном сечении:

а) смоченного периметра;

б) площади сечения реки;

в) гидравлического радиуса;

г) средних значений скорости и глубины реки.

13. Построение кривой обеспеченности по данным наблюдений ближайшей гидрометрической станции.

Отчёт по практике должен быть написан чернилами, чертежи, схемы, эскизы и рисунки должны быть выполнены карандашом.

Отчёт должен быть составлен и окончен в период прохождения практики и подписан непосредственно руководителем практики. При сдаче отчёта студент должен дать пояснение по отдельным вопросам руководителю практики.

Зачёт по практике заносится в зачётную книжку студента.

6 Пояснение к порядку оформления и составления отчёта практики

6.1 Форма титульного листа отчёта

Титульный лист вместе с основными листами отчёта должен быть скреплён или прошнурован.

На титульном листе должны быть надписи согласно СТП 101 – 00.

6.2 Общие сведения о местности и план расположения участка реки с указанием места расположения базового лагеря

Этот раздел отчёта выполняется с приложением рисунка или схемы.

Начинается раздел с указания названия реки, водомерного поста и даты проведения замеров.

6.3 Разбивка створов реки для замеров глубин реки и скорости течения поплавками

В районе разбивки створов река должна иметь сравнительно прямолинейный участок течения длиной не менее 3 размеров ширины. Эти размеры определяются визуально.

Район выбранного участка реки для гидрометрических створов должен иметь не слишком крутые берега, иметь хотя бы с одной стороны пляж, желательно чтобы на берегах реки вблизи створа имелся лес, а дно реки было песчаным. Это необходимо для измерения глубин. При илистом дне рейка будет тонуть в ил и измеряемые глубины будут недостаточно точными, что отразится на точности профиля сечения реки и величине вычисленного расхода воды.

В разбивке гидрометрического створа принимают участие все студенты одновременно, а измерения глубин и скоростей осуществляет каждый студент в отдельности.

Условно намечается место расположения репера и его высота H над уровнем воды в метрах.

6.4 Методика измерения глубин

В состав работ по измерению глубин воды входят определения:

- положение примерных точек в плане;
- глубина реки в каждой промерной точке;
- высота уровня воды;
- характер грунтов, слагающих дно реки.

Поэтому все работы по замеру глубин сопровождаются геодезическими замераами. На берегу устанавливаются два нивелира, высота их привязывается к

реперу и производятся засечки положения замерных точек и привязки их к местности (высоте над уровнем моря и расстоянию от репера).

Поперечные профили разбиваются перпендикулярно направлению течения реки и располагаются один от другого 1 / 3 ширины реки. При сложном рельефе дна число поперечных профилей увеличивается.

Глубины измеряют через равные расстояния в зависимости от ширины реки, но так, чтобы было 10 точек замера на каждом профиле.

Замерные точки вначале намечают на карте реки, затем перетягивают через реку трос, натягивают его и закрепляют на обоих берегах. На тросе через равные интервалы привязываются нити с бирками, на которых указываются номера точек.

6.5 Обработка данных промера глубин

В состав обработки материалов промеров глубин входят:

1. Обработка книжки промеров глубин.
2. Составление поперечного профиля русла реки.
3. Вычисление морфометрических характеристик профиля.
4. Составление плана русла реки.

6.5.1 Обработка книжки промеров глубин

Данные промеров глубин из книжки заносят в специальную таблицу (таблица 1).

В этой таблице приводятся номера точек замера, их расстояние от репера в метрах, значения измеренных глубин в точках.

Измерение уровня реки в период замеров глубин, отметки дна реки от уровня моря, отметки нуля графика, тип дна реки.

Затем в эту таблицу вписываются значения глубин реки с учётом срезки уровня.

Журнал промеров глубин реки.

Таблица 1 – Данные промеров глубин

Номера точек замера	Расстояние от репера, м	глубина h, м			Отметка дна, м	Отметка нуля графика 22,5м
		измеренная	изменение уровня, м	со срезкой уровня, м		
1	2	3	4	5	6	7
урез левого берега	7,5	0	0	0	24,77	дно песчаное
1	10	0,35	0,01	0,34	24,42	
2	15	0,74	0,02	0,72	24,04	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
3	20	1,23	0,03	1,20	23,56	дно песчаное
4	25	1,95	0,04	1,91	22,85	
5	30	2,32	0,05	2,27	22,4	
6	35	1,69	0,06	1,63	23,13	
7	40	1,61	0,07	1,64	23,22	
8	45	1,30	0,08	1,22	23,54	
9	50	0,69	0,09	0,60	24,16	
10	55	0,41	0,10	0,31	24,45	
урез правого берега	57	0	0,10	0	24,77	

6.5.2 Составление поперечного профиля русла реки

В гидрометрии подводный рельеф изображают (как и в геодезии) при помощи горизонталей. Составленные планы широко используются для проектирования и строительства гидротехнических сооружений и мостов, а также для составления безопасных путей в судоходстве.

Точки дна реки с равными глубинами соединяются линиями. Эти линии равных глубин называются изотопами.

Уровень воды H во время измерения глубин может изменяться и значительно. Поэтому все замеры уровня реки и глубины приводят к одному моменту времени.

Этот мгновенный уровень воды отмечается нивелиром по кольям, одновременно забитыми у обоих берегов до уровня воды.

Этот условный, мгновенный уровень воды ($H_{мгн}$) называется срезочным уровнем воды.

А уровни воды, которые отмечаются во время замера глубин, называются рабочими ($H_{раб}$).

$$H = H_{мгн} - H_{раб} \quad (1)$$

При обработке результатов срезку уровня делают для каждой точки, а при замерах глубин в каждой точке, проводят уточнение высоты уровня. В журнале наблюдений делают отметки времени замера глубины на каждой точке и рабочий уровень $H_{раб}$.

При составлении профиля сечения реки по горизонтальной оси откладывают расстояния от репера до промерных точек, а по вертикальной оси - замеренные глубины. Данные берут из таблицы 1 для каждого варианта задания.

Вертикальный масштаб выбирают крупнее горизонтального. При выборе вертикального и горизонтального масштаба используют рекомендации таблицы 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые вертикальные и горизонтальные масштабы

Масштаб	Ширина реки, м					
	5	5 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 150	150 - 300
1	2	3	4	5	6	7
горизонтальный	1 : 20	1 : 50	1 : 100	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
вертикальный	Глубина реки, м.					
	до 1	1 - 2	2 - 5	5 - 10	более 10	
	1 : 10	1 : 20	1 : 50	1 : 100	1 : 1000	

При построении профиля глубину реки откладывают вниз от уровня воды. На профиле сначала проводят горизонтальную линию рабочего уровня воды. Под профилем вписывают: расстояния от репера, глубины, отметки дна, характер грунта (из таблицы 1). Если профиль составлен до уровня высоких вод, то на нём дополнительно указывают значения высшего и низшего уровней по данным многолетних наблюдений на ближайшем водомерном посту.

6.5.3 Вычисление морфометрических характеристик

После построения профиля поперечного сечения реки вычисляют следующие морфометрические характеристики:

Площадь поперечного сечения F .

F – площадь, ограниченная линией дна реки и поверхностью воды.

На практике используют два метода вычисления площади F :

1. Замер площади планиметром по графику.

2. Аналитический. По этому способу величину F находят по формуле (2):

$$F = \frac{1}{2} h_1 b_1 + \frac{h_1 - h_2}{2} b_2 + \dots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2} b_{n-1} + \frac{h_n}{2} b_n \quad (2)$$

где h_1, h_2, \dots, h_n – глубины реки на промерных вертикалях от первой до последней, м;

b_1, b_2, \dots, b_n – расстояние между промерными вертикалями, м, причём расстояние от уреза левого берега до первой вертикали.

При равных расстояниях между промерными вертикалями формула (2) принимает следующий вид:

$$F = \frac{1}{2} h_1 b_1 + \left(\frac{h_1}{2} + h_2 + h_3 + \dots + h_{n-1} + \frac{h_n}{2} \right) b + \frac{h_n}{2} b_n \quad (3)$$

В пределах площади поперечного сечения различают: площадь водного сечения, площадь живого сечения и площадь мёртвого пространства.

Площадь водного сечения при открытом русле равна площади поперечного сечения до рабочего уровня воды в реке.

Площадь живого сечения – это часть площади водного сечения, в которой скорости течения больше нуля, то есть это та часть реки, в которой вода движется.

Площадью мёртвых пространств называют часть реки, где скорость течения меньше чувствительности приборов. К мёртвому пространству также относят и водоворотные зоны с замкнутыми циркуляциями воды.

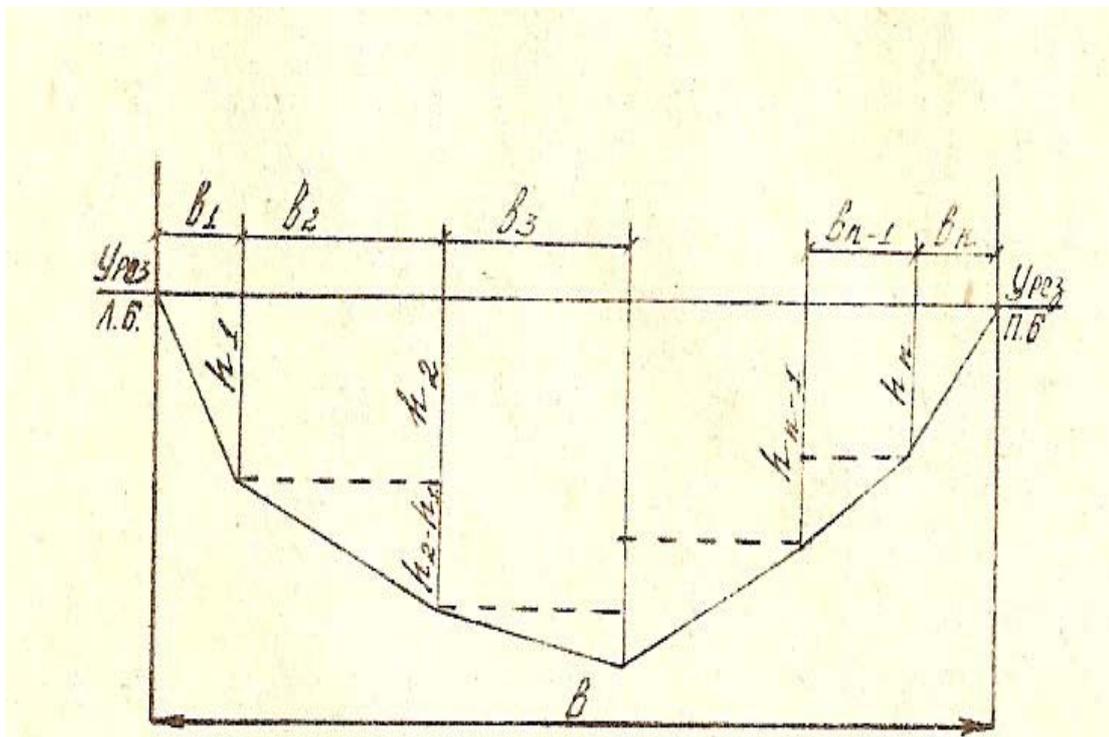


Рисунок 1- Схема к вычислению площади и длины смоченного периметра

Вычисленные значения площади сечения и смоченного периметра P приведены в таблице 3.

Ширина реки B – это расстояние между урезами по поверхности воды. Она равна разности расстояний от репера, т. е.:

$$B = l_{\text{пр}} - l_{\text{лев}} \quad (4)$$

$$B = 58 - 7,5 = 50,5 \text{ м}$$

Средняя глубина реки h_{cp} равна частному от деления площади водного сечения на ширину реки, т. е.:

$$h_{\text{cp}} = \frac{F}{B} \quad (5)$$

$$h_{\text{cp}} = \frac{57.6}{5.05} = 1,14 \text{ м}$$

Наибольшая глубина h_{max} определяется выборкой из всех измерений из таблицы 1.

$$h_{\text{max}} = 228 \text{ см}$$

Смоченный периметр P – это длина дна, заключённая между урезами воды.

Величина смоченного периметра вычисляется как сумма гипотенуз прямоугольных треугольников (см. рисунок 1), т. е:

$$P = \sqrt{b_1^2 + h_1^2} + \dots + \sqrt{b_{n-1}^2 + (h_n - h_{n-1})^2} + \sqrt{b_n^2 + h_n^2} \quad (6)$$

Гидравлический радиус h вычисляют как частное от деления площади поперечного сечения реки на длину смоченного периметра:

$$h = \frac{F}{P} \text{ м} \quad (7)$$

$$h = \frac{57.6}{5.07} = 1,14 \text{ м}$$

Для широких и неглубоких рек величина гидравлического радиуса близка по своему значению средней глубине и в этих случаях принимается.:

$$h = h_{\text{ср}} = 1,14 \text{ м}$$

Таблица 3 – Вычисленные значения площади и смоченного периметра

№№ точек	Расстояние от репера, м	Глубина		Расстояние между точками, b_i , м	Площадь между вертикалями, ΔF_i , м ²	Разность глубин между вертикалями, Δh , м	$\Delta h^2 + b^2$	$\sqrt{\Delta h^2 + b^2}$
		по вертикали, h , м	$h_{\text{ср}}$, м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Урез левого берега	7,5	0	0,18	2,5	0,45	0,35	6,37	
№1	10	0,35	0,54	5	2,7	0,38	25,14	
№2	15	0,73	0,97	5	4,85	0,48	25,23	
№3	20	1,21	1,56	5	7,80	0,71	25,04	
№4	25	1,92	2,02	5	10,10	0,19	25,22	
№5	30	2,11	2,20	5	10,40	0,17	25,01	
№6	35	2,28	1,87	5	7,95	0,54	25,10	
№7	40	1,64	1,59	5	6,96	0,09	25,38	
№8	45	1,55	1,39	5	4,60	0,32	25,08	
№9	50	1,23	0,92	5	2,35	0,62	25,50	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
№10	55	0,61	0,47	5	0,48	0,32	9,10	
Урез правого берега	58	0	0,16	3				
Ширина реки $B = 20$ м					$F=57,6\text{м}^2$		$P=50,7\text{м}$	

Площадь водного сечения равна сумме площадей из графы 6.

7 Измерение скорости течения поверхностными поплавками

7.1 Общие сведения

Поверхностные поплавки применяют в следующих случаях:

- 1) при отсутствии вертушек;
- 2) при аварийном состоянии переправы или не оборудованном створе;
- 3) при ледоходе;
- 4) при большом содержании наносов;
- 5) когда большая точность замера расхода воды не требуется (например, при летней практике студентов).

Замер скорости течения поверхностными поплавками проводится в створе реки, где течение спокойное и равномерное (без водоворотов и застойных зон).

Применяют поплавки в тихую погоду (при скорости ветра не более 2 м/с).

Для измерения расхода воды поверхностными поплавками выбирают прямолинейный участок реки и с примерно постоянной глубиной дна, шириной реки и продольным уклоном водной поверхности на протяжении свыше трёхкратной ширины реки.

На выбранном участке реки параллельно основному направлению течения прикладывают магистраль и перпендикулярно к ней разбивают три створа: верхний, средний и нижний.

Расстояние между промерными створами выбирают такими, чтобы продолжительность хода поплавков в самом глубоком месте реки была не менее 20 секунд. В 10 метрах выше верхнего промерного створа разбивают пусковой створ, с которого пускают поплавки с таким расчётом, чтобы при проходе пускового створа поплавок принял скорость той струи потока, которая его перемещает.

Створы на реках шириной до 100 метров закрепляют натянутыми как можно ниже над водой тонкими тросами или верёвками. На более широких реках створы закрепляют вехами, а место пересечения поплавком среднего створа и положение промерных точек определяют засечками с берегами угломерным инструментом.

Измерение скорости поверхностными поплавками состоит в определении времени прохождения или расстояния от верхнего до нижнего створа и мест прохождения средний створ и производят в следующем порядке. В пусковом створе с лодки пускают первый поплавок и в момент прохождения им верхнего створа по сигналу наблюдателя, который стоит в створе, пускают спидометр. В момент пересечения поплавком среднего створа отмечают место его прохождения от постоянного начала по размеченному тросу (а в широких реках засекают угломерным прибором). Засечку поплавок производят в момент подачи сигнала наблюдателем, который стоит в среднем створе. На среднем створе на бумаге ставят точку и около неё номер поплавок. При прохождении поплавком нижнего створа секундомер останавливают.

Следующий поплавок пускают на некотором расстоянии от первого и всю работу повторяют. Всего пускают до 20 поплавков, которые равномерно распределяют по ширине реки. Все результаты записывают в журнал измерения расхода воды поплавками (таблица 4).

7.2 Вычисление средней скорости течения

Вычисление средней скорости на скоростных магистралях производят аналитически методом. Так же, как и при определении средней скорости вертушкой, определяют скорость движения каждого поплавок по следующей формуле:

$$V = \frac{L}{t} \quad (8)$$

где V - скорость прохождения поплавок между размеченными верхним и нижним створом, м / с;

L – расстояние между створами (пусковым и замерным), м;

t – время прохождения поплавок от верхнего до нижнего створа, м

На бумаге проводят горизонтальную линию, на которой масштабе отмечают точки прохождения поплавками среднего створа. Каждую точку нумеруют по номеру поплавками.

Таблица 4 - Журнал для записи измерения расхода воды поверхностными поплавками на реке _____ 20__ год

№ точек замера	Расстояние от репера, l, м	Глубина реки в точках замера, h_i , м	Расстояние между створами, L, м	Время движения поплавков между створами, t, с	Средняя скорость движения поплавков, V_i , м / с
1	2	3	4	5	6
Урез левого берега	7,5	0	20	0	0

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
1	10	0,34	20	60	0,33
2	15	0,72	20	56	0,36
3	20	1,20	20	48	0,42
4	25	1,91	20	39	0,51
5	30	2,10	20	31	0,65
6	35	2,27	20	29	0,69
7	40	1,63	20	33	0,61
8	45	1,54	20	39	0,51
9	50	1,22	20	50	0,40
10	55	0,60	20	57	0,35
Урез правого берега	58	0	0	0	0
Ширина реки В = 20 м					

По формуле (8) вычисляют скорость каждого поплавка. Её откладывают на бумаге от горизонтальной линии вверх. Крайние точки соединяют с точками, которые соответствуют берегам реки.

Соединив все точки плавной кривой линией, получают распределение скорости течения на поверхности воды по ширине реки. Пример построения графика распределения скорости течения на поверхности реки, измеренной поплавками, показан на рисунке 2.

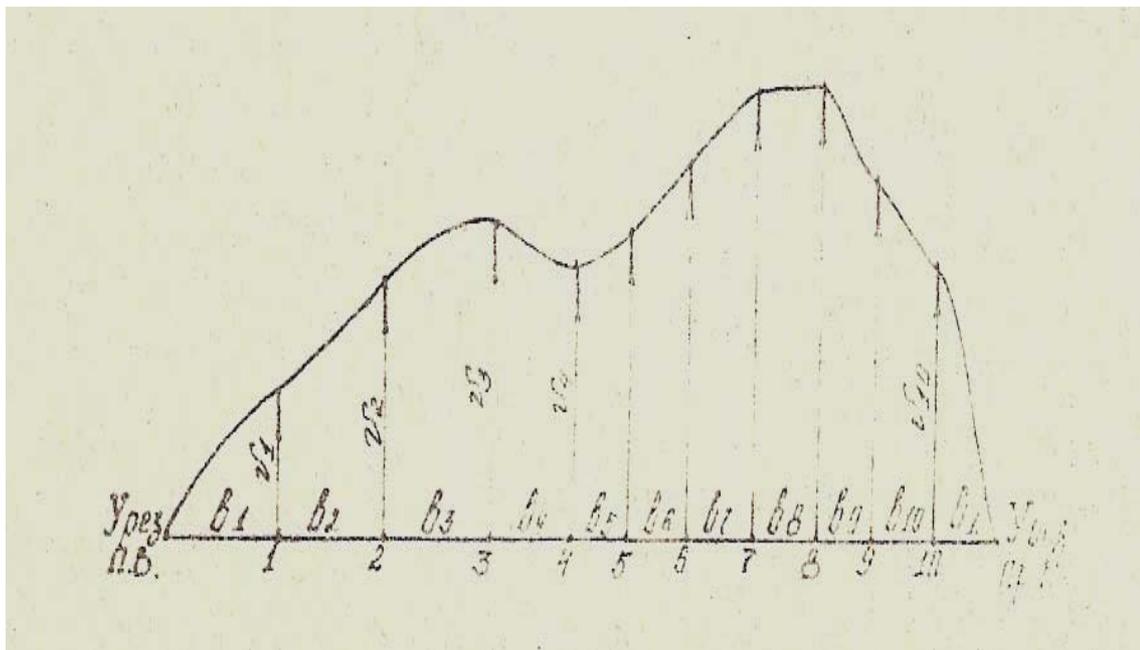


Рисунок 2 – График поверхностных скоростей течения на линиях замера поплавками

Значения скоростей перемещения поплавков от верхнего створа до нижнего, кроме графика на рисунке 2, заносят в таблицу 4 в графу 6. После этого вычисляют средние скорости течения на площадках графика (рисунок 2) между поплавками как среднее арифметическое значение между двумя соседними скоростями, т. е.:

$$U_3 = \frac{V_2 + V_3}{2}; \quad U_2 = \frac{V_1 + V_2}{2} \quad (9)$$

$$U_n = \frac{V_{n-1} + V_n}{2} \quad (10)$$

При определении средней скорости между берегами и ближайшими линиями скоростей, измеренных поплавками вычисляют применением коэффициента К, которые приведены в таблице 1 методических указаний.

Для пологого берега:

$$K = 0,7, \text{ а для крутого } - K = 0,8.$$

$$U_1 = K * V_1 = 0,7 * 0,33 = 0,23 \text{ м / с} \quad (11)$$

$$U_{n+1} = K * V_n = 0,7 * 0,36 = 0,252 \text{ м / с} \quad (12)$$

выбранной реки оба берега пологие, т. е. $K = 0,7$.

Вычисленные значения средних скоростей и между измеренными горизонталями записывают в таблицу 5. В эту же таблицу заносят значения площадок сечения реки F_i на вертикалях в точках прохождения поплавками среднего створа (аналогично определяют элементарные площадки сечения между вертикалями при измерении скорости реки вертушками).

8 Вычисление расхода воды

После определения средних скоростей между горизонталями и вычисления элементарных площадок сечения реки между промерными вертикалями, аналитическим способом вычисляют фиктивный расход воды в реке Q_{ϕ} .

Таблица 5 – Расчётные величины средних скоростей и расходов воды между поплавками

№№ точек (поплавок)	Расстояние от репера, l, м	Глубина реки в точках замера, h _i , м	Скорости течения, м / с		Площадь сечения ре- ки между поплавками, F _i , м ²	Расход во- ды в сече- нии между поплавка- ми, ΔQ _i , м ³ /с
			поплавка, V _i	между по- плав- ками, V _{ср}		
1	2	3	4	5	6	7
Урез лево- го берега	7,5	0	0	0,22	0,44	0,102
1	10	0,34	0,32	0,344	2,7	0,930
2	15	0,72	0,35	0,38	4,84	1,643
3	20	1,20	0,41	0,474	7,79	3,69
4	25	1,92	0,52	0,59	10,09	6,05
5	30	2,10	0,66	0,68	10,39	7,175
6	35	2,27	0,70	0,66	7,94	5,326
7	40	1,63	0,62	0,524	6,95	3,653
8	45	1,54	0,41	0,414	4,59	1,908
9	50	1,22	0,40	0,34	2,34	0,903
10	55	0,60	0,35	0,251	0,47	0,120
Урез пра- вого берега	58	0	0		0	0
Ширина реки B = 20 м					F _{общ} = 58,54 м ²	Q _ф = ΣΔQ _i Q _ф = 31,5 м ³ /с

Фиктивным этот расход называется потому, что он превышает действительный расход воды в реке, так как скорость воды измерялась поплавками на поверхности реки, где она максимальная. Средняя скорость течения на поверхности реки всегда больше средней фактической скорости течения воды в реке:

$$Q_{\phi} = \sum Q_i = \sum F_i * V_i \quad (13)$$

Значения элементарного расхода воды между промерными вертикалями заносят в таблицу 5.

Суммируя частные (элементарные) расходы по формуле (13) находят общий фиктивный расход Q_ф.

Действительный расход воды Q_{действ} получают умножением фиктивного расхода на переходной коэффициент A:

$$Q_{\text{действ}} = A * Q_{\phi} \quad (14)$$

Значение переходного коэффициента A может быть различным в зависимости от ряда факторов: величины гидравлического радиуса, коэффициента шероховатости русла k , уклона дна реки i и др. Значительное влияние на переходный коэффициент A оказывает скорость течения и направления ветра.

Наиболее точно значение переходного коэффициента A определяют по данным сравнения расхода, сделанного при определении скорости поплавками со значениями $Q_{\text{действ}}$ и по замерам скорости вертушкой. Его находят из следующего отношения:

$$A = \frac{Q_{\text{действ}}}{Q_{\phi}} \quad (15)$$

При отсутствии вертушечных замеров скорости течения, величину и обычно принимают в пределах: $A = 0,8 \div 0,9$ или значения A вычисляют по формуле Г. В. Железнякова:

$$A = \frac{C}{C + B} \quad (16)$$

где C – коэффициент Шези, который определяют по формуле Н. Н. Павловского:

$$C = \frac{1}{n} k^x \quad (17)$$

Для приближённых расчётов значение x :

$$x \approx 1,5 \sqrt{n} \text{ при } k < 1 \text{ м} \quad (18)$$

$$x \approx 1,3 \sqrt{n} \text{ при } k > 1 \text{ м} \quad (19)$$

Значение $1 / n$ – обратная величина коэффициента шероховатости по шкале М.Ф. Срибного.

Таблица 6 - Классификация русловых коэффициентов естественных водосток по М.Ф. Срибному

Категории	Характеристики русла	1 / n	n
1	2	3	4
1	Естественные русла в благоприятных условиях (чистое и прямое дно, свободное течение)	40	0,025

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
2	а) русла постоянных водотоков равнинного типа (больших и малых рек) б) периодические водотоки при очень хорошем состоянии поверхности и ложа дна	30	0,033
3	а) сравнительно чистые русла равнинных водотоков, извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струй или прямые, но с наличием отмелей промоин перекатов и т. д. б) земляные русла периодических водотоков (сухих логов в благоприятных условиях)	25	0,04
4	а) русла рек засорённые, заросшие травой, извилистые, каменистые, с беспокойным течением б) периодические (ливневые) водотоки, несущие во время паводка наносы с покрытым растительностью ложем.	20	0,05

Правила техники безопасности при работе на воде.

Поведение работ на воде всегда сопряжено с повышенной опасностью, поэтому перед выездом в поле знакомят с правилами техники безопасности под расписку.

1. Все работающие на воде должны уметь плавать.
2. В сильный ветер и при высокой волне работы приостанавливаются.
3. Необходимо уметь оказывать первую медицинскую помощь при несчастных случаях.
4. К работам на воде не допускаются слабосильные, страдающие болезнями сердца, головокружением, а также лица в нетрезвом состоянии.

Список использованных источников

1. Лапшев, Н.Н. Гидравлика : учебник / Н.Н. Лапшев. М. : ИЦ «Академия», 2007. – 272 с.
2. Инженерная гидравлика : учебник / Б.В. Ухин [и др.]. М. : АСВ, 2007. – 344 с.
3. Железняков, Г.В. Гидрология и гидрометрия / Г.В. Железняков. – М. : Высшая школа, 1981. – 109 - 138 с.
4. Константинов, Н.М. Гидрология и гидрометрия / Н.М. Константинов. – М. : Высшая школа, 1980. – 53 – 98 с.
5. Орлов, В.В. Гидрометрия / В.В. Орлов. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 72 – 182 с.