

551.5

0-36

1111

УССР
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА УКРАИНЫ

Материалы к инструкциям по гидрологическим изучениям

ВЫПУСК 1

Инж. А. В. ОГИЕВСКИЙ

ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВНЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

КИЕВ—1930

54373

Мелогоуважливому *У.И.* 551.5
Ганько 0-36
УССР

НКП
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА УКРАИНЫ

МАТЕРИАЛЫ К ИНСТРУКЦИЯМ ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ИЗУЧЕНИЯМ

ВЫПУСК 1 *28/15-30*

Инж. А. В. ОГИЕВСКИЙ
Научный Сотрудник Института

Ау

ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВНЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

54373
92

Киевский
Гидрометеорологический
Институт
БИБЛИОТЕКА

проверено
1966 г.

W
0

КИЕВ-1930

✓

Библиографическое описание этого издания помещено в Летопись Украинского Дружбу, Народные библиотеки и другие издания: Украинская Книжная Палата.

ПРОМЫСЛОВИТВО ОСНОВНИК
ПРОМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

Киевский Окрлит № 580.
Гострест „Киев-Печать“,
1-я фото-лито-типография
Сенная площадь, № 14.
З. № 1782—2.000, 14³/₈ л.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	VII
От составителя	IX

ЧАСТЬ I. ОБЩИЕ ОБОСНОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗУЧЕНИЙ

Глава I. Сущность и общие приемы гидрометрических изучений	1—6
--	-----

§ 1. Предмет гидрометрических изучений (1). § 2. Объекты гидрометрических изучений (1). § 3. Изучение гидравлических элементов (2). § 4. Общие приемы основных гидрометрических работ (3). § 5. Необходимость многолетних данных по основным наблюдениям (4).

Глава II. Основы организации главных гидрометрических изучений	6—20
--	------

§ 6. Общие обоснования организации изучений (6). § 7. Цели гидрометрических изучений (7). § 8. Разный характер изучаемых рек (8). § 9. Особенности разных периодов в жизни рек (10). § 10. Организация изучения бытовых уровней (11). § 11. Организация изучения расходов (12). § 12. Приемы измерения расходов (14). § 13. Организация опорной сети наблюдательных пунктов (16). § 14. Гидрометрические и гидрологические станции (17). § 15. Временные наблюдательные пункты (18). § 16. Батометрические изучения (18). § 17. Специальные изучения (18). § 18. Общее заключение (19).

ЧАСТЬ II. УСТРОЙСТВО И СОДЕРЖАНИЕ ВОДОМЕРНЫХ ПОСТОВ И ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ СТВОРОВ

Общие замечания (21).

Глава I. Общие понятия о водомерном посту и гидрометрическом створе	21—25
---	-------

§ 1. Общие понятия о водомерном посту (21). § 2. Виды водомерных постов (23). § 3. Общие понятия о гидрометрическом створе (24).

Глава II. Устройство водомерного поста	26—42
--	-------

§ 4. Расположение водомерных постов (26). § 5. Выбор места для

поста (27). § 6. Посты простые и их виды (30). § 7. Речные посты (31). § 8. Свайные посты (36). § 9. Смешанные и мостовые посты (39). § 10. Приборы для автоматической регистрации уровней (40). § 11. Выбор типа поста (41).	
Глава III. Организация наблюдений на посту	42—61
§ 12. Оборудование и содержание поста (42). § 13. Уход за постом (45). § 14. Наблюдения за уровнями (46). § 15. Дополнительные наблюдения на постах (47). § 16. Дополнительные наблюдения для постов в условиях переменного подпора (56). § 17. Формы записей (56). § 18. Проверка поста (58). § 19. Ремонт и перенос поста (60).	
Глава IV. Устройство гидрометрического створа	62—80
§ 20. Выбор участка и места для створа (62). § 21. Съемка участка (66). § 22. Выбор направления створа и его закрепление (70). § 23. Оборудование створов (73). § 24. Содержание створов (79).	
Глава V. Промеры русла	80—91
§ 25. Приспособления для производства промеров (80). § 26. Способы выполнения промеров (83). § 27. Промеры по тросу или бичеве (83). § 28. Промеры с засечками (86). § 29. Промеры косыми галсами и по продольным профилям (88). § 30. Обработка промеров (89).	
Глава VI. Репера	91—95
§ 31. Общие требования к реперам и виды последних (91). § 32. Постоянные репера (92). § 33. Временные репера (96).	

ЧАСТЬ III. ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ ПОПЛАВКАМИ

Введение. § 1. Сущность и общие приемы поплавочных измерений	98—100
Глава I. Измерения расходов при помощи поверхностных поплавков	100—114
§ 2. Область применения (100). § 3. Устройство поверхностных поплавков (101). § 4. Подготовительные работы к измерениям скоростей (101). § 5. Измерения скоростей (105). § 6. Обработка полевых данных (111).	
Глава II. Измерение расходов при помощи гидрометрических шестов	115—118
§ 7. Устройство и условия применения (115). § 8. Производство измерений и вычислений (116).	
Глава III. Измерение расходов при помощи поплавков-интеграторов	118—121
§ 9. Устройство и условия применения (118). § 10. Производство измерений и вычислений (120).	

ЧАСТЬ IV. ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ ВЕРТУШКОЙ

- Глава I. Общие понятия об организации и оборудовании измерений. 122—135
 § 1. Общие замечания о содержании работ (122). § 2. Общие понятия о вертушках (123). § 3. Типы вертушек (125). § 4. Условия и область применения вертушек (126). § 5. Принадлежности оборудования вертушек (129). § 6. Содержание вертушек (133).
- Глава II. Подготовительные работы 135—142
 § 7. Общий состав подготовительных работ (135). § 8. Назначение числа скоростных вертикалей (138). § 9. Обозначение вертикалей (139).
- Глава III. Выполнение работ по измерению скоростей. 142—155
 § 10. Общий порядок измерений (142). § 11. Число точек измерений на вертикалях (144). § 12. Продолжительность наблюдений в точках (146). § 13. Порядок записей (148). § 14. Особые случаи измерений (150).
- Глава IV. Обработка вертушечных измерений 155—172
 § 15. Общий порядок обработки (155). § 16. Вычисление скоростей (157). § 17. Вычисление расхода по способу Гарляхера (160). § 18. Вычисление расхода графо-аналитическим способом (163). § 19. Упрощенные аналитические вычисления (166). § 20. Вычисление площади живого сечения и остальных характеристик (167).

ЧАСТЬ V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ТЕОРИИ ВОДОСЛИВОВ

- Введение § 1. Случай применения теории водосливов к определению расходов (173).
- Глава I. Применение теории водосливов к существующим плотинам 175—190
 § 2. Краткие теоретические замечания (175). § 3. Измерения при определении расходов на водосливах у плотин (179). § 4. Вычисления расхода по формулам водослива (183).
- Глава II. Определение расходов при помощи водосливов на малых потоках 190—195
 § 5. Специальные типы водосливов (190). § 6. Временные и постоянные устройства (193).

ЧАСТЬ VI. ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ БАТОМЕТРАМИ

- § 1. Батометр В. Г. Глушкова и принципы его применения (196).
 § 2. Измерение расходов батометром Глушкова (197).

ЧАСТЬ VII. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

§ 1. Общее содержание камеральных работ (201). § 2. Первичная обработка и поверка уровней (201). § 3. Первичная обработка и контроль измерений расходов (205). § 4. Понятие о специальных обработках (212).

Главнейшая литература	213
Приложения за текстом. Форма технического списка (215)	
Форма журнала водомерных наблюдений (218).	

ПРЕДИСЛОВИЕ

При все возрастающем развитии водных исследований потребность в инструкционных руководствах, доступно излагающих приемы и способы выполнения отдельных работ и в то же время отвечающих требованиям современности, ощущается все более и более.

Между тем, по ряду водных изучений соответствующие инструкции или вовсе отсутствуют, или являются во многом устаревшими и неудовлетворительными.

Работа по полному упорядочению вопроса об инструкционных руководствах требует, несомненно, затраты весьма большого труда и значительного времени.

Научно-Исследовательский Институт Водного Хозяйства Украины, включив указанную задачу в круг своих занятий, начал ее осуществление с подробного пересмотра и разбора уже существующих инструкций по водным изучениям.

В истекшем году сотрудниками Института были пересмотрены и разобраны в специальных докладах инструкции по обследованию рек с точки зрения использования их энергии, инструкции по гидрометеорологическим наблюдениям и инструкции по производству гидрометрических работ, действующие на Украине; на заседаниях Комиссии по пересмотру указанных инструкций приглашались и присутствовали также представители других ведомств.

Названная Комиссия Института вынесла ряд постановлений о необходимости коренной переработки одних из существующих инструкций, полной замены — других и о необходимости составления ряда новых инструкций. Работу по составлению и пересоставлению первых двух категорий инструкций названного цикла взяла на себя Гидрологическая Служба Укрмета Наркозема (УМГС); в истекшем году в Комиссии Института был рассмотрен проект одной из таких инструкций — „По обследованию гидроустановок и рек, на которых последние расположены“; этот проект, представляющий собою ряд дополнений к основной схеме, выработанной еще в 1927 г. в Сев. Обл. Мел. Орг. НКЗема, по указанию Института подвергся затем в УМГС переработке и, после вторичного рассмотрения Институтом, издан Укрметом („Інструкція для робіт щодо обсліду гідросиловень та річок з ними“).

В отношении гидрометрических работ имеющийся и действующий в ведомстве НКЗема УССР (ведущем несудоходными и малыми реками) „Сборник инструкций для производства гидрометрических работ и наблюдений“ (Киев, 1925 г.), представляющий собою, в большей своей части, дословную перепечатку еще довоенных инструкций б. О. З. У. Мин. Землед. (правда, давно разошедшихся и на рынке отсутствующих), названною Комиссией признан был подлежащим полной переработке и замене, как устаревший; работу по составлению нового цикла инструкций по гидрометрическим изучениям взял на себя Институт Водного Хозяйства.

Настоящее издание имеет в виду осветить организацию и выполнение только основных, главнейших, гидрометрических изучений. Работа эта, выполненная научным сотрудником Ин-та, инж. А. В. Огиевским, в некоторых вопросах дает несколько иную трактовку и расположение материалов, чем обычно, дает ряд новых сведений и некоторые новые соображения автора (напр. в части I и части VII), а также более широкое изложение, чем это принято обычно в инструкциях; в этом отношении она приближается в некоторых своих частях скорее к практическому руководству.

В связи с последним, а также в виду настоятельной необходимости ускорить выход в свет руководящего пособия по гидрометрическим исследованиям, не ожидая составления руководств по всем областям гидрометрии, настоящая работа предлагается как первый выпуск намеченной Институтом В. Х. серии инструкционных материалов по всем гидрометрическим изучениям в целом.

Следующие выпуски должны будут коснуться ряда тех вопросов, которые настоящим изданием не охвачены.

Киев 1930.

Акад. Е. В. Оппоков.

ОТ СОСТАВИТЕЛЯ

Настоящая работа имеет в виду дать элементарно изложенное практическое руководство по организации и выполнению основных гидрометрических работ на водотоках.

В отношении водно-хозяйственных изучений СССР находится в своеобразных условиях: здесь весьма разнообразны не только объекты изучения — реки, но и самые цели и задачи изучений; далее, при неисследованности громадного большинства водотоков СССР, водные исследования здесь, повидимому, еще довольно продолжительное время смогут успешно развиваться только при упорной работе в этом направлении всех заинтересованных ведомств и организаций.

Эти соображения обусловили несколько иной характер изложения, чем это требовалось бы в иных условиях, при узко-целевом ведомственном подходе к делу: изложение имеет в виду как разный возможный характер гидрометрических изучений, так и общность в организационно-технических указаниях, вне связи таковых с частными ведомственными организационными признаками.

Далее, исходя из тех же соображений, предлагаемая работа дает не только описание и перечисление одних приемов по производству основных гидрометрических работ, но в ряде мест останавливается и на общих обоснованиях применения отдельных приемов.

Конструктивная и описательная часть ограничена только теми сведениями, которые необходимы для понимания производственных процессов; вместе с тем даны описания тех приспособлений, которые могут быть выполнены, в большинстве случаев, своими средствами.

Изложение разделяется на семь частей.

Первая посвящена выяснению общих условий и общих прие-

мов организации и производства гидрометрических изучений: рекомендуемые частные приемы автор обосновывает рядом соображений о сущности, целях и характере отдельных изучений.

Во второй части даны сведения об устройстве и содержании водомерных постов и гидрометрических створов. Автор счел более удобным объединить изложение о водомерных постах и гидрометрических створах потому, что непосредственная связь их взаимодействия от такого порядка изложения делается, несомненно, более ясной, чем при принятом в старых инструкциях и руководствах порядке раздельного описания постов и створов; во вторую же часть включены сведения о выполнении промеров, нужные при устройстве как водомерных постов, так и створов, а также довольно подробные данные о реперах, как важнейшей составной части постов и створов.

Третья часть посвящена измерению расходов при помощи простейшего прибора — поплавков. Кроме поверхностных поплавков, автором приводятся указания относительно применения гидрометрических шестов и поплавков-интеграторов; в некоторых условиях, отмеченных в изложении, эти приемы вполне могут быть рекомендованы к более широкому применению, чем это имеет место в настоящее время.

Часть четвертая описывает измерения расходов при помощи вертушек; во вступительном разделе автор счел полезным и достаточным дать только общие понятия о типах вертушек и применяемом оборудовании; описание отдельных конструкций вертушек не приведено вовсе; способы обработки данных измерений даны начиная от самых простых и кончая более точными.

В пятой части даются сведения об измерении расходов при помощи водосливов как на существующих плотинах, так и при помощи некоторых специальных конструкций водосливных устройств.

Шестая часть посвящена описанию измерений расходов при помощи батометра проф. В. Г. Глушкова.

Заключительная седьмая часть — камеральные работы — дает сведения о первичных обработках наблюдений над уровнями и расходами, главным образом, об обработках, которые имеют в виду поверку и контроль выполняемых полевых работ, и таким обра-

зом непосредственно связаны с правильным ведением полевых измерений; в этих последних целях тут же даны и некоторые организационно-технические указания.

Практика гидрометрических изучений на Украине (главным образом по линии НКЗема) дает много случаев, когда многолетние наблюдения и измерения, организованные по трафарету и своевременно критически не анализируемые, оказывались, — при попытках результативной их обработки, — технически совершенно неудовлетворительными; таким образом, оказывались напрасно затраченными и время, и средства. В этом отношении предлагаемые автором соображения, составляющие содержание седьмой части, можно считать совершенно неотъемлемым дополнением ко всему предшествующему материалу.

Сведения о специальных целевых обработках уровней и расходов не приводятся, так как этому, — как и другим, не включенным в настоящее издание, работам, — предполагается посвятить особый следующий выпуск.

Прилагаемые к книге формы бланков для записей при измерениях расходов выработаны автором; форма бланка для поплавочных измерений, предложенная автором еще в 1927 г., принята с текущего года к применению Гидрологической Службою Укрмета.

При составлении настоящей работы были использованы, помимо личного опыта автора: для первой части — главным образом, общие соображения автора, опубликованные в статье т. I „Вістей Н.-Д. Інституту В. Г. Укр.“ (Київ, 1927) — „Елементи раціональної методики гідрометричних дослідів на малих несудо-плавних річках“; — далее в третью и пятую части вошли, частично переработанные, инструкции автора „Инструкция по определению расходов на водоспусках и в свободном русле реки (в условиях изысканий)“, изд. СевОМО (Киев, 1925; первое издание этих инструкций полностью разошлось); при составлении части II и отчасти IV использована „Временная инструкция по устройству гидрометрических станций и постов и ведению работ на них“, изд. Оп.-Исслед. Инст. Вод. Хоз. Туркестана (Ташкент, 1929);

широко также использована книга автора: „Питання гідрології за кордоном—звідомлення про закордонне відрядження до Німеччини, Австрії й Франції 4/IX—20/XII 1927“. Київ, 1929, стор. 93, з 36 рис. Изд. Н.-И. Инст. Водн. Хоз. Укр., а также соображения и материалы автора, приведенные в книге: инж. А. Огієвський та акад. Є. Оппоков—Гідрометрія. Підручник для ВТУЗ'ів, вид. ДВУ, Київ, 1930, стор. 352 з 260 рис.

В последнем из названных выше источников имеются как детальные конструктивные описания, дополняющие настоящее изложение, так и список главнейшей литературы по гидрометрическим изучениям, использованной в настоящей работе помимо отмеченного выше; краткий перечень литературы прилагается в конце книги.

Київ,
10 января 1930 г.

Инж. А. В. Огиевский.

ЧАСТЬ I

ОБЩИЕ ОБОСНОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗУЧЕНИЙ

ГЛАВА I

СУЩНОСТЬ И ОБЩИЕ ПРИЕМЫ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗУЧЕНИЙ

§ 1. Предмет гидрометрических изучений

Гидрометрические изучения имеют своим предметом учет тех элементов, которые характеризуют водные потоки и водоемы с количественной стороны. Задача таковых изучений — дать достаточно надежную базу для рационального решения вопросов водного хозяйства вообще и гидротехники в частности.

Гидрометрические изучения дают материал для более широких обобщений и выводов о некоторых сторонах процесса круговорота воды, составляющего содержание особой науки — гидрологии.

§ 2. Объекты гидрометрических изучений

Среди объектов гидрометрических изучений можно различать:

1. Элементы геометрические, которые или не меняются, или изменяются иногда, лишь весьма медленно и незаметно; к ним относятся: расположение и размер водосборных площадей; очертание водоразделов, берегов; общий характер рельефа дна русел и водоемов, конфигурация водоносных пластов и др.

2. Элементы гидравлические, которые могут быть подвержены быстрым и значительным колебаниям во времени, а именно: высота уровня воды; уклон поверхности воды; глубины и ширины

русла; площади сечения; скорости течения и их направление; количество воды, проходящее через данное сечение в единицу времени, или, иначе, — *расход* воды; запас воды в водоемах; примеси и мутность воды, и др.

Измерение геометрических элементов производится по методам и правилам топографических съемок и геологических исследований.

§ 3. Изучение гидравлических элементов

Исследования и изучения гидравлических элементов в гидрометрии поверхностных вод суши идут по указанным ниже четырем главным путям.

1. Водомерные наблюдения. Наблюдения за уровнями, или, иначе — *водомерные наблюдения*, заключаются в периодических (или непрерывных) измерениях высоты уровня воды по отношению к какому-либо неизменному по высоте пункту (реперу); к этим же наблюдениям можно отнести регистрацию физического состояния воды и обстановки наблюдений: появление, наличие и исчезновение ледяного покрова; наблюдения за донным и взвешенным в воде льдом; температура воды и воздуха; направление ветра и состояние погоды у места наблюдения.

Уровни воды в реке целиком зависят от таких факторов: 1) количества протекающей в реке воды, 2) очертания русла у данного пункта, или живого сечения реки, 3) уклона воды в реке. Поэтому на разных участках одной и той же бесприточной реки колебания уровней могут быть совершенно разными.

2. Узко-гидрометрические измерения. Вторая группа изучений гидравлических элементов — измерение скоростей течения и расходов воды; эти измерения можно назвать *гидрометрическими* в узком смысле этого слова.

Скорости течения в данном профиле реки изменяются с изменением высоты — уровня, уклона, формы и состояния русла.

3. Батометрические изучения. В третью группу можно выделить ряд остальных исследований гидравлических элементов: учет растворенных, взвешенных в воде и влекомых по дну веществ; определение цвета, прозрачности и химического состава воды

и др.; так как эти измерения связаны обычно со взятием образцов воды приборами, которые называются „батометрами“, то их можно назвать *батометрическими*.

Количество содержащихся в реке взвешенных и влекомых водою наносов зависит от уровней и расходов и стоит в связи с выпадающими в районе ливнями, геологическим строением прилегающей местности и др. факторами.

4. Гидравлические изучения. Четвертая группа включает изучение уклонов, направлений струй, коэффициентов шероховатостей, деформаций русла и т. п., и может быть названа *узкогидравлической*. Эти элементы также находятся в некоторых соотношениях с уровнями и расходами реки.

Изучение *подземных вод* осуществляется наблюдениями за уровнями, направлением движения и скоростями их и составляет предмет особого отдела гидрометрии — гидрометрии подземных вод.

§ 4. Общие приемы основных гидрометрических работ

1. Простота водомерных наблюдений. Водомерные наблюдения весьма просты по методам и необходимому для их производства оборудованию. Они не требуют большого умения и особой квалификации, отчего и обходятся недорого.

Пункты, устраиваемые для производства водомерных наблюдений, носят название *водомерных постов*.

2. Особенности измерений расходов. Для измерения скоростей и расходов нужны особые приборы, которые могут быть и простыми, и довольно сложными и дорогими, а также нужно особое оборудование; эти измерения для успешных результатов требуют более серьезных познаний и специальной подготовки, а также штата рабочих; поэтому они обходятся значительно дороже первых.

Пункты на водотоках, оборудованные для производства измерений расходов, носят название *гидраметрических створов*.

3. Косвенный прием изучения расходов. В виду практической невозможности непосредственного непрерывного измерения расходов реки, изо дня в день, — практика выработала для учета водоносности приближенный косвенный метод определения количеств протекающей воды; метод этот основан на возможности,

в большинстве имеющих случаев, — при некоторых благоприятных условиях, — устанавливать непосредственную связь между величиною расхода воды и высотой уровня воды в том же месте. Такая зависимость в виде уравнения:

$$Q=f(H),$$

где Q — величина расхода воды при горизонте H , — выраженная графически, носит название кривой зависимости расходов от уровней, или, сокращено, *кривой расходов*. Кривые расходов (для данного пункта реки) строят на основании ряда измеренных в разные периоды расходов; имея кривую расходов, можно вычислить количество воды, протекающей в данном сечении реки, для любого дня: для этого нужно только иметь уровни воды для того же дня.

4. Батометрические и узко-гидравлические изучения. Изучения батометрические и узко-гидравлические могут быть приурочены к постоянным наблюдениям на водомерных постах или производятся спорадически у гидрометрических створов.

5. Общее заключение об общих приемах работ. Таким образом, основным приемом организации основных гидрометрических изучений является организация в первую очередь водомерных наблюдений. Этот основной прием сопровождается той или иной организацией других видов гидрометрических изучений, в зависимости от цели изучения, вытекающей из последней продолжительности наблюдений, а также в зависимости от характера и свойств изучаемых объектов.

§ 5. Необходимость многолетних данных по основным наблюдениям

1. Характер колебаний уровней и расходов. Характер колебаний основных гидравлических элементов рек — уровней и расходов — чрезвычайно сложный и следует неизвестным и неустановленным до сего времени законам. В годовой смене уровней какой-либо реки у какого-либо пункта можно обычно выделить периоды повышений и понижений, связанных с климатическими, почвенно-геологическими и геоботаническими особенностями данного

района, например, весеннее половодье, летние низкие уровни и др. Однако, в разные годы эти повышения и понижения имеют разную величину и, вообще говоря, никогда не повторяются совершенно точно.

2. Средние и крайние характеристики. Поэтому для целей практики приходится выводить различные *средние, наивысшие и наинизшие* характеристики из возможных непрерывных колебаний гидравлических элементов, а также другие характеристики их изменчивости во времени и по величине. Поэтому, чем длиннее ряд наблюдений, тем более устойчивые характеристики можно из него получить и тем вероятнее, что наблюдаемые крайние величины — максимумы и минимумы — соответствуют возможным крайним значениям изучаемых величин.

3. Влияние климатических циклов. Распределение и ход колебаний количества воды в потоках и водоемах, в общем, зависит от хода климатических элементов данной области, хотя эта связь и не укладывается в какие-либо общие зависимости для месячных, сезонных и даже годовых характеристик. Поэтому обычно за периоды, достаточные для вывода устойчивых характеристик режима водостоков, принимают те, которые совпадают с установленными климатологией периодами колебаний климата. Такими сейчас считаются доказанные немецким ученым Брикнером 35-летние периоды колебаний влажности на земле, на которые приходится ряд сухих и теплых годов, а также ряд влажных и холодных, с одним максимумом и одним минимумом; имеется ряд предположений о наличии также 11-летних периодов колебания климата.

4. Практическое определение устойчивых характеристик. Однако и столь длительные периоды не могут совершенно гарантировать бесспорных результатов; можно допустить возможность существования и других периодов с иною, более длительною амплитудой колебаний. Поэтому, вообще говоря, желательны и особенно ценны наиболее продолжительные непрерывные ряды наблюдений. Для целей практики приходится ограничиваться зачастую значительно более короткими периодами наблюдений — 20 — 15 лет, и даже периодами в несколько лет. В последнем случае результаты непосредственных наблюдений получают практическое

применение путем сопоставления их или с более долголетними водомерными наблюдениями по постам, расположенным в аналогичных условиях, или с метеорологическими наблюдениями, которые у нас ведутся систематически во многих местах, начиная с 80-х годов прошлого столетия. Практика выработала также ряд приемов, дающих возможность, правда весьма приближенно и грубо, — находить [примерные характеристики водного режима водотока на основании еще меньшего ряда наблюдений, включительно до односезонных изысканий. Однако, такие приближенные расчеты могут быть допущены к применению лишь для ответственных и недорогих сооружений и работ; во всех остальных случаях наличие длительных наблюдений в пределах 11—17 лет не обязательно непосредственно у места сооружения, но вообще, в районе последнего, является крайне необходимым.

ГЛАВА II

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГЛАВНЫХ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗУЧЕНИЙ

§ 6. Общие обоснования организации изучений

Как было отмечено выше, основным приемом гидрометрических изучений является организация наблюдений за уровнями — водомерных наблюдений.

Как эти, так и остальные гидрометрические изучения — измерения расходов, батометрические и узко-гидравлические измерения, — должны быть организованы так, чтобы (как и при иных изучениях) целиком учитывались:

- 1) цель изучений;
- 2) предположенная или возможная продолжительность их;
- 3) характер изучаемых объектов;
- 4) особенности естественных периодов в жизни изучаемых объектов.

Цели изучения обуславливают в первую очередь объем, направление и характер изучений. Предположенная или возможная продолжительность изучений определяет конструкцию основных устройств — более солидную и долговечную, или рассчитанную на

существование только в продолжение сезона (напр., пункты при речных изысканиях); предположенная продолжительность изучений иной раз может влиять также и на приемы выполнений отдельных работ. Особенности разных естественных периодов в жизни реки и общий характер изучаемых рек влияют на выбор целесообразных способов наблюдений и измерений.

§ 7. Цели гидрометрических изучений

1. Общие цели изучений. Цели гидрометрических изучений, вообще говоря, можно формулировать следующим образом: 1) Использование и эксплуатация водотоков, как внутренних путей сообщения; 2) использование энергии водотоков; 3) проектирование и осуществление осушительных работ в долинах рек и водоемов; 4) проектирование и осуществление орошения; 5) проектирование и осуществление гидротехнических сооружений всякого рода, в частности мостов; 6) водоснабжение, удаление сточных вод; 7) городское и сельское благоустройство; 8) выработка расчетных гидравлических норм стока вод.

2. Различие в изучениях для различных целей. Ряд из перечисленных целей гидрометрических изучений требует знания, главным образом, хода изменений уровней и только некоторых характеристик расходов (пп. 3 и 7); наоборот, по ряду других вопросов необходимо знать расходы или сток рек непрерывно — за возможно более длительный промежуток времени (напр. п. 2, п. 8). Имеется группа вопросов, для которых интересно изучение только крайних характеристик уровней и расходов (напр., некоторые вопросы п. 5 и п. 6), как напр., максимумы — для расчета мостов, минимумы и максимумы уровней — для удаления сточных вод.

По ряду вопросов могут иметь особое значение те изучения, которые относятся к определенным сезонам года, как например, для п. 1 — период навигации, для п. 3 и 4 — период вегетации.

Наконец, в ряде случаев важно иметь исчерпывающие данные о влекомых наносах и составе воды (орошение), о распределении скоростей (гидротехнические сооружения), о конфигурации и свойствах русла (регулирование), и т. д.

§ 8. Разный характер изучаемых рек

Результаты гидрометрических изучений должны давать данные, вполне сравнимые для разных объектов наблюдений. Только при этом условии накапливаемые материалы будут иметь объективную и равнозначную ценность.

Чтобы получить от гидрометрических изучений равнозначные материалы, необходимо учитывать различный характер изучаемых объектов.

1. Различные категории изучаемых рек. В отношении изменчивости уровней реки Украины можно практически разделить на ряд следующих категорий:

I. Реки значительного размера, судоходные.

II. Реки сплавные, средней величины.

III. Реки несудоходные, малые.

IV. Реки очень малые, почти пересыхающие в жаркие месяцы.

Последние две группы можно разделить на такие подгруппы, в зависимости от условий течения:

1) Реки с сравнительно быстрым течением.

2) Реки заболоченные, с медленным течением и развитою водною растительностью в них.

3) Реки с течением, искаженным наличными на них вододействующими заведениями, подразделяющими естественное русло реки на ряд подпертых участков, расходы на коих регулируются работой вододействующих заведений. Особо следует поставить искусственные каналы — осушительные, оросительные и другие. Далее, в отношении свойств и строения русла можно выделить такие реки: 1. С неизменным дном; 2. С руслом, которое меняется периодически; 3. С постоянно изменяющимся руслом.

Неизменное дно имеют реки или участки рек с каменистым руслом, или с руслом из плотных глинистых и песчаных пород. Постоянно изменяющееся русло имеют реки, протекающие в весьма легко размываемых наносных грунтах. Периодические изменения русла свойственны рекам, протекающим в сравнительно устойчивых песчаных руслах, — после прохода высоких паводочных вод или вод весеннего половодья.

Изменяемость или неизменность русла зачастую может быть

определена только в процессе постановки соответствующих наблюдений.

2. Различие в изменениях уровней. Рекам большим, судоходным, как и ряду рек сплавных, вообще говоря, свойственны плавные и постепенные изменения уровней (исключая такие реки, которые берут начало или проходят через области сильных ливневых явлений, как напр., р. Днестр).

На ряде небольших рек с холмистыми бассейнами, лежащими в районах развития интенсивных ливней, весьма часто могут иметь место, помимо весеннего подъема воды, — половодья, — также „паводки“, т. е. быстрые и внезапные подъемы воды от ливней, изменяющие уровни весьма сильно на протяжении нескольких часов.

Реки заболоченные большей частью меняют свои уровни весьма медленно и постепенно, так как сток выпадающих осадков регулируется заболоченными долинами таких рек.

На реках с течением, искаженным вододействующими заведениями, смена уровней происходит весьма внезапно и резко, в зависимости от закрытия или открытия затворов в преграждающих течение плотинах.

3. Необходимость учитывать разный характер изменений уровней. Таким образом, главнейший из подлежащих изучению элементов — уровни, — у ряда рек и речек изменяются совершенно различно; поэтому, чтобы получить правильные, непрерывные характеристики этих изменений, могут быть необходимы и достаточны в наблюдениях интервалы различной, а не одинаковой длины. Например, утренние наблюдения каждый день — достаточны для рек с спокойно изменяющимися уровнями; но однократные наблюдения за день на реках с течением, искаженным вододействующими заведениями, дадут лишь случайные цифры, выхваченные из общей причудливой смены уровней, обусловленной указанными выше причинами, — и на таковых цифрах сколько-нибудь серьезных выводов строить будет нельзя, особенно в вопросах изучения стока.

4. Различия в условиях прохождения расходов. Вообще говоря, с изменением уровней в реке должны меняться и расходы. Однако, при наличии известных условий, изменения уровней в

реках могут иметь место не от изменений количества протекающей воды, а от причин совершенно другого порядка.

Таковыми причинами являются:

- 1) Изменения русла реки, вследствие размывов или наносов.
- 2) Наличие переменного подпора, создаваемого или искусственными сооружениями (запруды и плотины вододействующих заведений), или естественными условиями,—например подъемом воды в принимающей главной реке или во впадающих у рассматриваемого места притоках.
- 3) Наличие в реке водной растительности, количество коей,—а вследствие чего и действие ее на течение реки,—меняется в разные периоды вегетации.
- 4) Появление и наличие в реке льда во всех видах,—как плавучего и донного, так и поверхностного.

5. Необходимость при изучении стока учитывать условия прохождения расходов. Все указанные причины, изменяющие уровни независимо от изменений расхода, крайне затрудняют возможность установить связь между уровнями и расходами; эти причины при задачах исследования стока должны быть обязательно приняты во внимание и учтены с самого начала организации работ. Учет факторов, вызывающих искажение уровней, осуществляемый путем постановки последующих наблюдений, разрешает задачу о применении к вычислению расходов накопленных данных по уровням лишь в некоторых редких благоприятных случаях.

Поэтому все указанные факторы при организации гидрометрических работ и необходимо иметь ввиду в самом их начале.

§ 9. Особенности разных периодов в жизни рек

1. Естественные периоды в жизни рек. В смене жизни реки можно усмотреть ряд разных характерных периодов:

- 1) период весеннего половодья,—высокой воды, вызванной таянием накопленных за зиму снегов;
- 2) период летних низких вод;
- 3) периоды летних паводочных ливневых вод или зимних паводков;

4) зимний период, состоящий из периодов ледохода и ледостава.

2. Особенности отдельных периодов. Каждый из указанных периодов имеет свои особенности. Периодам половодья и паводков могут быть свойственны весьма резкие колебания уровней и расходов, а также вызываемые последними особо резкие изменения очертаний русла.

В период низких летних вод на очень малых реках могут иметь место весьма малые расходы до полного пересыхания речки включительно. На заболоченных реках, в период летних вод, живое сечение реки может заполняться в сильной степени водной растительностью, отчего скорости делаются весьма малыми. В зимний период — ледохода и ледостава — уровни, как было сказано выше, искажаются подпором, производимым в водотоках наличием льда, уменьшающего живые сечения и увеличивающего сопротивление течению воды.

3. Измерения в разные периоды. Таким образом условия гидрометрических измерений могут быть различными для одной и той же реки, но в разные периоды ее жизни; так, напр., приборы и оборудование, а также приемы измерений, удобные и рациональные для измерений при средней воде, — могут быть совершенно неприменимы при очень высокой воде, или, наоборот, при очень малой воде.

§ 10. Организация изучения бытовых уровней

1. Бытовые уровни. Наблюдаемые уровни в реке, рассматриваемые независимо от того, искажаются ли они или нет изменениями русла, переменным подпором, водной растительностью и льдом (см. § 8, п. 4), т. е. уровни, рассматриваемые независимо от того, отражают они или нет ход изменений водоносности реки, — носят название *бытовых уровней*.

2. Водомерные посты. Для целей изучения бытовых уровней устраиваются водомерные посты; применяются, главным образом, два простейших типа: свайные и речные. Каждый водомерный пост должен иметь не менее двух вполне надежных реперов, т. е. постоянных высотных знаков. Производство наблюдений и охрана

водомерного поста поручается наблюдателю из числа местных жителей.

3. Сроки и порядок наблюдений. Сроки и порядок наблюдений устанавливаются в зависимости от характера изменений уровней, напр. для судоходных рек: в периоды половодий и паводков — не менее трех раз в сутки, а в остальные периоды — один раз в сутки (8 часов утра). На реках с очень резко изменяющимися уровнями необходимо устанавливать или автоматические минимально-максимальные рейки, или, еще лучше, — непрерывно записывающие самописцы — лимниграфы. Минимально-максимальные рейки позволяют, при двух срочных наблюдениях в сутки, вывести значение среднего суточного уровня по пяти характеристикам их (см. часть V, § 2, п. 2).

Сроки и порядок наблюдений определяются также целью и намеченной продолжительностью изучений. Так напр., на временных наблюдательных пунктах, устраиваемых при речных изысканиях для целей последних, могут быть установлены даже почасовые наблюдения (или лимниграфные); конструкция наблюдательных устройств в этом случае может быть самая примитивная. При специальных изучениях бытовых уровней, напр. при изучении перемещения гребня паводков, могут быть применяемы особые конструкции, напр., конструкции автоматических максимальных реек.

§ 11. Организация изучения расходов

1. Гидрометрические створы. Для измерения расходов, на ряду с устройством водомерного поста, необходимо оборудовать гидрометрический створ. Характер этого оборудования зависит от величины реки, особенностей ее режима, местных условий и др. факторов. Обычно оборудуется два створа — один для высоких вод и один — для низких и средних.

2. Организация наблюдений за уровнями. Организация наблюдений за уровнями при изучении стока реки должна иметь в виду отмеченное выше, в § 10, п. 3, но с принятием во внимание указанного в § 8, пп. 4 и 5, т. е. должны быть обеспечены не только надлежащая частота измерений уровней, но и надлежащий

учет факторов, искажающих уровни (изменения дна, переменные подпоры, водная растительность).

Особенно важна надлежащая частота измерений уровней при быстрых подъемах и спадах воды вообще и на малых реках в частности. Можно отметить, что в последнем случае (малых рек) практическое влияние на результаты вычисления стока может иметь и самая *точность измерений уровней*.

Возможная ошибка E в вычислении стока от той или иной точности отсчетов уровней выражается в % от расхода следующим соотношением:

$$E = \frac{Q_2 - Q_1}{\frac{a}{n} Q_1} 100,$$

где: Q_2 и Q_1 — расходы, отвечающие двум последовательно взятым уровням воды с интервалом между последними в a единиц делений рейки; n — средняя ошибка отсчетов по рейке, выраженная в долях принятого деления рейки,

3. Уклонные посты. Для рек с *переменным подпертым уровнем* при гидрометрическом створе должен быть устроен второй водомерный пост, действующий непрерывно наравне с основным; пост этот имеет целью дать данные для суждений об изменении уклонов потока и носит название *уклонного*. Иногда удобно устраивать два уклонных водомерных поста — верховой и низовой. Уклонный водомерный пост крайне желателен и в других случаях изучения стока.

4. Сроки измерения расходов должны определяться характером изучаемого объекта.

На реках с неизменным руслом — измерение расходов, нужное для установления связи уровней с расходами, может быть произведено в любые сроки, лишь бы этими измерениями были охвачены все, как средние, так и крайние значения уровней. При этом нужно иметь в виду, чтобы одно измерение расхода приходилось бы примерно на $1/20$ амплитуды колебаний уровней, отдельно для периодов спада и для периодов подъема воды. Особенно важно измерять расходы самых высоких и самых низких вод.

На реках с изменяющимся дном измерение расходов необходимо производить возможно чаще; на реках, русло коих меняется периодически, обязательно измерение расходов в каждый

сезон года и после каждого прохода высоких вод, особо сильно влияющих на состояние русла; в среднем, число годовых измерений расходов для рек с изменяемым дном должно быть не менее 6—12. На реках, русло которых меняется постоянно, — частота измерений расходов должна быть еще больше.

Частое измерение расходов в каждом году обязательно также для рек с руслом, в котором имеется богато развитая водная растительность. Здесь измерения расходов должны приурочиваться, кроме обычных общих соображений, к таким периодам: начало развития вегетации, середина вегетационного периода и конец его — глубокой осенью; в каждый период необходимо измерять не менее 2—3 расходов.

5. Измерение зимних расходов. Особое внимание следует обратить на измерение зимних расходов. Таковые измерения необходимо производить не менее 6—10 раз за зимний сезон: в период осеннего ледохода; в первые 5—10 дней после начала ледостава; в середине зимы — не менее двух расходов; в конце зимы, после весеннего перехода температуры воздуха через нуль (в сторону положительных температур) и в период весеннего ледохода.

§ 12. Приемы измерения расходов

Приборы и оборудование для измерения расходов определяются как характером и условиями измерений на разных реках, так и финансовыми возможностями.

1. Подразделение способов измерений расходов. Способы измерений расходов можно подразделить на следующие:

- 1) непосредственные измерения;
- 2) определение расхода при помощи непосредственного измерения скоростей течения реки и площади живого сечения;
- 3) определение расхода путем определения некоторых элементов, входящих в формулы, выработанные гидравликой;
- 4) определение расхода химическим способом.

2. Непосредственный способ. Непосредственный способ применим для весьма малых потоков и источников.

3. Способ измерений скоростей и площадей сечения. Второй из указанных выше способов имеет наибольшее распространение и на-

ряду с некоторыми случаями применения способа (4) — наиболее точен для случаев больших и малых рек. Способ этот предусматривает применение таких главнейших приборов:

а) поплавки — поверхностные и глубинные, б) вертушки, в) батометры проф. В. Г. Глушкова, г) гидрометрические трубки.

4. Поплавки. Поплавки весьма пригодны для измерений на всяких реках во время паводков и половодий, а также на малых реках как с быстрым течением, так и с особо медленным течением; в последнем случае поплавки могут давать более точные результаты, чем приборы других типов.

5. Вертушки. Вертушки — самый точный гидрометрический прибор, если их применять надлежаще и в соответственных условиях. Применение их бывает ограничено следующими условиями: 1) слишком медленное течение — менее 0,06 — 0,10 м/сек., в зависимости от типа и состояния вертушки, 2) слишком малые глубины — менее высоты инструмента и 3) наличие в потоке посторонних предметов, могущих повредить прибор (ледоход, периоды паводков) или препятствующих его работе (водная растительность).

6. Батометры. Батометры проф. В. Г. Глушкова успешно применяются на малых реках, немногим уступая по точности вертушкам.

7. Гидрометрические трубки. Гидрометрические трубки удобно применять при измерениях на искусственных каналах, где требуется особо детальное измерение скоростей.

Каждый из указанных главнейших приборов дает правильные результаты лишь при соблюдении ряда необходимых условий как в обращении с ними, так и в выборе места измерения.

8. Определение расходов по гидравлическим формулам. Определение расходов путем нахождения некоторых элементов, входящих в формулы гидравлики, выполняется двояким путем:

1) при помощи измерения живых сечений реки на участке и измерения (нивеллировкой) уклона реки;

2) при помощи измерений на устройствах водосливного типа — плотинах вододействующих заведений или специально сооружаемых водосливах.

Первый путь может быть применен для измерений максимальных расходов во время половодья и паводков.

Второй путь часто может быть единственно надежным для учета стока весьма малых речек.

9. Химический способ. Определение расходов химическим способом удобно для рек с весьма быстрым течением, где смешивание вводимых в реку химических веществ происходит быстро и энергично.

§ 13. Организация опорной сети наблюдательных пунктов

1. Понятие об опорной сети. Долголетнее и непрерывное получение изменений основных характеристик режима реки, как уровней, так и расходов, обеспечивается устройством опорных постоянных наблюдательных пунктов на характерных участках речной сети страны с таким расчетом, чтобы охватить наблюдениями по возможности все наиболее интересные и важные реки.

Такая сеть носит название „опорной“ сети. Пункты опорной сети должны целиком соответствовать поставленным целям изучений каждой реки и особенностям тех участков, на которых они расположены.

2. Значение опорной сети. Имея долголетние наблюдения по опорной сети, можно приближенно получить устойчивые характеристики режима реки для любого пункта, расположенного в условиях, аналогичных какому-либо из опорных пунктов сети. Для этого необходимо лишь в интересующем пункте поставить 2—3-годовые гидрологические наблюдения и затем установить связь между полученными по ним наблюдениями и соответственными многолетними данными опорного долголетнего пункта.

3. Возможные категории постов опорной сети. Из сказанного ясно, что опорная сеть может иметь свое значение опорной только в том случае, если постановка гидрометрических изучений на этих постах целиком увязана с целями и характером изучаемых объектов. Можно поэтому в постах опорной сети выделить ряд постов таких категорий:

А. Посты для изучения стока.

В. Посты для регистрации бытовых уровней.

В отношении частоты наблюдений уровней можно различать случаи:

I — наблюдения обычно один раз в сутки плюс более частые наблюдения при проходе высоких вод (большие судоходные реки);

II — обычные наблюдения два-три раза в сутки (средние реки — сплавные);

III — наблюдения при помощи макс.-мин. реек (реки с искусственно искаженным режимом);

IV — наблюдения лимниграфные (см. п. III, а также для случаев стока на малых реках).

В отношении морфологии русла можно различать случаи:

1 — неизменное русло,

2 — русло, изменяющееся периодически,

3 — очень изменчивое русло.

Таким образом, в зависимости от: 1) целей изучения (обозначения характеристик буквами *A* и *B*), 2) характера изменений уровней (обозначения характеристик цифрами I, II, III и IV) и 3) морфологии русла (обозначения характеристик цифрами 1, 2, 3) — посты опорной сети могут быть отнесены к одному из двух главных классов *A* и *B*, с соответствующими подразделениями (группами), напр.: *A*-I-1; *A*-III-2; *B*-II-1.

На постах класса *B* измерения расходов не нужны и изменчивость русла можно не учитывать.

На постах класса *A* измерения расходов могут не производиться систематически лишь для подгруппы 1 — неизменное дно.

Для случаев наличия причин, вызывающих явления переменного подпора, в предыдущие обозначения можно добавлять к характеристикам класса (*A* и *B*) индексы *n* (подпор), например: A_n -I-1.

4. Наименование постов. Каждому водомерному посту присваивается определенный номер и название, каковые без ведома центрального учреждения ни в коем случае меняться не должны.

§ 14. Гидрометрические и гидрологические станции

1. Гидрометрические станции. Пункты, к которым приурочивают постоянное учащенное производство измерений расходов, а в не-

которых случаях и других характеристик режима, — носят название *гидрометрических станций*.

2. Гидрологические станции. Гидрометрические станции, в программу работ коих включаются и некоторые специальные гидрологические изучения, носят иногда название *гидрологических станций*.

§ 15. Временные наблюдательные пункты.

Пункты, устраиваемые для наблюдений временного характера, напр., при речных исследованиях, — носят название временных наблюдательных пунктов. К пунктам с наиболее кратковременными наблюдениями можно отнести *переносные* водомерные посты речных изысканий.

Эти пункты также должны иметь определенные названия и номера, которые менять не разрешается.

§ 16. Батометрические изучения

Изучения батометрические учитывают взвешенные в воде примеси и влекомые наносы, или, иначе, *твердый расход потоков*; как было сказано, они могут носить или спорадический характер, или систематический и непрерывный — в зависимости от цели изучения и характера изучаемой реки. Эти изучения производятся при помощи применения особых приборов, которые могут быть как весьма простыми, изготовляемыми домашними средствами, так и более сложными — в зависимости от нужной подробности и тщательности изучений. Батометрическими приборами берутся пробы воды и определяется количество и состав наносов, передвигающихся по руслу реки. Пробы воды и наносов подвергаются качественному, механическому и количественному анализу, для чего требуется соответствующее лабораторное оборудование и знание приемов анализа.

§ 17. Специальные изучения

Специальные изучения гидравлических характеристик носят разный характер, в зависимости от целевых заданий и характера

объектов. Наиболее просто можно обеспечить изучение непрерывного изменения уклонов; для этого, кроме основного водомерного поста, устанавливают дополнительный — уклонный, так, чтобы падение реки между основным и уклонным водпостами было бы больше ошибки наблюдений.

Зная уклоны, элементы русла и элементы расходов, можно вычислениями определять коэффициенты шероховатости.

Деформации русла изучаются постановкой наблюдений за элементами русла и элементами (величинами и направлением) скоростей, в сопоставлении с переносимыми водою твердыми примесями.

Направление струй может изучаться в горизонтальной и вертикальной плоскостях; в первом отношении, — для струй поверхностных и осредненных направлений глубинных струй, — можно пользоваться поплавками. Для изучения вертикального направления струй, а также деталей горизонтального их распределения, применяют особые специальные конструкции вертушек.

§ 18. Общее заключение

Детали устройства водомерных постов, гидрометрических створов и гидрометрических станций, а также порядок и особенности выполнения непосредственных полевых работ и конечных обработок материалов, определяются как характером изучаемых объектов, так и рядом соображений организационно-технического и финансового характера.

Описание приемов и порядка производства гидрометрических изучений поверхностных вод может быть распределено по таким главным группам:

I. Устройство наблюдательных пунктов — водомерных постов и гидрометрических створов, их содержание и организация на них постоянных непрерывных наблюдений; т. е. наблюдений за уровнями.

II. Производство полевых работ по измерению расходов с подразделением соответствующих указаний, применительно к типу применяемого прибора или особенностям приема измерений.

III. Выполнение учета растворенных, взвешенных и влекомых по дну наносов.

IV. Производство специальных гидрометрических изучений.

V. Обработка данных гидрометрических изучений.

В настоящем выпуске, далее, рассматриваются только первые две из вышеперечисленных главных групп работ, т. е. группы, являющиеся основными.

ЧАСТЬ II

УСТРОЙСТВО И СОДЕРЖАНИЕ ВОДОМЕРНЫХ ПОСТОВ И ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ СТВОРОВ

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Под устройством и содержанием водомерных постов и гидрометрических створов разумеется:

- 1) выбор участка и места для поста;
- 2) выбор участка и места для гидрометрического створа;
- 3) выбор типа и устройство водомерного поста;
- 4) устройство гидрометрического створа;
- 5) организация наблюдений на водомерном посту, включающая в себя содержание поста, его оборудование и поверки.

В процессы устройства и содержания водомерных постов и гидрометрических створов входит далее производство промерных работ, а также сооружение и установка реперов.

ГЛАВА I

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ВОДОМЕРНОМ ПОСТЕ И ГИДРОМЕТРИЧЕСКОМ СТВОРЕ

§ 1. Общие понятия о водомерном poste

1. Составные части водомерного поста. Каждый водомерный пост должен состоять из следующих частей: 1) непосредственного приспособления для измерения уровней и 2) постоянных высотных знаков — реперов, по которым можно было бы проверять неизменность тех высотных точек, от которых или над которыми производятся измерения уровней. Таких реперов полагается иметь у каждого водомерного поста не менее двух, на

случай возможного повреждения одного из них. Реперам придают или условные отметки, или абсолютные (над уровнем моря), если к получению этих последних есть возможность.

2. Нуль наблюдений; нуль графика. В каждом водомерном посту начальной отметкой (высотой), к которой относятся наблюдаемые колебания горизонтов, служит так называемый *нуль наблюдений*. Этот нуль совпадает обычно с нулевым делением рейки в речных постах и с наинизшей точкой, от которых производятся измерения — в постах других типов. Поэтому положение нуля наблюдений при переустройстве поста может изменяться.

От нуля наблюдений следует отличать нулевой пункт поста или *нуль графика*, т. е. тот условный нуль, который для удобства и единообразия обработок раз навсегда принимается неизменным (сокращенно нулевой пункт поста — нуль графика называют часто просто — *нулем поста*). Нулевой пункт поста (нуль графика) стараются установить ниже самого низкого возможного уровня реки или водоема, чтобы не возникла необходимость иметь дело в обработках с отрицательными отсчетами. Поэтому на практике за нуль поста рекомендуется выбирать отметку самой глубокой части реки против поста или несколько ниже его.

К сожалению, для ряда старых постов на Украине приведенное указание при устройстве постов выполнено не было: имеется ряд постов, для которых нуль графика установлен выше наблюдаемых низких уровней.

На озерах за нуль графика принимается обычно наинизшая точка дна истока реки из озера, а если озеро замкнуто, — то точка, находящаяся на 30—50 см ниже самого низкого из всех наблюдавшихся на озере горизонтов.

Таким образом, нуль графика поста может не совпадать с фактической наинизшей точкой водомерного поста, от которой ведутся наблюдения; отметим, что разница по высоте между отметкой нуля наблюдений и отметкой нуля графика носит название *приводки*; приводка эта, как видно из предыдущего, может быть положительной и отрицательной: отрицательной, если условный нуль поста (нуль графика) выбран выше действительного нуля наблюдений, и положительной, если нуль графика назначен ниже действительного нуля наблюдений.

Как общее правило, нулевые пункты водомерных постов не подлежат никаким изменениям, во избежание внесения путаницы при обработке старых и новых данных наблюдений.

§ 2. Виды водомерных постов

1. Подразделение постов. По способу устройства водомерные посты можно подразделить на такие виды:

1) *простые*, на которых измерения уровней производятся при помощи рейки наблюдателем поста;

2) *передаточные*, в которых место отсчета переносится с места действительного измерения в другое, более удобное для непосредственного наблюдения;

3) *саморегистрирующие*, в которых колебания уровня, — непрерывно или в определенные моменты, — отмечаются автоматически, при помощи особых приспособлений и механизмов.

Наиболее распространенными и легко осуществимыми являются посты первой группы.

Водомерные посты можно подразделить также по предполагаемой продолжительности их действия на: *передвижные, временные и постоянные*.

2. Передвижные водомерные посты. Передвижные (или баржевые) водомерные посты устраиваются в местах стоянок речных изыскательских партий и обычно состоят из прочно забитого в дно реки, у ее берега, кола, диаметром около 6 см; на этот кол ставится для измерений реечка с делениями на сантиметры; кол связывается нивелировкой с ближайшим репером или пикетом изысканий; по наблюдениям на таком передвижном водомерном посту, при обработке данных изысканий, производится срезка горизонтов воды.

3. Временные и постоянные посты. *Временные* водомерные посты устраиваются на более или менее непродолжительный срок, обычно для специальных целей изысканий или особых наблюдений.

Постоянные водомерные посты устанавливаются в целях производства длительных или стационарных наблюдений над режимом водотоков или водоемов.

Постоянные водомерные посты могут устраиваться с различными целями: для наблюдений лишь за бытовыми уровнями реки и сопутствующими им явлениями; для учета количества воды, протекающей в реке и, наконец, для учета элементов, характеризующих изменимость речного ложа, перемещение взвешенных и передвигаемых наносов и т. п.

При устройстве временных и постоянных водомерных постов прежде всего приходится разрешать задачи такого рода: 1) о месте расположения водомерного поста и 2) о выборе участка для непосредственного устройства на нем водомерного поста.

§ 3. Общие понятия о гидрометрическом створе

1. Общие понятия. Под гидрометрическим створом разумеют створ, разбитый поперек реки и закрепленный на местности особыми прочными знаками, особо оборудованный и предназначенный для систематических измерений расходов.

Гидрометрические створы могут быть постоянного типа и временные. Первые устраиваются в целях длительного наблюдения за режимом водотока, вторые имеют место при изыскательских сезонных работах. По методам предположенных измерений можно различать створы для поплавочных измерений и для измерений вертушками или другими приборами, при помощи коих скорости определяются в отдельных точках одного сечения реки.

Условия для устройства створов разного назначения могут несколько отличаться друг от друга, но остаются одинаковыми в основном. Во всех случаях устройства гидрометрических створов измерительные работы на них производятся спорадически. Чтобы увязывать измеряемые величины расходов с изменениями уровней, систематическое измерение последних должно быть обеспечено наличием водомерного поста.

2. Взаимное расположение поста и створа. Водомерный пост лучше всего совмещать с расположением гидрометрического створа. Это обстоятельство неизменно необходимо иметь в виду при выборе места для устройства водомерного поста. Однако, это не всегда возможно, по условиям местности. В таких слу-

чаях при организации длительных стационарных изучений режима реки, нужно иметь в виду, что при изменении русла реки у водомерного поста и при удаленности его от створа установление зависимости между уровнями и расходами будет затруднительно, независимо от состояния русла у створа. Если постоянный водомерный пост нельзя совместить с расположением гидрометрического створа, следует расположить его к створу возможно ближе; во всяком случае, между створом и тем постоянным водомерным постом, к показаниям коего предполагается относить измерения расходов, не должно быть никаких притоков, выходов из оврагов и т. п. При удалении водпоста от створа более, чем на расстояние видимости невооруженным глазом, у створного сечения необходимо устанавливать приспособления для непосредственных измерений уровней во время определения расходов.

3. Удаленное расположение створа от водомерного поста. В случае наличия условий, при которых постоянный створ приходится располагать удаленно от постоянного водомерного поста, необходимо, кроме сказанного выше, иметь в виду следующее:

1) если русло у *водомерного поста* — изменяемое, или уровни у водомерного поста подвержены перемежающимся подпорам или влиянию водной растительности, — измерения расходов на створе должны производиться, исходя из отмеченных условий у водомерного поста, *независимо от условий, существующих для створа* (см. часть I, § 11);

2) точно также в этом случае, для изучения зимнего режима реки, наблюдения за ледовыми явлениями (см. дальше § 15) нужно производить не только у водомерного поста, но и на гидрометрическом створе; при удаленности створа от водомерного поста на 1—2—3 км зачастую створ может соответствовать участку реки, совершенно непохожему на прилегающий к водомерному посту; поэтому может случиться, что накопленный материал по ледовому режиму у водомерных постов не сможет быть использован при решении задачи о стоке, поскольку в этом последнем вопросе за основу расчетов будет взят гидрометрический створ.

ГЛАВА II

УСТРОЙСТВО ВОДОМЕРНОГО ПОСТА

§ 4. Расположение водомерных постов

1. Общие соображения. При решении задачи о расположении водомерных постов необходимо считаться с целью устройства водпоста и с объективными условиями, гидрологическими и чисто местными.

2. Посты при изысканиях. При гидротехнических изысканиях устраиваемые для них водомерные посты (обычно, еще до приступа к полевым работам) намечаются так, чтобы надлежащее освещение получили бы все характерные участки реки. Обычно резкие изменения в быт реки вносят впадающие притоки, а потому следует на участке между притоками (более или менее значительными) устраивать хотя бы один водомерный пост. Точно также необходимо на каждом из притоков установить хотя бы по одному водомерному посту. Затем, крайне желательны водомерные посты у мест резкого изменения уклона реки, например, у порогов, в местах резкого изменения ширины поймы, в местах гидротехнических сооружений (плотины, шлюзы). При исследовании озер на небольших озерах (с площадью не более 10 кв. км) рекомендуется устраивать не менее одного поста, на озерах с площадью 10—100 кв. км — не менее двух постов, и т. д. Чем чаще располагать водомерные посты на исследуемых реках или озерах, тем полнее и тщательнее освещается и изучается быт водотока и водоема.

3. Постоянные посты. При устройстве постоянных водомерных постов расположение поста определяется специальным назначением его.

Весьма важное значение при решении вопроса о месте расположения водомерного поста имеет наличие населенных пунктов. Возможность привлечения к наблюдениям хорошо грамотного лица, живущего в непосредственной близости от места производства наблюдений, — необходимое условие правильной работы водомерного поста. В случае наличия в районах предполагаемого устройства водомерного поста надежной метеорологической станции, в особенности с многолетними наблюдениями, целесообразно району этой последней отдавать предпочтение перед остальными.

§ 5. Выбор места для поста

После того, как на основании вышеприведенных соображений намечены примерные пункты расположения водомерных постов, приступают к окончательному выбору места для устройства водомерного поста. При устройстве всех вообще водомерных постов следует соблюдать такие условия (специальное назначение данного водомерного поста может позволять некоторые из приводимых ниже условий видоизменять или вовсе не соблюдать):

1. Доступность местоположения. Место, намеченное для устройства поста, должно быть легко доступно для наблюдений; поэтому, не следует устраивать посты на слишком крутых берегах; необходимо также избегать участков с отлогими берегами, затрудняющими измерение уровней во время весеннего половодья и паводков, когда подход к месту наблюдения заливается водой на большом расстоянии.

2. Соображения о сохранности. В целях сохранности поста, необходимо выбирать места, защищенные от ледохода и свободные от образования ледяных зажоров; равным образом, следует избегать подмываемых берегов, а также учитывать возможность порчи поста от действия наносов.

3. Горизонтальность поверхности воды. Следует избегать устройства постов в тех местах, где может наблюдаться негоризонтальность уровня воды в поперечном направлении; поэтому, не следует устраивать посты: а) на крутых поворотах реки и в) в непосредственной близости от устьев притоков; для этого последнего случая руководствуются требованием, чтобы пост был расположен от устья притока на расстоянии не меньшем пятикратной ширины реки.

4. Исключение влияния ветров. Не следует устраивать посты на очень длинных прямых и широких участках реки, расположенных по направлению господствующих ветров, так как в этих местах может происходить нагон и сгон воды от действия ветра, искажающий показания водомерного поста.

5. Неизменяемость русла. Русло реки в месте расположения водомерного поста должно отличаться наибольшей неизменяемостью

по всему поперечному сечению реки, т. е. не должно быть условий, благоприятных для размывов дна берегов, образования кос и отложения наносов, — что чаще всего бывает в местах с очень быстрым или, наоборот, — с очень тихим течением.

6. Отсутствие переменного подпора. Необходимо располагать посты по возможности вне пределов действия переменного искусственного или естественного подпора от плотины, моста с малым отверстием, влияния притоков, уровней принимающей реки и т. п. Для определения протяжения, на которое распространяется подпор от данного искусственного сооружения или от подъемов воды в принимающей реке, — прежде всего необходимо определить уклон данной реки i (если он неизвестен); определение уклона делается по правилам речных изысканий. Кроме того, подлежит определению наибольшая величина подпора H , создаваемая сооружением или подъемами воды в притоке, в принимающей реке, в принимающем озере; далее, последовательными промерами в характерных участках следует определить средние глубины исследуемого участка (h).

7. Приближенные способы вычисления элементов подпора. Величина расстояния, на которое распространяется подпор от источника подпора, может быть приближенно определена по одной из формул гидравлики, напр., *Дюпюи - Рюльмана* (см. рис. 1):

$$L = \frac{h_0}{i} \left(\varphi \frac{Z_2}{h_0} - \varphi \frac{Z_1}{h_0} \right),$$

где L — искомое расстояние; Z_2 — превышение над нормальным (существовавшим бы при отсутствии источника подпора) уровнем подпертого уровня у источника подпора; Z_1 — то же — в любом данном сечении реки; i — уклон поверхности воды в реке при отсутствии источника подпора („естественный уклон“, черт. 1); величину i удобнее всего получить хотя бы из схематического продольного профиля реки с нанесенной на нем линией дна, путем проведения линии средней глубины и линии естественного уклона; величину Z_1 рационально полагать равной какой-либо конечной величине, напр. 0,01 м, так как кривая подпора в наиболее удаленной от источника подпора части проходит на весьма близком расстоянии от естественной поверхности воды в реке, не имеющем практического значения; при необходи-

мости найти эффект подпора для данного расстояния, Z_1 является величиной искомой; значения членов $\varphi \frac{Z_2}{h_0}$ и $\varphi \frac{Z_1}{h_0}$ определяется на основании особых таблиц, которые даны на стр. 98.

Формула Дюпюи-Рюльмана выведена ее автором для случая прямоугольного (широкого) русла. Для русла,



Рис. 1. Подпертый участок реки.

лучше применять формулу Толкмита:

$$L = \frac{h_0}{i} [\varphi(\eta_2) - \varphi(\eta_1)],$$

где:

$$\eta_2 = \frac{h_2}{h_0}; \quad \eta_1 = \frac{h_1}{h_0}, \quad \text{причем} \begin{cases} h_2 = h_0 + Z_2 \\ h_1 = h_0 + Z_1 \end{cases}$$

В формуле Толкмита h_0 имеет значение наибольшей глубины в сечении.

Величины значений φ приводятся в особых таблицах в гидравлических справочниках.

Более точные приемы определения элементов подпора приводятся в специальных руководствах по гидравлике.

Пример. Пусть имеется плотина, создающая подпор $Z_2 = 1,3$ м; нивелировкой на протяжении 25 км, начиная от нижнего бьефа у плотины и выше, — определены отметки урезов воды, приведенные к уровню воды в реке на один и тот же день; эти отметки дали величину естественного уклона реки (до сооружения плотины) в $i = 0,000197$; средняя глубина реки до устройства плотины — h_0 — определена равной 2,8 м.

Надо определить, на какое расстояние распространяется подпор от плотины. По Дюпюи-Рюльману, принимая $Z_1 = 0$, имеем:

$$L = \frac{2,8}{0,000197} \cdot \varphi\left(\frac{1,3}{2,8}\right) = \frac{2,8}{0,000197} \cdot \varphi(0,465).$$

Из таблицы приложения, для $\frac{z}{h_0} = 0,465$ находим:

$$\varphi\left(\frac{z}{h_0}\right), \quad \text{при} \quad \frac{z}{h_0} = 0,465, \quad \text{равно} \quad 1,61.$$

Тогда:

$$L = \frac{2,8}{0,000197} \cdot 1,61 = 22,8 \text{ км.}$$

8. Меры в случае невозможности избежать переменного подпора.

Вопрос о влиянии переменного подпора весьма тщательно необходимо обследовать при устройстве водомерного поста, предназначенного для учета количеств протекающей воды. Тут следует иметь в виду, что переменный подпор может вызываться влиянием притоков, влиянием уровней принимающей реки и влиянием водной растительности.

В случае, если условия расположения водомерного поста не позволяют избежать влияния переменного подпора на показания поста, необходимо установить ниже основного — дополнительный пост, при помощи показаний коего можно было бы учитывать изменения уклона реки, в зависимости от изменений величин переменного подпора у источника подпора. Расстояние дополнительного водомерного поста от основного определяется условием получения достаточной и необходимой точности в величинах уклонов, и поэтому зависит от уклона реки; можно руководствоваться правилом: расстояние между основным и вспомогательным постом должно быть таково, чтобы падение реки между обоими постами было не менее 0,10—0,15 м.

9. Общие замечания. Все указанные условия выясняются прежде всего путем тщательного осмотра как участка, предназначенного для устройства водомерного поста, так и тех участков реки, что лежат в непосредственной близости. Данные о могущих вызвать подпор сооружениях и водоприемниках или водотоках — собираются путем опроса местного населения и проверяются путем непосредственного рекогносцировочного объезда; опросные данные могут дать весьма ценный материал и для суждений о размывах берегов, дна, характере ледохода, прохода высоких вод и т. п.

Русло реки на участке, предназначенном для устройства водпоста, должно быть исследовано промерами. Характер течения реки и очертание ее в плане могут служить важными косвенными признаками для выяснения целого ряда из указанных выше условий.

§ 6. Посты простые и их виды

Простые посты можно подразделить на такие категории:
 а) *реечные*, [на которых измерения уровней производятся по постоянно укрепленной у места измерений [неподвижной рейке;

б) *свайные*, состоящие из ряда свай, забитых в створе на берегу реки так, что самая нижняя часть находится под водой, а самая высокая — лишь немного покрывается самой высокой водой; измерения уровней воды производятся при помощи переносной рейки, которая ставится на головку ближайшей к берегу сваи, находящейся в воде; в) *смешанные*, включающие в себя элементы свайных и реечных постов; г) *посты мостового типа*, в которых горизонт воды определяется измерением расстояния от какой-либо неподвижной точки, находящейся вне поверхности воды, над нею, например, от фермы железного моста или подошвы рельс на мосту.

§ 7. Реечные посты

Главной принадлежностью реечного поста является рейка, наглухо — вертикально или наклонно — закрепленная на каком-либо искусственном или специально устроенном сооружении так, что можно предполагать полную неизменность ее положения.

Водомерная рейка может быть деревянной или металлической.

1. Деревянные рейки. *Деревянные рейки* делаются из досок толщиной в 2—4 см (1—1,5"), шириною в отделке около 12 см; длина рейки определяется наибольшею возможною амплитудою колебаний горизонтов воды у места предполагаемого сооружения водомерного поста; так как эта амплитуда может достигать величины от 4 до 12 м, то для перевозки и установки целесообразно делать рейку по длине из нескольких звеньев, длиною в 1,5—2,0 м.

На лицевой стороне рейки красной, синей или черной краской (лучше эмалевой) наносятся деления в сотых долях метра (в ведомстве НКПС — через 0,02 м); перед окраской делается тщательная разметка при помощи стальной рулетки и деления закрепляются при помощи глубоких нарезок. Образец разметки, применяемой на Украине, показан на рис. 2; то же для принятых образцов в Туркестане — на рис. 3.

Весьма непродолжительное сохранение на рейке окраски (2-3 года при весьма хорошем качестве краски, — особенно в нижнем ее конце, где происходит частая смена уровней) делает мало практичными такого рода окрашенные рейки. Поэтому

окраска должна или периодически возобновляться, или может быть заменена выжиганием как делений, так и самых цифр.

2. Металлические рейки. Гораздо практичнее и долговечнее металлические рейки. Металлические рейки можно делать литыми из свинца, с выпуклыми делениями и цифрами.



Рис. 2. Образец разметки рейки на Украине.



Рис. 3. Образец разметки рейки в Туркестане.

Другой возможный тип металлических реек — из тонкого листового цинка шириной в $7\frac{1}{2}$ —8 см, за неимением такового — из оцинкованного железа или листового алюминия. Калибровка таких реек может быть осуществлена при помощи сквозных просечек разного вида, например, четные сантиметры — длинная черта ($\frac{1}{2}$ ширины [рейки], нечетные сантиметры — одна точка, пятерки — три точки, десятки — черта с кружком на конце; цифры тоже могут быть сделаны сквозными. Будучи свернуты в трубки, заготовленные заранее трафареты весьма портативны в перевозке. Для их установки на месте заготавливается предва-

рительно деревянная доска с поперечным сечением в 10×3 или 10×4 см соответствующей длины, которая хорошо осмаливается или окрашивается темной краской. Металлический трафарет прикрепляется к доске гвоздями; белые деления и цифры весьма отчетливо выделяются на фоне осмоленной доски (рис. 4).

3. Установка и укрепление реек. Установка и укрепление реек на месте производится различными способами, в зависимости от местных условий.

При возможности воспользоваться для установки рейки уже существующими искусственными сооружениями, деревянными или каменными (или бетонными), необходимо выбирать место, наиболее защищенное от ледохода и ударов плывущими предметами и суднами; при мостовых сооружениях таковыми являются низовые стороны быков и устоев. Если таких защищенных мест найти нельзя, то рейку втапливают в особо протесанные для сего пазы или защищают отбойными сваями.

К деревянным частям сооружений рейка может быть прикреплена при помощи гвоздей или винтов; к каменным стенам рейки прикрепляются металлическими штырями, втапливаемыми в кладку на цементе. При прикреплении рейки к искусственному сооружению полезно на нем же отмечать (краской или насечками) положение целых метров, что служит проверкой неизменности положения рейки. Иногда, при наличии каменных или бетонных искусственных сооружений (быки моста), деления рейки наносятся краской и насечками непосредственно на искусственное сооружение.

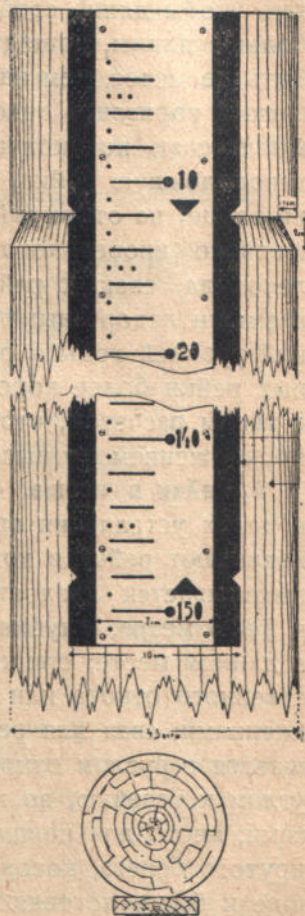


Рис. 4. Тип рейки из листового металла.

В местах отсутствия уже возведенных искусственных сооружений, для закрепления реек служат специально забиваемые сваи. Сваи забиваются в грунт до отказа (но не менее 1,50 м), так, чтобы длина свободной части сваи, считая от дна, была не больше длины, вошедшей в грунт; свободная часть сваи должна быть не менее, чем на 0,50 м выше самого высокого наблюдавшегося горизонта ледохода и не менее $\frac{2}{3}$ высоты рейки. Верхушка сваи, по окончании забивки, скашивается в сторону, противоположную рейке, чтобы не задерживалась дождевая вода на торце; на открытый торец надевается сверху колпак из окрашенного кровельного железа. При возможной опасности от ледохода, сваю с рейкой следует защитить специально забиваемыми ледорезными сваями. При большой амплитуде колебаний уровней воды в реке, удобно устанавливать 2—3 отдельных рейки более короткой длины, на разных высотах берега, с таким расчетом, чтобы каждая из отдельных реек служила продолжением по высоте предыдущей рейки.

4. Рейки в ковше. При очень больших скоростях течения, в целях устранения ошибок от набегания на рейку воды, устанавливают рейку в ковше. Для этого на берегу, вблизи уреза, выкапывается квадратная яма, приблизительно со сторонами в 2—3 метра, глубиной немного более средней глубины реки в данном месте; стенки ямы крепятся или приданием им естественного откоса или каменной отсыпью, или деревянными креплениями; свая для рейки тогда забивается в дно ямы; яма сообщается с руслом открытым каналом, выходящим в реку под углом к течению, во избежание засорения канала и ковша наносами; место для ковша целесообразнее всего выбирать у более крутого берега, которому в реке обычно соответствуют большие и более постоянные глубины.

5. Наклонные рейки. Как особый вид речных постов, могут быть рассматриваемы наклонные рейки. Вертикальные рейки по предыдущему удобно устраивать лишь в случаях возможности достаточно обеспеченной защиты их от ударов плывущих на реке предметов (и ледохода) и где около рейки не образуется волна подпора от быстрого течения. В тех случаях, когда условия для удобной установки вертикальной рейки не имеется,

устанавливаются наклонные рейки в особых углублениях в берегу; берег для такой установки должен быть выбран достаточно пологий и в то же время достаточно прочный, не подверженный размывам и наносам. Уклон такой рейки не должен быть положе $1/2$. Если берег полог, то в откосе делается выемка, а вода к рейке подводится канавкой. Если берег слишком крутой, для рейки в откосе выбирается ниша, а боковые стенки этой ниши укрепляются одеждой из дерева или из камня. Откосы канавки,

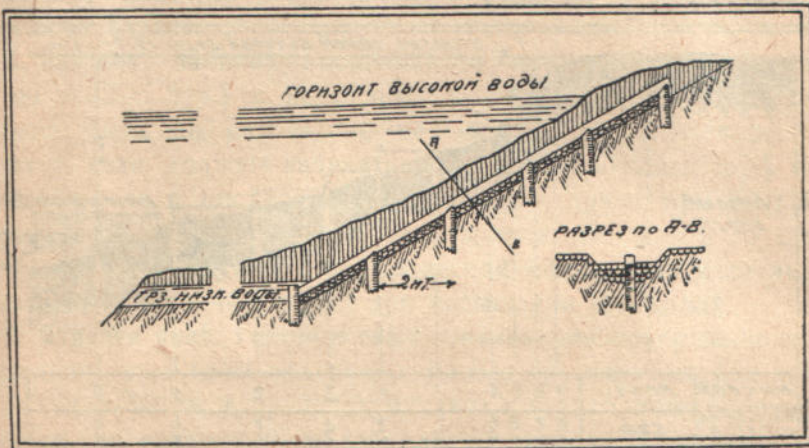


Рис. 5. Наклонная рейка.

подводящей воду к рейке (если таковая канавка имеется), а также откосы выемки для рейки также укрепляются, в зависимости от грунта, при чем для укрепления тут может быть применена дерновка или мощение камнем.

Общий вид устройства наклонной рейки показан на рис. 5. Сама рейка в этом случае представляет собою брус или доску прочного сечения, укрепленную на сваях путем врубок шипами и железных скоб; сваи берутся диаметром в $3\frac{1}{2}$ —4 верш. и вбиваются на глубину не менее 1,50 м и на расстоянии друг от друга около 2 м. В предупреждение гниения рейка окрашивается краской, а поверхность выемки под нею обкладывается мелким камнем или гравием. Калибровка рейки производится после ее окончательного закрепления — путем нахождения с помощью

нивеллира метровых меток и тщательной разметки по интерполяции промежуточных делений. Такая рейка, тщательно изготовленная, может служить довольно долго.

§ 8. Свайные посты

1. Свайные посты. В случае отсутствия условий, удобных для устройства речных водомерных постов, устраивают свайные водомерные посты (рис. 6). Свайные посты состоят из ряда свай,

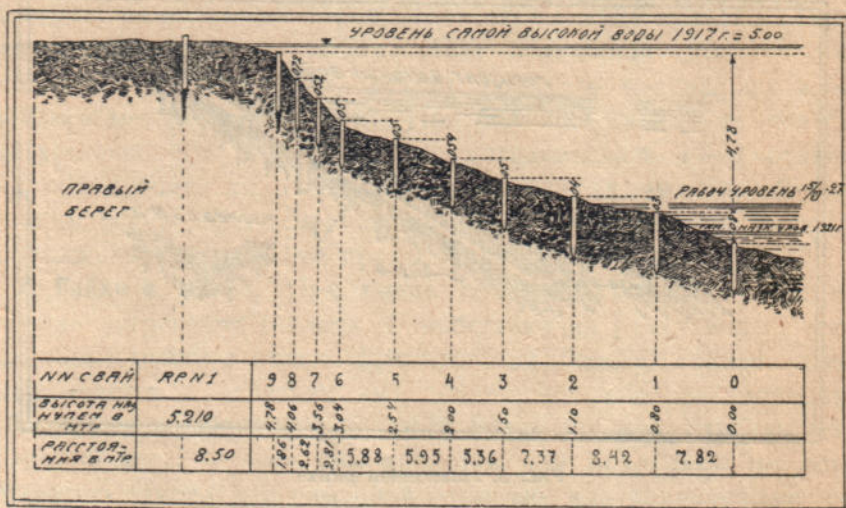


Рис. 6. Свайный пост.

забиваемых по линии створа поста в дно и берег реки (при каменистых берегах сваи могут быть заменены высечками в скале); сваи располагаются так, чтобы поверхности их головок различались по высоте не более, чем на 1 м (лучше 0,60—0,70 м) и в то же время, чтобы удобно было подойти к каждой из них, когда предыдущая по высоте свая (со стороны берега) уже выступает из воды; самая низкая свая должна быть забита ниже уровня самых низких вод еще на 20—30 см; самая высокая свая — на столько же ниже самого высокого возможного уровня. И тот и другой уровень определяют по опросам местных жителей; измерение уровней производится путем постановки на головку

сваи особой переносной рейки. Каждая из свай имеет свой номер; высота ее головки определяется нивелировкой. Количество нужных для устройства поста свай определяется приблизительным измерением расстояния по высоте между самым низким и самым высоким возможными уровнями.

2. Сваи деревянные. Сваи берутся из дуба, бука или сосны, толщиной около 0,20 м (4—5 верш.); сваи заостриваются обычным порядком — на три канта для слабых грунтов и на четыре — для твердых; в последнем случае на затесанный конец сваи рекомендуется надевать металлический башмак, а на головку — железный бугель.

3. Забивка. Забивка производится ручною бабою весом в 50-80 кг (3-5 пуд.) с временных подмостей. Глубина забивки должна быть до отказа, но не менее 1,50 м; в торфяных грунтах сваи должны забиваться до подстилающего торф слоя и углубляться в последний; в противном случае, при усыхании болота сваи могут изменять свое положение вместе со слоем торфа, в котором они сидят, а весной — приподыматься льдом вместе с разбуханием торфа при насыщении его водой.

4. Обделка свай. Головки сваи спиливаются совершенно горизонтально так, чтобы над поверхностью грунта выступал конец не более 5-20 см; в пределах, близких к ледоходному горизонту, головки спиливаются почти заподлицо с землею. В середине спиленного торца сваи забивают большой корабельный гвоздь с широкой шляпкой или группу малых широкошляпных гвоздей в виде кружка; еще лучше применять покрывку из чугуна или железа; назначение этого — облегчить наблюдателю нахождение головки сваи под водою, так как окованная железом переносная рейка при ударе о железо сваи издает характерный звук, не позволяющий смешать с водомерной свайею какой-либо случайно попавший в створ поста деревянный обрубок или камень.

5. Нумерация свай. Все сваи нумеруются по порядку, начиная с самой высокой, обозначаемой № 1; в ведомстве водных путей сообщения принят обратный порядок нумерации свай; там также принято придавать расстояниям между сваями по высоте — строго определенные величины, равные 0,50 или 1,00 м. Номера свай удобно обозначать на головках свай краской или забивкой по

соответствующим очертаниям — цифры номера — широкошляпных гвоздей. Верхние части свай полезно покрывать масляной краской или смолой для предохранения от гниения.

6. Металлические сваи. Деревянные, дубовые или из акации, сваи могут служить около 8-10 лет. Гораздо дольше служат

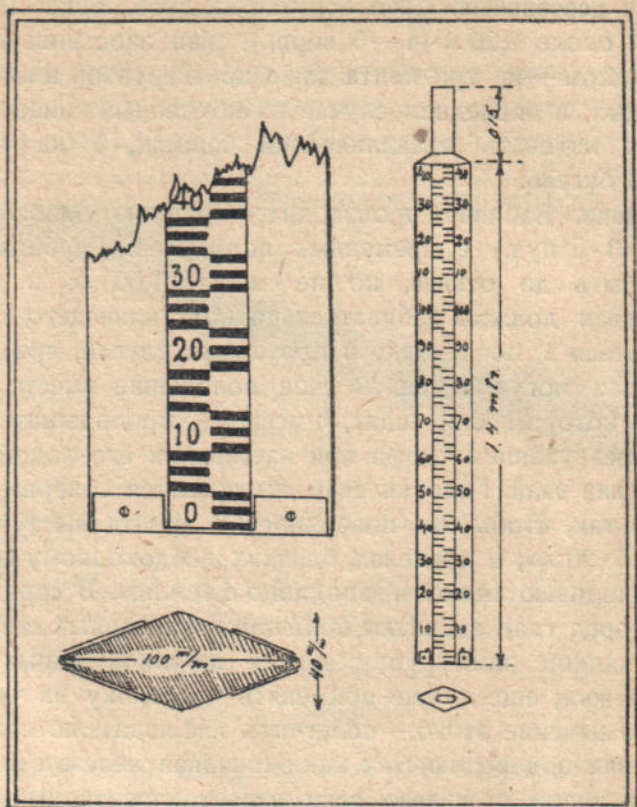


Рис. 7. Переносная рейка.

металлические чугунные сваи или железные сваи из рельс и фасонного железа. Чугунные сваи, снабженные винтовыми лопастями и завинчиваемые при помощи особого ключа, изготавливаются заводским способом и вследствие своей дороговизны не получили распространения. Они применяются главным образом для нижних нулевых свай, а также самых верхних (постоянных, реперных) свай,

Сваи из рельс и фасонного железа — двутаврового, брусчатого и др. — для забивки срезаются на своих концах клинообразно; нижняя часть бабы тогда снабжается железным наконечником. Сваи эти не имеют распространения как в силу своей дороговизны (доставки), так и в силу того, что представляют соблазн для похищений со стороны местного населения.

В отдельных случаях каменистых берегов и наличия подходящего материала сваи водомерного поста могут устраиваться из каменных столбов, закрепляемых в углублениях при помощи каменной наброски или цементной кладки.

7. Переносная рейка. Применяемая для измерений уровней переносная рейка делается из доски и имеет толщину 1,00-1,50 см при ширине в 7-8 см; калибровка делается через 1 см; для уменьшения подпора набегающей при измерениях воды — одно или два ребра рейки скашиваются. Нижний конец рейки обивается железом; длина переносной рейки делается от 1,30 м до 1,50 м. Общий вид применяемой на Украине переносной водомерной рейки показан на рис. 7.

8. Успокоительные ящики. Для возможности более точного отсчета при волнении, устанавливают иногда снабженные отверстиями успокоительные бездонные ящики или широкие трубы опуская их кругом сваи до дна реки.

§ 9. Смешанные и мостовые посты

1. Смешанные посты. Смешанные посты включают в себя элементы речных и свайных постов. Примером смешанного водомерного поста может служить такое устройство: для наблюдений за колебаниями летних и осенних вод устроен свайный пост; вследствие наличия весьма широкой и весьма постепенно поднимающейся поймы, заливаемой высокими водами, наблюдения за последними ведутся по рейке, наглухо скрепленной со столбом, находящимся также в створе поста.

2. Мостовые посты. Примером поста мостового типа могут служить те посты временного характера, которые существуют при железнодорожных мостах в целях регистрации прохода высоких вод под мостами. Уровни воды в этих случаях измеряются путем

опускания груза на размеченной бичеве (или стальной рулетке) от низа рельса пути или от нижней кромки пояса ферм, — постоянных точек, отметки коих известны.

Таким образом, отличительной чертой этого типа поста служит измерение от точки, расположенной выше и вне воды.

§ 10. Приборы для автоматической регистрации уровней

1. Общие замечания. Для автоматической регистрации уровней могут быть применены приборы двух главных типов: а) приборы непрерывного действия — лимниграфы и б) приборы, фиксирующие только крайние положения уровней — максимальные и минимальные уровни.

2. Лимниграфы. Лимниграфы имеются различных конструкций и состоят из таких главных частей:

1) барабан с бумагой, на которой вычерчивается запись колебаний уровней воды, 2) часовой механизм, 3) записывающее приспособление, 4) поплавков с передаточными устройствами на записывающее приспособление.

Различные фирмы (заграничные) выпускают лимниграфы различных устройств и различной стоимости.

Для установки лимниграфа требуется устройство специальной будки — бетонной или каменной.

3. Приборы для регистрации максимальных и минимальных уровней. Для автоматической регистрации крайних значений уровней — максимальных и минимальных, могущих иметь место в период между двумя срочными наблюдениями — применяют минимально-максимальные автоматические рейки.

Наиболее простые конструкции этого рода — максимально-минимальные рейки *Владычанского*, самопишущий регистратор *Владычанского* и минимально-максимальная рейка *Ошевского*.

Описание этих конструкций имеется в курсе гидрометрии.

Установка их желательна при наличии резких и внезапных колебаний уровней, когда срочные наблюдения могут таковые не уловить.

4. Максимальные рейки. Еще более просты максимальные рейки. Один из простых типов состоит из обычной газовой трубы с прос-

верленными в ней отверстиями; к трубе пригоняется завинчивающаяся крышка, к которой прикрепляют металлический прут; к пруту привязывают длинную полосу бумаги, на которой проводят копировальным чернилом продольную черту. Вода, подымаясь, размывает чернильную черту, и граница этого размыва указывает уровень, до которого вода поднималась; таким образом, отметку подъема воды можно определить, измерив расстояние от черты размыва до головки прута, отметка коей предварительно определяется.

Другой тип, проф. *Близняка*, состоит из деревянной трубы, сбитой из четырех досок, с рядом отверстий и крышкой; внутренняя поверхность трубы замазывается мелом или углем; максимальный уровень определяется тут также по границе размыва. Максимальные рейки обоих типов устанавливают, прикрепляя их неподвижно к особым сваям или укрепляя их непосредственной забивкой в грунт.

§ 11. Выбор типа поста

1. Общие замечания. Выбор типа поста определяется следующими обстоятельствами:

- 1) назначением поста,
- 2) местными условиями.

Наиболее желательно устройство простых речных или свайных постов. Однако, в ряде случаев более удобно могут быть устроены посты смешанные или даже мостового типа.

2. Назначение поста. Назначение поста может быть, как уже указывалось выше (см. часть I, §§ 10, 11, 13), различное; при задаче регистрировать только бытовые уровни в целях выведения из полученных данных некоторых средних характеристик — простые посты с их срочными наблюдениями могут быть достаточно отвечающими своему назначению; при изучении вопросов, связанных с необходимостью точного учета явлений стока, или например, явлений перемещения паводков — может оказаться необходимой установка автоматических непрерывно действующих приборов.

3. Местные условия. Местные условия как в смысле характера берегов, наличия искусственных сооружений, так и в смысле самого

режима реки, — также влияют на выбор того или иного типа водомерного поста. Относительно первой группы из этих условий уже говорилось выше при описании разных типов водомерных постов (§§ 7, 8, 9 и 10). Условия, вытекающие из особенностей режима реки, указаны в части I, §§ 10 и 11.

ГЛАВА III

ОРГАНИЗАЦИЯ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПОСТУ

§ 12. Оборудование и содержание поста

1. Выполнение нивелировки. После постройки поста свая его (или рейки — в случае речного поста) должны быть связаны двойною нивелировкой с реперами поста и должны быть измерены расстояния, определяющие положение отдельных элементов водомерного поста в плане. Кроме этого, производится нивелировка продолжений промерных профилей по берегу до границы самых высоких вод, наблюдаемых в данном месте, какие устанавливаются путем опросов местных старожилов.

2. Технический список. Заканчивается работа по устройству водомерного поста составлением подробного технического описания водомерного поста и места его расположения; в ведомстве НКЗ, в ведении коего находятся несудоходные реки, это описание носит название технического списка.¹ В технический список вносятся подробные данные о местоположении поста — название пункта, расстояние его от ближайшего населенного места, от ближайшей ж.-д. станции, пристани и почтово-телеграфной конторы; далее — описание участка реки в районе поста: наличие или отсутствие вблизи мельниц, мостов, островов; характер русла, ширина, глубина при высоких водах и низких, строение и покров берегов, характеристика дна реки, описание условий, неблагоприятствующих наблюдениям, если таковые имеются, и т. д. В технический список вносятся также результаты промеров участка и дается схематический план реки в районе расположения поста и план части реки непосредственно у поста, с нанесением на пос-

¹ Формы технических списков в печатном виде имеются обычно в центральных гидрологических учреждениях.

леднем горизонталей и изобат, и с показанием расположения водомерного поста с номерами свай или реек. Далее подробно описывается устроенный пост и отдельные его части, в частности, особо исчерпывающие данные должны быть даны о реперах; указываются размеры, материал и способ установки свай или реек и реперов, их номера, взаимное превышение и принятые для них отметки. К такому описанию прикладывается схематический профильный чертеж поста, с нанесением на нем отдельных свай с номерами их, реперов и горизонтов воды: в день устройства поста, самого высокого из наблюдавшихся и самого низкого возможного; под профилем подписываются отметки свай и реперов (см. рис. 42).

3. Назначение наблюдателя. Наблюдения на простых постах поручаются наблюдателю из числа местных жителей. Наблюдатель должен быть выбран достаточно грамотный, толковый и, самое главное, вполне добросовестный; на случай болезни его или неотложных дел необходимо убедиться в возможности его временной замены кем-либо из состава его семьи; наблюдателю должно быть указано, что в случае пропуска им порученных ему измерений по независящим от него обстоятельствам — он ни в коем случае не должен записывать выдумываемые им цифры, вместо действительных; в этом случае лучше ничего не писать, чем давать недобросовестные фиктивные данные. Наблюдателю должны быть точно и подробно объяснены его обязанности: сроки измерений, способы производства измерений, порядок записей и их пересылки в гидрометрическое учреждение. После инструктирования должно быть обязательно проверено на деле, правильно ли усвоил наблюдатель преподанные ему правила. Наблюдателю также должно быть указано, что он должен делать в случае повреждения поста или реперов, и т. д.

4. Оборудование поста. Одним из важных условий правильной работы свайного водомерного поста является устройство приспособлений, облегчающих подход к сваям или рейкам (для простых постов) в случае отсутствия лодки. Полезно для этой цели рядом со сваями поста забивать нетолстые свайки для устройства на них сходней к сваям; эти мостки или сходни могут перекладываться по мере изменений горизонтов. Возможно также

устройство переносных козел, которые устанавливаются в воде около свай, служа опорой для одного конца мостков, второй конец коих кладется просто на откос берега; рационально устраивать подходы к сваям так, чтобы верхний настил сходней (обычно, одна доска или пара скрепленных вместе жердей) мог укладываться на опоры лишь на время производства измерений и убираться куда-либо на остальное время; этим достигается обеспечение поста и мостков, важное при его близости к населенному пункту, — от использования их местными жителями для своих хозяйственных потребностей (мойка белья, рыбная ловля).

5. Снабжение поста. Содержание поста в условиях, необходимых для правильной его работы, требует снабжения наблюдателя всеми потребными ему для наблюдений предметами. Такими являются: 1) часы, 2) уровень (ватерпас) для производства ватерпасовки, 3) рейка длиной в 2-5 м для производства ватерпасовки, 4) рейка водомерная (для свайных постов), 5) фонарь для вечерних наблюдений, 6) пешня для околки льда зимою, представляющая собою железный, с закаленным концом, ломик весом в 1-2 кг с раструбом, в который вставляется палка-рукоятка, 7) багор для нащупывания свай, находящихся под водою, 8) лодка с принадлежностями — при наличии условий затруднительного подхода к сваям прямо с берега, 9) комплект из книжки и журнала (настойной книжки и бланков для пересылки наблюдений для постов НКЗ), 10) необходимые канцелярские принадлежности: химический карандаш или чернила с ручкой и перьями (применение резинки не допускается), 11) полезно иметь запасные сваи — для свайных водомерных постов. Если на водомерном посту производятся специальные наблюдения над зимним режимом и температурами воздуха и воды, то необходимо иметь принадлежности, указанные в § 15 — ледомерную рейку и термометры.

Уровень и длинная рейка применяются наблюдателем в случае необходимости проверить возможное изменение высотного положения свай и для измерения высоты стояния воды при повреждениях свай.

§ 13. Уход за постом

Наблюдатель должен быть поставлен в известность о том, как он должен поступать в отдельных возможных случаях нарушения обычных условий наблюдения.

1. Чрезвычайные случаи. При снижении воды в реке ниже самой низкой сваи (или обмеления последнего деления рейки) наблюдатель обязан прокопать канавку от воды к свае или рейке для того, чтобы вода могла доходить до нее; в этом случае измеряется, насколько уровень воды стоит ниже головки сваи или нуля рейки; к произведенному отсчету — в формах НКЗем — приписывается буква „Н“ — ниже. В случае невозможности выйти таким образом из затруднения, наблюдатель обязан забить дополнительную сваю (или хотя бы временную свайку) и, связавши ее ватерпасовкой с ближайшей следующей сваем, производить наблюдения по ней.

В случае подъема воды выше самой высокой сваи (или рейки), должен быть установлен дополнительный пункт измерений и по возможности связан с имеющимися.

Во всех таких случаях о происшедшем наблюдатель обязан известить лицо, которому он подчиняется в своей работе — для принятия мер к устранению указанных возможностей в будущем и для поверочной нивелировки установленных наблюдателем временных знаков.

Расходы для экстренных случаев работ, без которых дальнейшее правильное действие водомерного поста невозможно, — могут быть производимы самим наблюдателем с сообщением об этом немедленно же в соответствующее учреждение или соответственному лицу.

2. Уход летом. Летом наблюдатель должен осторожно удалять все наносы со свай и реек.

3. Уход зимой. Зимой следует производить околку льда около ближайших к поверхности льда свай, не давая возможности образоваться около них толстому ледяному слою, и предупреждая этим изменение первоначального положения свай при поднятии льда весной.

§ 14. Наблюдения на посту за уровнями

1. Сроки наблюдений за уровнями. Сроки наблюдений за уровнями воды на водомерных постах назначаются применительно к целям наблюдений и характеру режима реки (см. часть I, §§ 8 и 10).

Для рек со спокойным режимом обычными часами наблюдений служат 7 ч., 13 ч. и 19 ч. На больших судоходных реках число ежедневных наблюдений в летний и зимний период, в случае отсутствия паводочных подъемов, может быть сокращено до одного раза в день — в 8 часов, но во время быстрых повышений и понижений воды, при половодьях, паводках, при заторах, при действии нагонных и сгонных ветров и т. п., — необходимо производить дополнительные наблюдения, кроме 8 часов, и в другие сроки, а именно, обязательно в 13 и 20 часов и, кроме того, желательно делать их еще в 5-6 ч. и 22-23 часа (время исчисляется по 24-часовой системе). На реках малых, заболоченных — достаточны наблюдения 1 раз в сутки — утром.

Для рек всех типов необходимы дополнительные учащенные наблюдения при проходе высоких вод — весенних и паводочных (от ливней и обложных дождей).

Наконец, в ряде случаев срочные наблюдения должны быть дополняемы или вовсе заменяемы установкой автоматических регистраторов (см. § 10). Сроки наблюдений на постах устанавливаются распоряжением соответствующих учреждений, в ведении коих числятся посты.

Наблюдения над уровнями воды на водомерных постах сопровождаются обязательно наблюдениями над состоянием погоды, ветра и волнения, фазами ледовых явлений в реке, а для судоходных и сплавных рек — еще наблюдениями за началом и концом прохода судов и плотов.

2. Производство наблюдений за уровнями. Для производства наблюдений за уровнями на свайном водомерном посту переносная водомерная рейка ставится на сваю, покрытую водой и расположенную выше остальных, покрытых водою; нулевое деление рейки при этом должно находиться внизу. Перед производством отсчета наблюдатель должен убедиться в том, ставит ли

он рейку действительно на сваю, а не на камень или какой-нибудь другой предмет, и не покрыта ли свая слоем наноса.

Рейку необходимо ставить узкою гранью против течения. При тихой воде — читать то деление, которое приходится в уровень с водою; если на реке есть волнение, то следует заметить деление рейки, до которого доходят гребни волн, а также самое низкое деление после ухода волны, и взять среднее из обоих показаний.

При речном типе поста наблюдения уровней выполняются путем прочитывания того отсчета на рейке, до которого доходит уровень воды; при волнении поступают аналогично сказанному выше.

3. Погода. Наблюдения за погодой и ветром имеют значение для характеристики условий водомерных наблюдений, так как состояние погоды влияет на точность измерений. Погода записывается во время утренних наблюдений словами: „ясно“, „пасмурно“, „дождь“, „снег“; ветер обозначается по силе словами: „нет“, „слабый“, „сильный“, „очень сильный“ и по направлению: „с правого берега“, „с левого берега“, „по течению вверх“, „по течению вниз“, а в озерах: „от берега“, „к берегу“, „вдоль берега“.

4. Фазы ледовых явлений. Особое внимание следует обратить на детальные наблюдения ледовых явлений — осенью, зимою и весною. При этом замечаются и обозначаются как даты различных фаз, так и их характеристики, согласно указаний § 15.

5. Проход судов и плотов. Проход первых и последних за навигацию судов и плотов фиксируется на судоходных и сплавных реках.

6. Температуры воды и воздуха. Крайне желательна организация наблюдений за температурой воды и воздуха (§ 15).

§ 15. Дополнительные наблюдения на постах

1. Общие замечания. Дополнительные наблюдения на постах включают в себя: 1) наблюдения за ледовыми явлениями, 2) наблюдения за температурой воды и воздуха.

2. Подразделение наблюдений за льдом. Наблюдения над ледо-

выми явлениями в реке могут быть подразделены на следующие отдельные стороны:

- 1) наблюдения во время замерзания реки;
- 2) наблюдения над рекой при наличии ледяного покрова;
- 3) наблюдения над вскрытием реки;
- 4) наблюдения за особыми явлениями зимнего режима: а) донным льдом, б) заторами.

3. Период замерзания. Наблюдения в период замерзания реки следует производить три раза в день; при понижении температуры воды до 10°C одновременно следует делать наблюдения над температурой воздуха и воды.

При этом нужно отмечать: появление заберегов, сала и льда, остановку льда и окончательное замерзание.

Каждое из этих явлений отмечается следующими выражениями:

1) „появились забереги“ — когда появились ледяные закраины у берегов;

2) „сало“ — когда пластинки льда, уносимые течением, смерзаясь друг с другом, делаются видными на реке, или же когда плывут на поверхности воды комья от выпавшего снега или комья рыхлого льда (шуга, шорох);

3) „ледоход“, — когда на реке появляются отдельные льдины; при этом следует указывать, какая часть реки занята плывущим льдом, например $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, или хотя бы так: редкий (густой) ледоход посредине, редкий (густой) ледоход у берега (и какого), сплошной ледоход (по всей реке), и т. д.;

4) „чисто“ — если на реке в момент наблюдения не видно никакого льда;

5) „река стала“ — если вся река покрылась неподвижным льдом; в случае наличия незамерзших мест (быстрое течение), указывать: „имеются полыньи“;

6) „образовался затор (или зажор)“ — если таковой образовался бы вблизи поста вследствие забивки русла реки льдом (см. ниже, п. 12).

О возобновившемся после прорыва затора ледоходе продолжают записывать по предыдущему.

7) Окончательное замерзание реки отмечается выражением: „река стала окончательно“; необходимо отметить время, когда

через реку установилось пешее сообщение по льду и когда — конное.

В книжке наблюдений необходимо отмечать явления, происшедшие ночью и известные поэтому только в общих чертах.

4. Ледяной покров. Наблюдения над ледяным покровом после ледостава имеют целью изучение процесса ледообразования и изучение структуры льда.

Наростание льда в толщину происходит в течение зимы постепенно, не прекращаясь после ледостава; на разных участках и в разные зимы рост льда не одинаков, завися от разных причин: скорости течения воды, толщины снегового покрова и времени его выпадения, температуры зимы, и т. п.

Ледяной покров, в зависимости от условий замерзания, может быть по внешнему виду:

1) ровный, сплошной и 2) неровный, образовавшийся в результате смерзания отдельных нагроможденных льдин (при заторе или сильном ветре).

По своему строению ледяной покров может быть:

1) плотный прозрачный — кристаллический;
2) менее плотный, непрозрачный, пористый, образующийся сверху первого от смерзания на льду выпавшего снега с водой („снеговой“ лед);

3) из рыхлого льда в виде ледяной каши, который образуется под прозрачным льдом от всплывания наверх или приноса течением мелкого льда. Этот лед называют „шугой“ или „шорохом“.

В самой толще льда могут встречаться пустоты, иногда даже в несколько ярусов. Происходит это в результате тех изменений уровней воды, которые могут иметь место в промежутках между образованием первого и следующих ледяных покровов.

5. Измерение толщины льда. Главную часть наблюдений над рекой во время ледяного покрова составляют измерения толщины льда.

Измерения толщины льда делаются ледомерною рейкою в специальных прорубях (лунках) обычно каждый пятый или седьмой день, не менее чем в двух лунках: у берега и посередине реки. В начале и конце зимы, когда изменения толщины льда происходят более интенсивно, чем в середине зимы, рекомендуется

измерения толщины производить чаще, — именно ежедневно; такие же ежедневные измерения желательны и в середине зимы в случаях появления оттепелей. Возможны два способа производства измерений толщины льда:

1) для производства наблюдений каждый раз пробиваются новые лунки в таком месте (в районе поста), где сохранился нетронутый снеговой покров;

2) лунки делаются раз на весь период наблюдений, следя, чтобы снег около них оставался лежать в возможно нетронutom виде.

Лунки делаются по возможности узкими, длинной стороной по течению, таких размеров, чтобы в них можно было бы только опустить водомерную рейку. При втором способе, при свайном poste, первую прорубь делают у водомерной сваи, отстоящей наиболее далеко от берега, в расстоянии от нее — вдоль берега, выше или ниже, — около трех шагов; вторую прорубь делают посередине реки, против первой; при речном poste, — первая прорубь делается шагах в трех от берега против рейки водомерного поста; вторая — посередине реки. При первом способе — положение новых лунок необходимо определять хотя бы шагами по отношению к той свае (рейке), над которой делаются наблюдения уровней. Для измерений по второму способу необходима специальная рейка с откосом.

6. Ледомерные рейки. Для определения толщины льда служат ледомерные рейки. Ледомерные рейки применяют двух видов:

1) простая рейка с поперечиной внизу (в форме кочерги—рис. 8) легко может быть изготовлена из обыкновенной водомерной переносной рейки путем прикрепления к ней снизу перекладинки; измерения делаются путем захвата снизу льда перекладинкой;

2) специально изготавливаемая ледомерная рейка (рис. 9), служащая для измерения толщины льда в постоянных прорубях; главной особенностью ее служит неподвижно укрепленный внизу подкос, верхняя закругленная часть коего (конец) находится на высоте нуля рейки при отвесном положении ее. По рейке движется вверх и вниз движок с упорами, закрепляемый на ней при помощи винта. Деления ее наносятся разными красками: от нуля рейки вверх — черной краской, а вниз — красной. Рейка

вставляется в прорубь и подкос подводится под лед так, чтобы его конец касался нижней поверхности льда; установив рейку строго отвесно и прижимая подкос к нижней поверхности льда, опускают упорный движок на верхнюю поверхность льда, закрепляя его винтом для момента производства отсчетов.

Употребление такой рейки для измерений на постоянных прорубях предложено в виду того, что у постоянных прорубей снизу у краев образуются ледяные наросты; поэтому, если измерять толщину льда по толщине краев самой проруби через несколько вре-



Рис. 8. Простая ледомерная рейка.

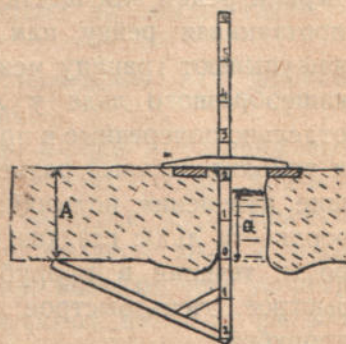


Рис. 9. Специальная ледомерная рейка.

мени после того, как она сделана, можно получить ошибку. При применении специальной рейки второго типа нужно весьма внимательно следить за тем, чтобы: 1) во время измерений рейка имела строго вертикальное положение, 2) снеговой покров у постоянной проруби оставался бы по возможности не тронутым и 3) прорубью для замеров толщины льда местные жители не пользовались бы для своих бытовых нужд. В противном случае лучше применять простую рейку, и проруби периодически менять.

7. Элементы изучений в ледяном покрове. При измерении толщины льда необходимо отмечать: 1) общую толщину льда между его нижней и верхней поверхностями; 2) толщину прозрачного плотного кристаллического льда; 3) толщину снегового льда.

Кроме того необходимо отмечать: 1) стояние воды в лунках, т. е. расстояние между нижней поверхностью льда и уровнем воды; может быть три случая: вода стоит ниже нижней поверхности льда; вода стоит выше нижней поверхности, но ниже верхней и вода стоит выше нижней и верхней поверхности льда; 2) толщину нетронутого мягкого снегового покрова недалеко от мест измерений толщины льда, желателно в нескольких пунктах, вдоль и поперек реки, с обозначением этих мест; 3) наличие донного льда (см. ниже п. 9); 4) наличие под ледяным покровом рыхлого кашеобразного льда; крайне желателно определять толщину этого слоя; это выполняется при помощи обычной ледомерной рейки или шеста с укрепленной внизу его крестовиной; проталкивая рейку или шест через слой кашеобразного льда, нащупывают границу между чистой водою и началом скоплений кашеобразного льда у лунки; 5) трещины во льду, отмечая отдельно поперечные и продольные; 6) полыньи — их место в реке и приблизительный размер; в течение зимы отмечать все главнейшие изменения полыньей; 7) характер нижней и верхней поверхности льда: гладкая, шероховатая или очень неровная; 8) скорости течения в прорубях: течения нет, медленное, среднее, быстрое, очень быстрое; 9) глубину реки в местах сделанных прорубей.

Кроме этого после ледостава, а также в середине и конце зимы, недалеко от водомерного поста надо вырубать по куску льда для подробного описания его слоистости и характера нижней поверхности.

8. Наблюдения за вскрытием. Наблюдения над вскрытием реки начинаются при появлении первых признаков этого явления. Следует отмечать отдельно, с указанием времени их появления, такие признаки:

- 1) Потемнение поверхности льда.
- 2) Вспучивание льда.
- 3) Появление проталин у берегов.

4) Переход плотного льда в рыхлое состояние.

При этом отдельные моменты обозначаются так:

1) „первая подвижка льда“ — момент первого сдвига ледяного покрова с места; следующие подвижки обозначаются их номерами — „вторая“, „третья“ и т. д.;

2) „лед тронулся“, — когда весь лед начинает двигаться сплошной массой;

3) „полный ледоход“ — когда сплошная передвигающаяся масса ледяного покрова разделяется на отдельные льдины и льдинки; При этом указывают — движется ли крупный или мелкий лед;

4) „движется редкий лед“ — когда к концу ледохода лед движется уже редко;

5) „заторы“ — обозначаются так же, как и в период наблюдения за замерзанием реки;

6) „река очистилась“ — когда наблюдатель, стоя у водомерного поста, не видит нигде льда;

7) если ледохода не было, а лед растаял на месте, необходимо отметить: „лед растаял на месте“.

9. Наблюдения за донным льдом. Наблюдения над донным льдом должны заключаться в следующем:

1) в выяснении наличия донного льда в реке и условий его появления; для этого поздней осенью и в начале зимы, при понижении температуры воды до нуля градусов, периодически осматривают дно реки с лодки — при прозрачной воде и прощупывают дно ударами шеста — в мутной воде, от чего донный лед должен всплывать; кроме того, опускают на ночь на дно несколько камней с привязанными к ним ветками, которые, в случае образования донного льда должны обмерзнуть;

2) в выяснении толщины и площади залегания (или протяжения залегания в створе — при измерениях при ледяном покрове) донного льда; определение толщины возможно осуществить при помощи шеста, погружаемого осторожно до соприкосновения с верхней поверхностью залегающего донного льда, а затем через донный лед — до поверхности дна; разность глубин погружения шеста в обоих случаях дает толщину залегания донного льда. Наблюдения эти могут быть удачны лишь при очень внимательном выполнении измерений;

3) в описании внешнего вида и характера донного льда;

4) в описании приблизительной глубины реки, характера ее дна и скорости ее течения в месте образования донного льда.

10. Облачность неба. Кроме того рекомендуется в случае обнаружения донного льда определять степень прозрачности воды и степень облачности неба; последняя обозначается по 10-бальной системе, принимая за баллы: 10 — сплошную облачность, за 5 — если небо закрыто тучами на-половину и за 0 — полное отсутствие облаков; значение промежуточных баллов соответствует промежуточному состоянию облачности.

11. Прозрачность воды. Определение прозрачности воды проще всего выполняется следующим образом: белую тарелку, подвешенную плашмя на бичеве, спускают в воду на возможно глубоком месте реки и замечают глубину, на которой она перестает быть видимой. Глубину эту записывают в журнал, выражая ее в метрах и сантиметрах.

12. Затопы и зажоры. Ледяные *затопы* образуются в результате забивки русла реки плывущим сверху поверхностным льдом (имеет место при крутых поворотах узкой реки в крепких берегах); *зажорами* именуют скопления льда в результате интенсивного образования и поступления сверху донного льда под существующий ледяной покров ниже на реке. В обоих случаях образуется как бы плотина, которая не пропускает воду, притекающую сверху. Уровень воды у затора (зажора) поднимается, ниже затора (зажора) падает. Относительно заторов (зажоров) необходимы следующие записи: 1) место, где образовался затор (зажор) по отношению к посту и соответствующее расстояние; 2) время, когда он образовался; 3) приблизительная длина участка реки, занятая ледяной массой; 4) последствия, вызванные затором (зажором); 5) время, когда его прорвало.

Во время затора (зажора) необходимо производить учащенные наблюдения за высотами уровня, причем нужно стараться уловить наивысший (наинизший) уровень воды от затора (зажора).

13. Температура воды. Температура воды и воздуха особенно интересна в связи с наблюдениями над зимним режимом реки. Измерение температуры воды производится всегда в одном и том же месте специальными термометрами, тип которых показан на

рис. 10. Шкала этих термометров поделена на 0,1 или 0,2 градуса и имеет деления, начиная от -3° или -2° . Нижний конец термометра помещен в металлическую оправу с небольшими отверстиями; назначение оправы, кроме предохранения термометра от повреждения, задерживать вокруг головки термометра, во время отсчета, воду из места наблюдения, дабы предотвратить неправильность показания от действия температуры воздуха.

Термометр при помощи бичевы, продеваемой в ушко сверху, опускается в воду так, чтобы вода покрыла оправу, и держится в воде около 3 мин.; при отсчете конец ртутного столбика должен находиться на уровне глаз отсчитывающего.

14. Температура воздуха. Измерение температуры воздуха производится обычными пращевыми термометрами, по типу тех, которые применяются при барометрической нивелировке. Следует иметь в виду, что каждый термометр имеет обычно определенные поправки, устанавливаемые в соответствующих поверочных учреждениях; эти поправки прилагаются к каждому термометру в виде таблицы-сертификата; поэтому наблюденные температуры должны исправляться по сертификату данного термометра.

15. Поверка термометров. Термометры — водяной и для измерений температуры воздуха должны не реже 1 раза в год проверяться.

Поверка может быть выполнена в специальных поверочных учреждениях.

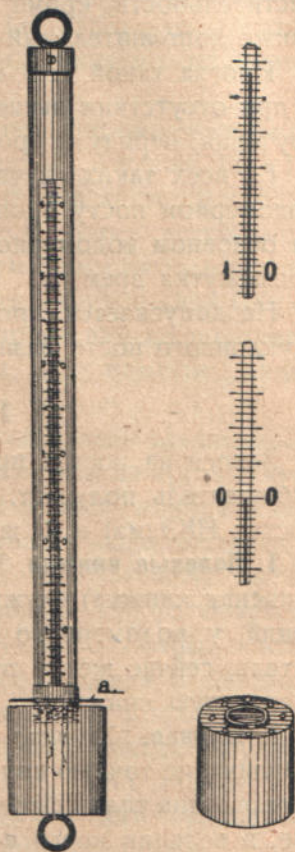


Рис. 10. Водяной термометр.

§ 16. Дополнительные наблюдения для постов в условиях переменного подпора

В условиях переменного подпора — от плотины, от уровней принимающей реки, от уровней притоков или от развития водной растительности, кроме основного водомерного поста, устраивают также дополнительный уклонный пост (см. § 5).

Иногда такой дополнительный уклонный пост устраивается и при отсутствии вышеперечисленных особых условий, в целях изучения, наряду с уровнями, также и уклонов реки.

Во всех таких случаях наблюдения за уровнями на уклонном водомерном посту производятся одновременно с наблюдениями на основном водомерном посту, в течение возможно короткого промежутка времени.

Не допускается производство отсчета по рейке основного и уклонного поста разными лицами.

§ 17. Формы записей

Записи на постах производятся по особым формам; при этом наблюдатель получает: 1) полевую книжку (черновая книжка на постах НКЗема) и 2) журнал (или настольную книжку).

1. Полевые книжки. Полевая (или черновая) книжка (обычная записная книжка) служит для непосредственной записи наблюдений у водомерного поста; записи из полевой книжки наблюдатель, сейчас же по приходе домой, переносит в журнал (или настольную книжку).

2. Журнал. Журнал имеет корешок и два талона, представляющие точную копию друг друга. Корешок остается у наблюдателя, один талон ежемесячно отсылается в то местное учреждение, в ведении коего наблюдатель состоит, а второй талон — в центральное учреждение, где сосредоточена общая сводка, обработка водомерных наблюдений и издание их в печати. Наблюдения, считаемые основными, записываются на лицевой стороне корешков и талонов. Тут же записываются температуры воздуха и воды, данные о ветре и погоде, о фазах ледовых явлений, время прохода первых и последних плотов и судов; наблюдения же в дополнительные сроки записываются на обратной стороне;

там же записываются данные проверки постов, указания о ремонте поста, исправлении свай и проч.

Для целей контроля записи производятся по двум измерениям: по двум сваям поста (от одной — выше и от другой — ниже); такая двойная запись обязательна в случаях перехода от одной сваи к другой. Как видно из журнала, наблюдатель водомерных постов НКПС сам производит вычисления по приводке показаний к нулю поста.

3. Настольная книжка. На постах НКЗема, кроме черновой (полевой) книжки, дается настольная книжка, а также 12—15 бланков, представляющих из себя копии текста листов настольных книжек — для пересылки наблюдений. В конце настольной книжки имеется лист для нанесения на нем схемы расположения поста и профиля поста; далее ведомость отметок свай (реек) и реперов; ведомость повреждений и исправлений на водомерном посту и, наконец, особая страница для пометок лица, инспектирующего и поверяющего пост.

Записи в настольной книжке делаются согласно заголовкам; при переходе от одной сваи к другой, делаемом на протяжении одного дня, в соответствующей графе для записи номера свай ставится двойное обозначение: утренняя свая в виде числителя, а вечерняя — другая — в виде знаменателя. Все отсчеты выражаются в целых сантиметрах: менее половины — отбрасывается, больше половины — округляется до следующего целого числа сантиметров. В графе „примечания“ даются сведения о ледовых фазах, а также кратко о всяких изменениях, происшедших в состоянии реки выше и ниже водомерного поста: прорывы плотин, открытие холостых водоспусков и т. п.; данные, касающиеся режима реки вообще и связанных с ним явлений — заторы льда, снеговой покров, оттепели зимою, сильные ливни, и т. п. — записываются внизу, в месте, отведенном для таких особых примечаний. На водомерных постах НКЗ наблюдатели этих постов приводок к нулю поста не делают; работа эта выполняется техническим персоналом соответствующих учреждений.

4. Записи при измерениях толщины льда. Записи измерений толщины и др. явлений льда удобно делать на особых бланках. Возможная форма этих бланков дана ниже.

Форма бланка для записи наблюдений за льдом

год река пост у №

Месяц	Число	День недели	Места измерений расстояния от уреза берега	Глубина воды в лунке до дна	Скорость течения: ист., тихое, умеренное, быстрое, очень быстро	Толщина льда			Расстояние между низом льда и поверхностью воды	Характер поверхности льда		Толщина слоя шуги в лунках	Отметка про наличие донного льда и его толщина	Толщина рыхлого снега на льду около лунки	Наличие полыньи в районе поста	Примечания
						Полная	Снегового льда	Кристаллич. льда		Верхней	Нижней					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Такие бланки также удобны для записей толщины и др. явлений льда при измерениях, выполняемых перед определениями зимних расходов; в таком случае заполненные бланки прилагаются к записям по измерениям расходов.

5. Записи при наличии уклонных водомерных постов. При наличии уклонных водомерных постов, записи уровней по каждому из уклонных постов производятся по той же форме, что и для основного водомерного поста.

§ 18. Поверка поста

1. Содержание проверки. Поверка поста включает в себя: 1) контролирование основной работы наблюдателя, т. е. правильности и регулярности делаемых им записей; 2) детальный осмотр состояния входящих в водомерный пост установок; 3) инструментальную поверку отметок свай и реек; 4) осуществление мер, имеющих целью устранить все замеченные дефекты; 5) осуществление мер, имеющих целью предупредить возможные дефекты.

В соответствии с такими целями проверки водопостов, последняя должна делаться соответствующим специалистом, имеющим с собою соответствующие инструменты.

2. Контроль работы наблюдателя. Контроль работы наблюдателя выражается в детальном просмотре, — немедленно же после

прибытия к наблюдателю,— книжки для записи наблюдений, где должны быть занесены все наблюдения до дня поверки включительно; запись дня поверки должна быть затем проверена непосредственным измерением на водомерном посту.

Необходимо также убедиться в правильности выполнения наблюдателем наблюдений, проконтролировав производство таковых последним непосредственно у места наблюдений.

После просмотра данных наблюдений необходимо запросить наблюдателя об исправности водомерного поста и о случившихся на нем со дня последней поверки повреждениях и временных исправлениях. Все устные показания наблюдателя должны быть согласованы с записями в настольной книжке (журнале), что должно быть сейчас же проверено.

3. Осмотр поста. Поверяющий пост должен затем лично осмотреть пост, убедиться в правильности показаний наблюдателя поста и целесообразности принятых им мер в том случае, когда такие меры наблюдателем принимались; при этом детальным осмотром выясняется состояние всех свай, реек и реперов водомерного поста в отношении отсутствия на них как внешних повреждений, так и признаков, указывающих на угрозу нарушения первоначального неподвижного положения свай и реек (оползни, размывы, наносы и др.).

4. Инструментальная поверка. Если по наружному осмотру все установки водомерного поста в полном порядке,— производится инструментальная поверка отметок свай и реек путем двойной точной нивелировки. Полученные отметки вносятся в настольную книжку (или на схему поста на обороте талона); если некоторые из отметок отличаются от полученных при предыдущей нивелировке, то следует выяснить: 1) возможную причину этого, 2) до какого времени следует принимать прежние отметки свай (реек) и вписать таковую дату в соответствующую графу настольной книжки или на обороте талона. Если окажется, что разницы между высотами свай остались те же, что и при прежних нивелировках, но отметки их изменились,— следует самым тщательным образом обследовать неизменность положения репера; вообще, следует иметь в виду случаи, когда, в силу условий грунта у берегов реки, и свай, и репера, если последние уста-

новлены непосредственно у поста, — могут подвергаться периодическим перемещениям по высоте; таковы случаи установки поста и реперов на торфяных грунтах (осадка и подъемы торфа в зависимости от влажности его); на грунтах с насыщенными водою, песчаноглинистыми прослойками (вспучивание).

Если наблюдателем водомерного поста были произведены *временные исправления* или были забиты временные сваи (или колья) взамен поврежденных, — высотность исправленных или вновь устроенных установок определяется инструментально и заносится в книжку с указанием, на протяжении какого периода полученные отметки следует принимать в расчет.

5. Изменения и дополнения в техническом списке. Одновременно с производством поверки поста,веряющее лицо обязано выяснить, имеются ли в техническом списке (описании) поста все необходимые сведения, а также, не требуется ли вводить в нем дополнений и изменений. В случае надобности все дополнения и изменения делаются красными чернилами и оговариваются особо, за подписью лица, производившего поверку.

6. Общие замечания. Во время поверки поста также производится проверка наличия и исправности всех принадлежностей для ведения наблюдений.

Результаты поверки, кроме настольной книжки или журнала, заносятся в технический список поста.

Поверки правильности поста должны производиться возможно чаще, особенно на реках с беспокойным течением и непрочным руслом. Наибольшие промежутки между последовательными поверками не должны превышать 4—6 месяцев.

§ 19. Ремонт и перенос поста

I. Ремонт поста. При производстве ремонта или исправлений отдельных повреждений на водомерном посту следует иметь в виду следующее.

Если поврежденную сваю нельзя исправить, то надо забить новую сваю рядом со старой в общем створе поста; остаток головки старой сваи, по возможности, уничтожается окончательно, а номер старой сваи переходит к новой, с добавлением буквы „а“, например: 2а, 3а и т. д. Если окажется необходи-

мым забить новую дополнительную сваю, то ей следует дать номер, которого на посту до сих пор не было, независимо от того, в каком месте створа свая забита. Изменять общую нумерацию свай поста, принятую раньше и значащуюся в техническом списке его, ни в коем случае не разрешается во избежание путаницы в последующих обработках. Если опасность разрушения угрожает какой-либо свае (рейке); следует это немедленно устранить или установить новую сваю (рейку).

Если опасность быть разрушенным или опасность изменения положения вследствие, например, размыва,—угрожает реперу, то следует, не трогая старого репера, установить новый на новом тщательно выбранном месте, если только указанную опасность трудно устранить соответствующими мерами, напр. укреплением размываемого берега, укреплением отсыпи у репера и т. п. В местах людных или местах пребывания и прохода скота полезно бывает ограждать репер заборами. Непосредственно переносить репер с одного места на другое самому наблюдателю ни в коем случае не разрешается; старый репер остается на его месте до естественного его разрушения или изменения его положения. Если реперная марка отсутствует или содержит неполные сведения, то следует на репере поместить новую марку; помещать новые сведения на старой марке — ни в коем случае не разрешается.

2. Перенос поста. В случае невозможности привести в порядок водомерный пост на его старом месте, —напр., вследствие обнаруженной тенденции постоянного интенсивного размыва берегов, оползней и т. п. (т. е. в случае неудачного выбора места при первоначальном устройстве поста),— водомерный пост следует перенести на новое место.

В этом случае новое место устройства поста следует выбирать так, чтобы падение реки между новым и старым местоположением поста было не более 0,01 м; в противном случае, оба водомерных поста — и новый, и старый — должны функционировать одновременно еще не менее одного года; только при этом условии возможно связать наблюдения нового поста с наблюдениями старого, и последние не теряют своей ценности для ряда последующих наблюдений.

ГЛАВА IV

УСТРОЙСТВО ГИДРОМЕТРИЧЕСКОГО СТВОРА

§ 20. Выбор участка и места для створа

1. Створы для сезонных работ. Гидрометрические створы для временных сезонных работ намечаются в местах, удобных для предполагаемых измерений в условиях данных временных работ и сезона; поэтому требования к выбору места для таких створов могут быть значительно облегчены по сравнению с теми требованиями, которые предъявляются к створам, предназначенным для длительных изучений.

2. Створы для поплавочных измерений. Выбор места для створов, у коих предполагается производить длительные измерения при помощи поплавков, предусматривает возможность пренебрегать требованиями о минимальных глубинах и скоростях, но зато особо следует иметь в виду необходимость наличия достаточно правильного русла и распределения скоростей в нем (см. ч. III, § 4, п. 2 и 6). Указания об особенностях выбора и устройства таких створов, дополнительные к изложенному ниже, даны далее, в отделе об измерении расходов при помощи поплавков.

3. Створы постоянные для вертушечных измерений. В общем случае организации длительных изучений выбор места для гидрометрического створа определяется условиями, которые можно разбить на три категории:

1) условия, обеспечивающие удобные измерения как скоростей, так и уровней;

2) условия, облегчающие вычисления расхода, интерполяцию и экстраполяцию от измерений; к ним можно отнести: а) форму поперечного сечения русла; б) гидравлические характеристики участка; в) неизменяемость русла и г) отсутствие перемежающегося подпора.

3) условия финансового характера.

4. Условия удобств измерений. Первые условия требуют выбора участка с правильным ровным руслом при правильном распределении скоростей в нем, без водоворотов, заводей, обратных течений и т. п. Следует избегать также длинных и ши-

роких участков реки, расположенных по направлению господствующего ветра. Минимальные скорости течения в низкую воду должны быть не ниже чувствительности вертушки, т. е., не менее 0,05—0,10 м сек. Минимальные глубины на 0,75—0,80 ширины реки должны быть не менее 0,15—0,20 м, т. е. не меньше высоты вертушки. Должно быть налицо место, удобное для установки водомерного поста для наблюдений за изменением уровней, если створ не совпадает с существующим постом.

5. Форма русла и гидравлические характеристики участка. К условиям второй группы, облегчающим построение кривых расхода, следует, прежде всего, отнести форму поперечного сечения русла и его неизменяемость. Следует предпочитать участки, где нет широкой поймы; особенно следует избегать мест, где при низких коренных берегах реки пойма имеет плоскую поверхность; такого рода поперечные сечения весьма затрудняют построение кривых зависимости расходов от уровней, так как после того, как вода выступит из берегов, весьма незначительному приращению уровня воды может соответствовать весьма значительное увеличение расхода. В этом последнем отношении участки, имеющие узкую долину, постепенно понижающуюся от своих краев к коренному руслу, являются крайне желательными.

Точно также затруднения при построении зависимости расходов от уровней возникают и в тех случаях, когда уровни весьма мало изменяются с увеличением расхода в коренном русле. Это может иметь место на участках с большими глубинами и сравнительно небольшими уклонами, т. е. при медленном течении; таких участков также следует избегать.

6. Неизменяемость русла. Неизменяемость русла в районе предполагаемых измерений расходов — весьма важное условие, допускающее не столь частые измерения, как это необходимо в противном случае; наносы или размывы на участке измерений или ниже его решительно могут изменять те соотношения между расходами и уровнями, которые выявляются в процессе текущих работ; во всяком случае, такая неизменность русла должна иметь место для того района реки, к которому относятся измерения расхода.

7. Естественные контрольные сечения. Весьма удобной естественной гарантией против вышеуказанного может служить какая-либо естественная преграда, например, выход каменных пород, непосредственно ниже водомерного поста у места измерений расходов; всякие изменения в профиле русла выше такого неподвижного и неизменяемого препятствия не сказываются на изменениях уровней, поскольку они обуславливаются постоянным



Рис. 11. Искусственное контрольное сечение.

подпором от лежащей ниже преграды. Американская практика в этом отношении рекомендует для небольших рек даже искусственное устройство таких „контрольных сечений“, из бетона или каменной наброски (рис. 11).

8. Перемежающиеся подпоры. Перемежающиеся подпоры от действующих плотин, главной реки, принимающей данную, водной растительности и т. п.,—должны быть избегаемы: наличие их затрудняет построение зависимости $Q = f(H)$, так как разным скоростям и расходам в этих случаях могут соответствовать одни и те же уровни, и наоборот.

В связи с возможностью подпора и выносов твердых частиц, изменяющих конфигурацию русла, — неудобно располагать места измерений вблизи устьев впадающих рек, ручьев и канав.

9. Условия финансового порядка. Условия третьего порядка из вышеупомянутых должны иметь в виду, прежде всего, цель организации измерений и их продолжительность; с этими факторами должно быть согласовано местоположение участка в отношении его удобопосещаемости (дешевизна путей сообщения), в зависимости от предполагаемой частоты измерений; фактор неизменности русла и тут имеет большое значение, так как при длительных исследованиях этот фактор обуславливает частоту нужных измерений; наконец, должна быть принята во внимание стоимость оборудования участка для постоянных измерений — для промеров живого сечения, измерения скоростей и измерения уровней; эти факторы должны быть также сопоставлены с предполагаемой общей продолжительностью периодических измерений.

10. Типичность участка. Если гидрометрические исследования имеют целью разностороннее изучение режима реки, — должно быть соблюдено еще одно условие: участок должен быть типичным для некоторого протяжения по характеру реки и продолжному уклону.

11. Обследование участка. Обследование реки для выбора участка измерений должно вестись при низкой воде и дополнительно проверено при высокой воде; следует иметь в виду, что весьма важный фактор — состояние русла, можно изучить лишь при низком уровне воды; при высокой воде также часто нельзя делать никаких заключений о другом факторе — скоростях течения и их распределении при низких уровнях.

12. Окончательный выбор места измерений. Окончательный выбор места измерений должен быть сделан после детального обследования всего протяжения реки в данном районе. Обследование должно сопровождаться фиксированием главнейших характеристик всех тех мест, которые кажутся удобными. Эти характеристики должны содержать в себе как положительные, так и отрицательные черты, с возможным подразделением их на группы, аналогичные вышеуказанным, с такими, примерно, подразделениями:

I. Условия, обеспечивающие удобства измерения как скоростей, так и уровней: 1) тип, местоположение и удаление ближайшего водомерного поста, если таковой имеется, 2) скорости и распределение их в сечении, 3) русло реки — гладкое или с препятствиями, постоянное или изменяемое, 4) очертание русла в плане, и т. п.

II. Условия, облегчающие установление связи уровней с расходами: 1) наличие или отсутствие факторов, могущих обуславливать неизменность соотношений Q и H , 2) удаленность от плотин и притоков — выше и ниже предполагаемого места измерений, 3) характеристика берегов — чистые или заросшие и чем: травой, кустарником и др.; высокие или низкие; размываемые или нет, и т. п.

III. Условия финансового характера: 1) удаленность участка от станций ж. д. и паромных пристаней, 2) удаленность от ближайшего населенного пункта; 3) примерная стоимость оборудования в соответствии с местными особенностями, и т. п.

Все эти данные сопоставляются и взвешиваются для окончательного решения. Весьма часто приходится назначать *два отдельных створа*: для высоких вод и для средних и низких.

13. Общее заключение. Следует иметь в виду, что недостаточное внимание к надлежащему выбору места для длительных измерений расходов может иметь своим результатом напрасную трату денег вследствие обнаруженной потом непригодности намеченного участка.

§ 21. Съёмка участка

После того как выбран участок для устройства гидрометрического створа, для окончательной оценки участка и назначения места створов производится съёмка и нивелировка поймы и русла реки на участке.

I. Содержание съёмки. Съёмка участка должна включать в себя: 1) разбивку магистрали параллельно течению реки, на протяжении не менее пятикратной ширины реки для рек с шириною менее 50 м и на протяжении не менее двух-трех ширин для рек с шириною в пределах 50—250 м; для рек с шириною более

250 м протяжение магистрали может быть равно ширине реки; 2) разбивку поперечников (числом не менее 3—5) на расстоянии 10—20—50—100 м, в зависимости от длины магистрали и конфигурации русла и поймы; поперечники должны захватывать всю пойму реки, заливаемую самой высокой водой и заканчиваться не менее, чем на 100 м дальше границ наивысшего разлива; 3)* нивелировку магистрали и поперечников; 4) съёмку подробностей местности и 5) промеры русла. При разбивке магистрали и поперечников следует иметь в виду, что все конечные точки этих линий являются опорной сетью съёмки; поэтому такие точки надо выбирать на местности с таким расчетом, чтобы они не были повреждены подмывами, обвалами и т. п.

2. Инструменты для съёмки. Съёмку удобно производить мензулой с кипрегелем или угломерными инструментами (тахиметрически). В крайнем случае можно пользоваться простейшим угломерным инструментом — гониометром для плановой съёмки и нивелиром — для высотной.

3. Магистраль. Магистраль разбивается для рек шириною до 200 м лишь по одному берегу, при более значительной ширине — по обоим берегам. Пикеты располагаются через равные промежутки, на расстоянии 10—20—50, но не более 100 м, причем число их должно быть не менее 3—5 для рек с шириной менее 50 м и не менее 5 — для рек более значительных. Направление магистрали берется по возможности прямое. Измерение длины производится лентою два раза, и за длину принимается среднее арифметическое из двух измерений. При наклоне местности в 3° и более — необходимо вводить поправку на наклон.

Для выяснения положения магистрали в плане, определяется магнитный азимут ее или одной из ее сторон. Если магистраль разбита по обоим берегам, то необходимо измерением соответственных внутренних углов и вычислением тригонометрических длин линий образовать замкнутый полигон; сумма измеренных внутренних углов не должна отличаться от теоретической $[S = 180(n - 2)]$, где n — число углов] более, чем на $t\sqrt{2n}$, где t — точность верньера; невязка распределяется на углы с короткими сторонами.

Линия магистрали закрепляется в начале и конце двумя посто-

янными реперами; в случае наличия в магистрали углов — все вершины последних закрепляются деревянными столбами — реперами, на коих обозначают значения увязанных углов.

4. Поперечники. Поперечники разбиваются от каждого пикета магистрали по возможности перпендикулярно к стрежню реки; при прямом участке реки, таким образом, поперечники будут параллельны между собою и перпендикулярны к магистрали. Положение поперечника относительно магистрали определяется расстоянием точки его пересечения с последней и углами с магистралью. Кроме того, по каждому поперечнику особо измеряется расстояние от магистрали до уреза воды.

Точки пересечения поперечников с магистралью закрепляются реперами; на противоположном берегу устанавливается на каждом поперечнике также по одному реперу.

Реперам дается нумерация от начальной точки магистрали (рис. 12) и наносятся на них обычные опознавательные знаки и даты установки.

5. Нивелировка. После разбивки магистрали и поперечников производится двойная нивелировка всей сети. При нивелировке берутся взгляды на близлежащие неподвижные и характерные точки (цоколи каменных зданий, выступы скал и т. п.); обязательно нивелируются следы или метки высоких горизонтов воды и ледохода, причем в журнале указывают, к какому времени относятся такие характерные уровни и от кого получены сведения про них. Далее, нивелируются характерные переломы профилей на поперечниках, в частности, особо детально — профили берегов, кончая урезами воды.

Если возможно, то производят также нивелировку живого сечения реки по поперечникам, определяя расстояния точек от магистрали по предварительно перетянутому размеченному тросу — на малых реках и засечками угломерным инструментом с берега — для больших рек. В противном случае производятся промеры русла.

Для нивелировки урезом забиваются достаточно глубоко колья, в верхушки коих полезно вбивать гвозди с круглой шляпкой; если течение беспокойно, то колья эти забиваются в небольших котлованах, отрытых в берегу и соединяющихся с рекою

узкими канавами. Колья забивают по сигналу одновременно по всему участку точно в уровень с водой. На широких реках уровни урезов следует определять у обоих берегов.

6. Съёмка подробностей. При съёмке подробностей мензулой за базис принимают магистраль или часть таковой. При работе

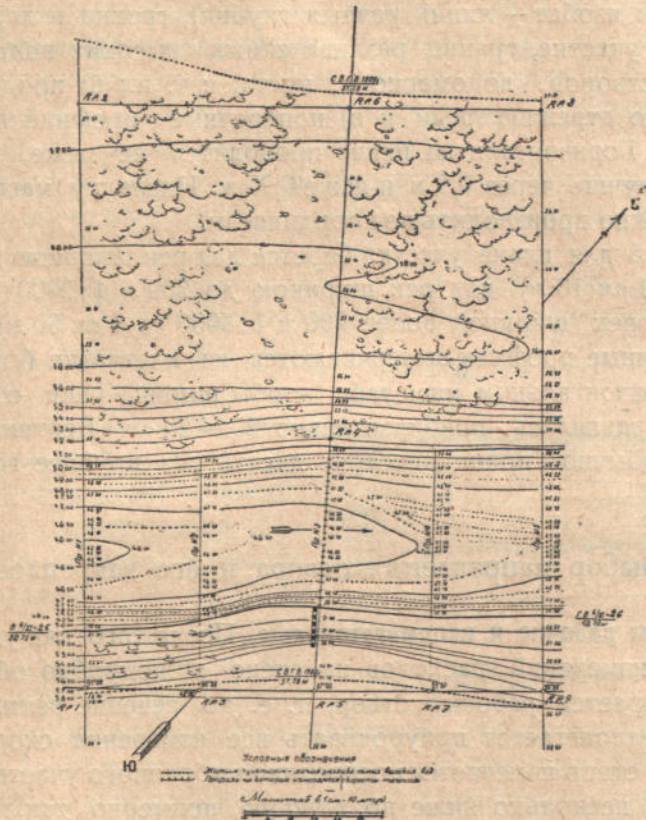


Рис. 12. Съёмка участка для гидрометрического створа.

с угломером - тахиметром контуры берегов и местности снимаются обычным для таких съёмок методом, т. е. расстояния определяются дальномером и углы измеряются при одном положении круга.

При работе гониометром засекаются главные характерные плановые точки местности; остальные подробности наносят съёмкой по ординатам от магистрали или от поперечников.

7. Промеры русла. Промеры глубин русла производятся по поперечникам по одному из способов, указанных в гл. VI.

8. Обработки съемки. На основании результатов съемки участка составляется: а) полный план участка (черт. 11) с показанием основной сети съемки, очертания русла, глубин в последнем (путем проведения изобат — линий равных глубин), границ и характера угодий на участке, границ разлива самых высоких вод, расположения створов, водомерного поста, и т. п.; б) продольный профиль по стрежню реки и в) поперечные профили по реке и долине. Горизонтالي на плане проводятся не реже, чем через 1 м, а лучше через 0,5 м и даже 0,25 м. Накладку магистрали на план можно производить по координатам.

Масштаб для плана участка берется для рек шириною до 50 м 1:1000 (в 1 см 10 м); для рек шириною до 200 м 1:2000 (в 1 см 20 м), для рек шириной более 200 м 1:5000 (в 1 см 50 м).

Поперечные профили вычерчиваются на клетчатке (см. § 30) в таком горизонтальном масштабе, чтобы ширина реки от уреза до уреза равнялась приблизительно 20—25 см. Вертикальный масштаб обычно принимается в десять раз крупнее горизонтального.

§ 22. Выбор направления створа и его закрепление

1. Створы рабочие и вспомогательные. После того как удобное место для измерений расходов намечено и подробно обследовано, выбирается рабочий створ, т. е. то сечение реки, к которому предполагается приурочивать все измерения скоростей.

Обычно створ намечается посередине выбранного участка или, еще лучше, несколько ниже по течению, примерно так, чтобы разделить участок в отношении 2 : 1. Кроме основного створа, намечаются вспомогательные — верховой и низовой; расстояние этих последних от основного створа берется такое, чтобы поплавок, пущенный по стрежню реки, покрыл расстояние между верховым и низовым створами в 20—30 сек. Для больших рек, с шириной большей 50 м, это расстояние должно быть не меньше ширины реки. При существовании моста такой конструкции, которая не вызывает подпора от средних и высоких вод, —

с целью упрощения оборудования створного сечения удобно приноровить створ к этому мосту, именно, к низовому его краю. Следует иметь в виду, что получение наиболее близкого к действительности значения расхода можно ожидать в тех случаях, когда створное сечение перпендикулярно к направлению струй и ему соответствует наименьшая площадь живого сечения.

2. Выбор направления створа. В реках небольших и нешироких вполне возможно назначение направления створа на глаз или по плану реки с нанесенными на нем изобатами — перпендикулярно общему направлению последних.

На реках же широких, особенно в случаях не особенно правильного очертания русла, — необходимо применять один из следующих приемов.

Первый прием состоит в том, что от магистрали AB назначают на глаз два приблизительно перпендикулярных к направлению струй створа AM и BN (рис. 13), перпендикулярных к магистрали; на магистрали устанавливается мензула (или другой угломерный прибор); пуская последовательно ряд поплавков, которые проходят через створы AM и BN в разных их точках, засекают эти точки мензулой и наносят затем на план; после

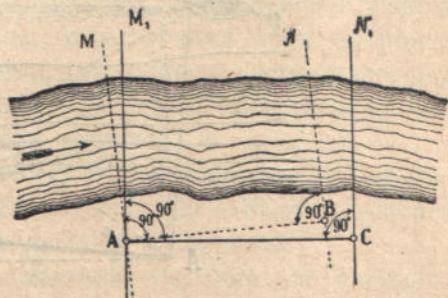


Рис. 13. Выбор направления створа.

этого, — по полученным направлениям отдельных струй, — намечают более точно общее их направление, параллельно которому разбивается новый базис — AC , а основной гидрометрический створ — AM_1 или CN_1 — разбивается нормально к новому базису; это последнее направление переносится затем на местность.

Можно применять также следующий способ. В одном из предварительно намеченных параллельных створов, примерно посередине реки (рис. 14, точка N), устанавливается лодка, с которой выпускается ряд поплавков; положение лодки определялось засечкою пантометра из точки B ; точки пересечения поплавками створа BD засекаются из точки A ; далее вычисляется

среднее значение угла α , образованного лучем AM с базисом AB , перпендикулярным к створам AC и BD .

Это дает возможность наметить направление AE , параллельное NM , путем построения отрезка BE по направлению створа BD :

$$BE = AN - MB = AB \operatorname{tg} \beta - AB \operatorname{tg} \alpha = AB (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha).$$

Створное сечение AF разбивается перпендикулярно к AE .

3. Закрепление створа. После окончательного выбора направления рабочего створа закрепляют его на местности при помощи

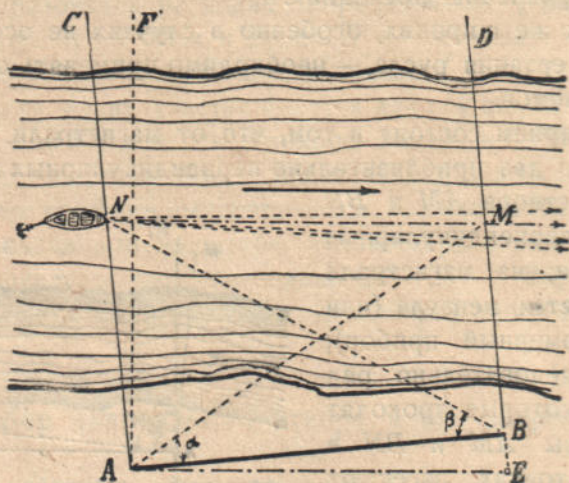


Рис. 14. Выбор направления створа.

прочных плановых реперов, которые обычно в то же время служат реперами высотными. Репера устанавливаются на обоих берегах в месте, никогда не затопляемом и достаточно прочном, — в плоскости створного сечения, и обозначаются нумерами и надписями обычных сведений. Один из реперов рабочего створа принимается за постоянную начальную точку для разбивки вертикалей. Для ориентирования гидрометрических приборов во время измерений, на широких реках кроме того в плоскости створа устанавливаются прочные столбы — вехи — по два на каждом берегу. При очень широких реках, не ограничиваясь вехами, устанавливают иногда еще в русле реки

ряд буйков - поплавков; эти буйки, возможно — обычные бочки, устанавливаются на якорях, через каждые 100 — 200 м, причем закрепление к якорю делается при помощи блока, через который пропускается бичева с противовесом — грузом; этим обеспечивается удерживание буйка на месте на поверхности воды при всяких изменениях уровней.

4. Составление профиля створа. После окончательного выбора рабочего створа составляется чертеж его профиля, применительно к сказанному далее в § 30.

§ 23. Оборудование створов

1. Общие замечания. Для измерения скоростей в отдельных точках живого сечения необходимы устройства, которые позволяют установить точно вертушку или другой инструмент в нужной точке и спокойно производить наблюдения в течение известного промежутка времени. Конструкция этих устройств зависит от важности и продолжительности предполагаемых работ, от местных условий, характера и величины реки и, наконец, от размера соответствующих средств.

Устройства для гидрометрических измерений можно подразделить на следующие категории: 1) мостики — балочные и подвесные; 2) лодки; 3) подвесные люльки; 4) паромы.

2. Оборудование малых рек — мостики. Мостики на каналах и ручьях могут представлять собою доску, перекинутую с берега на берег; на речках шириною в 12 — 15 м можно перекидывать два-три бревна; при более широких речках применяют шпренгельные конструкции и делают несколько пролетов; временные промежуточные опоры на малых речках лучше делать из толстых досок, поставленных узким ребром против течения. Удобны для применения разборные мостики на легких козловых опорах с настилом из жердей или досок; козлы могут по мере необходимости переставляться по всей ширине реки.

3. Висячие мостики. При ширине реки до 50 м, при больших скоростях и глубинах, удобно устраивать на постоянных створных сечениях висячие мостики. Возможная конструкция висячего мостика такова: две пары стальных оцинкованных тросов

сечением около 10 мм перетягиваются через реку; на берегах они подпираются особыми подпорными рамами. Концы тросов крепятся за камни, деревья или помощью мертвых якорей. Расстояние между тросами берется около 1,00 м. На нижней паре тросов, в расстоянии 1,20 м друг от друга, укладываются с зарубками деревянные бруски, размерами 6 × 12 см и длиной около 1,10 м; эти бруски привязываются к нижним тросам проволокою, другой конец которой притягивается к верхним тросам и прикрепляется к ним. Таким образом, нагрузка передается всем четырем тросам. На бруски набиваются в два параллельных продольных ряда доски, с зазорами в стыках, дабы обеспечить необходимую гибкость. Верхние тросы, принимая на себя часть нагрузки, в то же время служат поручнями.

4. Лодки. Лодки с успехом применяются на не особенно больших несудоходных реках; лодка в случае тихого течения может удерживаться на месте за тот же трос, который служит для обозначения вертикалей рабочим, сидящим на носу лодки; в этом случае, для устранения заметного натягивания и отхода троса, необходимо на корму лодки помещать опытного рабочего с одним или двумя шестами, упором коих в дно осуществляется устойчивое положение лодки в нужном месте. При быстром течении и больших глубинах, удерживание лодки на месте следует осуществлять применением *второго* удерживающего троса или же двух оттяжек от лодки, идущих на берега и закрепляемых там к прочно забитым кольям; рабочий может передвигать лодку по створу, отпуская один конец оттяжки и выбирая второй.

5. Подвесные люльки. На реках с резкими колебаниями уровня, быстрым течением и высокими берегами — удобной для измерений является установка подвесной на тросе люльки; люлька имеет размеры, достаточные для помещения там двух или одного наблюдателя с инструментами и передвигается по перекинутому через реку тросу или самим наблюдателем, или при помощи оттяжек — с берега.

Детали устройства подвесных люлек, как и висячих мостков, приводятся в специальных курсах гидрометрии.

Американская подвесная люлька показана на рис. 15.

6. Понтоны. Для работ на широких и глубоких реках для установки измерительных приборов применяются особые понтоны или паромы. Сущность устройства состоит в соединении досчатым помостом двух лодок так, чтобы расстояние между



Рис. 15. Американская подвесная люлька.

обеими лодками обеспечивало достаточную устойчивость всей системы и удобство работы с понтона вертушкой. Иногда вместо лодок берут металлические поплавки.

На рис. 16 показано обычное устройство понтона.

Вертушка может опускаться в воду с понтона: 1) с носовой части, для чего помост выдвигается вперед по течению и рас-

стояние между лодками берется возможно большее, во избежание подпора, изменяющего распределение скоростей; 2) между лодками в носовой части (черт. 16); в этом случае также необходимо раздвигать лодки как можно больше — на 4-6 м; при небольшом расстоянии между лодками скорости у поверхности воды могут сильно искажаться от влияния дна лодок; 3) с бортов, для чего настил выносится в сторону; в этом случае расстояние между лодками может быть небольшое.

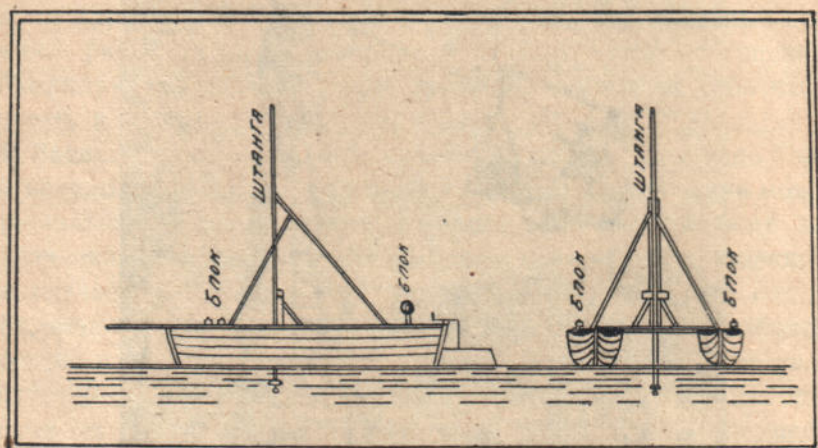


Рис. 16. Понтон.

В виду практических удобств чаще всего применяется установка вертушки между лодками.

В отношении передвижения понтонов по створу можно различать такие случаи: 1) передвижение по тросу; 2) передвижение по принципу самолета; 3) передвижение при помощи системы якорей.

Передвижение понтона непосредственно по тросу удобно производить на реках нешироких и с тихим течением (рис. 17); для этого через реку перекидывают дополнительный трос, по которому перемещается носовая часть понтона, для удержания же на месте кормовой части закидывают два якоря (рис. 17), лучше всего ближе к обоим берегам; выбирая канат от одного

якоря и отпуская — от другого, можно регулировать передвижение кормы. Можно также и для кормовой части перекидывать второй трос.

Передвижение понтона по принципу самолета возможно на реках с быстрым течением; для этого на перетянутый через реку трос AB (рис. 18) надевается бегучий блок с петлей, к которой прикрепляется удерживающий трос от понтона. Действуя рулем, придают понтону косое положение по отношению к направ-

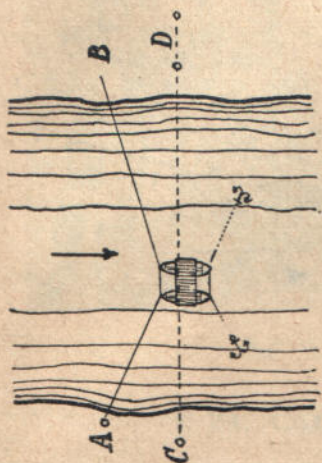


Рис. 17. Схема передвижения понтона по тросу.

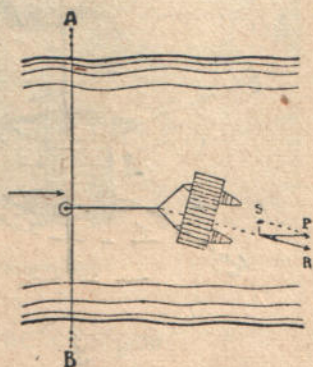


Рис. 18. Передвижение понтона по принципу самолета.

лению течения, вследствие чего сила давления струй P на понтон разлагается на две силы: параллельную положению понтона силу R и параллельную тросу AB силу S ; эта последняя сила и производит перемещение понтона по створу.

На широких реках, где нет возможности натянуть в створном сечении трос, и потому приходится устанавливать его по косым створам, применяется способ закрепления понтона при помощи якорей. При этом применяют два способа. В первом случае выше по течению бросается якорь, к которому понтон прикрепляется на длинном тросе; от боковых перемещений понтон удерживается еще двумя якорями — боковыми или задними (рис. 19); во втором случае понтон закрепляется четырьмя боко-

выми якорями, причем передняя по течению пара выносятся несколько выше понтона.

В первом случае верховой якорь может служить без перестановки для нескольких вертикалей, иногда даже для всей ширины реки; перемещать приходится только боковые или задние якоря; во втором случае все якоря приходится переставлять почти при каждом изменении положения понтона. Для перестановки якорей служат особые лодки, оборудованные соответствующим обра-

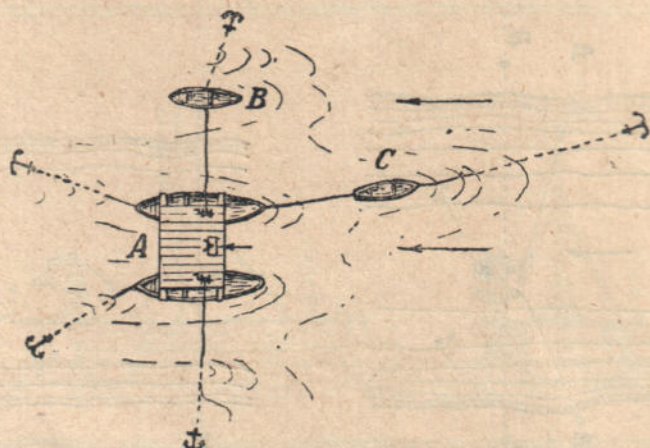


Рис. 19. Установка понтона на якорях.

зом. На очень больших реках во время половодья трудную и иногда опасную работу по перемещению якорей удобно делать при помощи пароходов.

7. Защитные будки. Для защиты от дождя и солнца на понтоне строится будка, в которой также сохраняются и все приборы, нужные при работах.

Все вышесказанное относилось к производству гидрометрических работ в теплую половину года.

Для зимних измерений расходов необходимы устройства, обеспечивающие спокойную и удобную работу наблюдателя. Это достигается сооружением будки-теплушки, устанавливаемой на полосьях для перевозки с места на место. Будка обивается внутри войлоком и снабжается небольшой печкой (рис. 20);

в полу ее сделано отверстие, через которое вертушка опускается в проруби для измерения скоростей; для осветления будки в ней делается одно или два окна.



Рис. 20. Будка-теплушка.

§ 24. Содержание створов

1. Наблюдения за сохранностью опорных знаков. Измерение расходов на гидрометрических створах производится применительно к сказанному в § 11 части I, т. е. в общем спорадически. Наблюдающий персонал при гидрометрических створах может иметься лишь в случаях совпадения гидрометрического створа с водомерным постом, а также на постоянно действующих гидрометрических и гидрологических станциях. Поэтому, во всех остальных случаях, для обеспечения постоянного наблюдения за состоянием опорных знаков створа, таковые наблюдения должны поручаться наблюдателю ближайшего водомерного поста.

2. Контрольные промеры русла и нивелировки. Для проверки состояния русла, на гидрометрическом створе следует производить не менее двух раз в году — весной перед паводками и осенью после спада воды, — контрольные промеры и нивелировки поперечников по трем основным створам (см. § 22).

3. Повторные съемки. В случае наличия значительных изменений реки в плане, должна быть произведена повторная съемка всего рабочего участка реки; таковая должна опираться на основную сеть опорных точек участка.

ГЛАВА V

ПРОМЕРЫ РУСЛА

§ 25. Приспособления для производства промеров

1. Общие замечания. Для производства промеров живых сечений и русла реки вообще применяются следующие приборы: 1) рейки; 2) наметка (футшток); 3) лот.

2. Рейки. Рейкой (обычной нивелировочной) для производства промеров можно пользоваться на неглубоких реках; рейка устанавливается вертикально в нужной точке так, чтобы нуль ее находился у дна; тогда отсчет по рейке у поверхности воды дает искомую глубину.

3. Футшток. Наметка или футшток (рис. 21) представляет собою деревянный шест, сечение футштока — круглое, диаметр 4—6 см, обычная длина — 6,5—7,0 м, достигая до 10,5 м; длина зависит от тех глубин, которые предположено встретить при промерах, а также от скорости течения реки; при больших скоростях длинная наметка неудобна в обращении даже при глубинах в 5—6 м; нижний конец футштока оковывается обычно легким железным башмаком; нижняя плоскость башмака совпадает с нулем футштока; футшток окрашивается белой масляной краской и размечается на десятые доли метра красной краской; цифры надписываются обычно черной краской; полезно выделять также пятерки сантиметров, что делает возможным отсчеты с точностью до одного сантиметра (на глаз). При наличии штанги от вертушки, измерения глубин можно производить штангою, однако, наметка для этих целей более удобна, так как калибровка штанги обычно мало заметна для быстрых отсчетов.

4. Лот. Лот (рис. 22) делают из более или менее тяжелого груза и размеченного шнура — лотлиния, на который этот груз подвешивается. Грузу обычно придают пирамидальную форму,

при весе в 4—6 кг, при очень быстром течении доводя вес до 80—100 кг.

Шнур-лотлинь делают из прочной бичевы, толщиной в 3—5 мм; во избежание усадки и вытягивания шнура последний перед изготовлением лота погружается в воду на 3—4 часа, затем в сыром виде вытягивается и размечается на десятые метра; разметку делают так, чтобы выделять пятерки метров,



Рис. 21. Футшток.

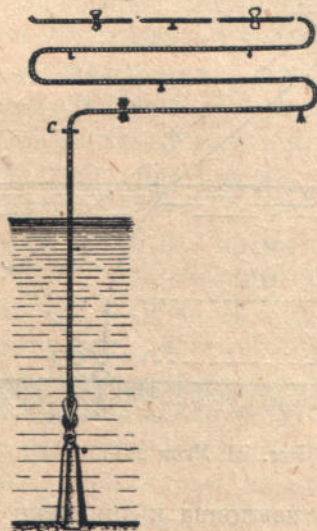


Рис. 22. Лот.

четные и нечетные метры, половины и десятые метров; например, нечетные метры обозначают светлыми кожаными марками с соответствующим числом зубчиков; четные — такими же темными марками, половины метров — красными лоскутками, десятки сантиметров — белыми лоскутками. Время от времени необходимо проверять длину такого лотлиня, сравнивая его со стальной лентой; при хорошем материале ошибка обычно бывает незначительна и не превосходит 1—2%.

Более надежным в смысле прочности и неизменности своей длины является лотлинь, сделанный из тонкого гибкого многожильного металлического троса толщиной в $2\frac{1}{2}$ —3 мм.

Момент соприкосновения гири лота с дном определяется наощупь, по уменьшению натяжения лотлиня.

4. Угон лота водою. При производстве промеров лотом необходимо иметь в виду явление угона лота водою. При больших глубинах ошибки от отнесения троса водою могут достигать величин в 1 м и более. Это надо учитывать, и при производстве промеров лотом в условиях большой глубины и большой

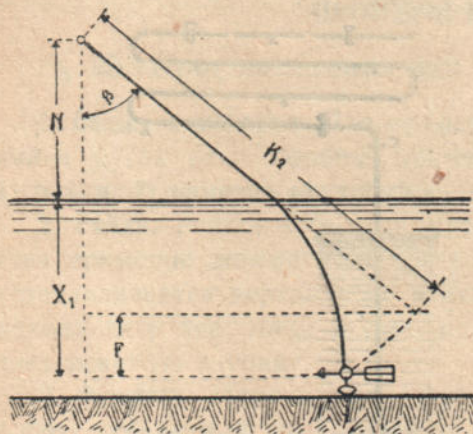


Рис. 23. Угон лота.

скорости — в отсчеты по лоту следует вводить поправки. Наибольшего угла отклонения трос достигает у поверхности, в средней части получается выпуклость, которая уменьшается ко дну, где трос с грузом принимает более отвесное положение.

5. Поправки при измерении глубин лотом. На практике поправку находят приближенно, принимая, что лотлинь угоняется так, что

линия его наклонна к дну реки на всем ее протяжении (рис. 23). Истинное значение глубины X_1 может быть тогда определено по формуле:

$$X_1 = K_2 \cdot \cos \beta - N,$$

где K_2 — измеренная искаженная глубина; β — угол, образуемый вертикалью с наклонным лотлинем и определяемый приближенно по угону видимой части лотлиня; N — расстояние до воды.

В связи со сказанным, всегда, где возможно, следует измерение глубин производить при помощи футштока.

6. Промеры тросовой вертушкой. При работе тросовыми вертушками роль лота выполняет вертушка; момент прикосновения вертушки ко дну может фиксироваться донным контактом вертушки, а отсчеты глубин могут производиться по показаниям счетчика барабана, на который намотан трос.

§ 26. Способы выполнения промеров

1. Общие замечания. По способу производства промеры можно подразделить на: 1) промеры по тросу или бичеве; 2) промеры с засечками; 3) промеры косыми галсами; 4) промеры по продольным профилям.

Наиболее простые и быстрые приемы и в то же время наименее точные, — косыми галсами или по продольным профилям — применяются при предварительном обследовании участков.

Для построения поперечных профилей реки, при съемках, сопутствующих выбору участка для измерений расходов, а также имеющих целью контроль состояния русла, — следует предпочтительно пользоваться промерами по тросу или бичеве, если это возможно по условиям размера ширины реки.

2. Наблюдения за уровнями при промерах. Во время выполнения промеров глубин должны быть установлены возможно частые наблюдения за изменениями уровней воды в реке. При выполнении промеров вне водомерного поста вблизи берега забивается ниже поверхности воды, возможно глубоко в землю, прочный кол с горизонтально спиленною головкою. Поверхность кола связывают нивелировкой с репером. Наблюдения производят при помощи переносной водомерной или нивелировочной рейки.

Уровни на больших реках должны измеряться не реже, чем при переходе от одного промерного профиля к другому.

§ 27. Промеры по тросу или бичеве

1. Общие замечания. Промеры по тросу или бичеве могут производиться с успехом лишь для рек, ширина коих не превышает 150—200 м. Промерный стальной трос должен иметь толщину около $2\frac{1}{2}$ —4 мм и быть достаточно гибким (что имеет место в тросах, изготовленных из отдельных тонких проволок с вплетением внутрь пенькового шнура); трос должен быть размечен на метры, с выделением пятерок и десятков их; одна из возможных форм разметки — напаянные медные боченочки с выбитыми на них цифрами — для метров и круглые и четырехугольные подвески — для пятерок и десятков метров. Бичева диа-

метра около 6—10 мм допускается лишь для малых рек и может быть размечена вплетением разноцветных лоскутков, например: для метров — белых, для пятерок — красных, для десятков метров — белых и красных двойным вплетением; бичева перед разметкой должна быть вымочена для предотвращения последующего ее сбегания, которое, впрочем, для хорошей манильской пеньки наблюдается в очень малой степени; такого рода бичеву и следует выбирать для промерных работ.

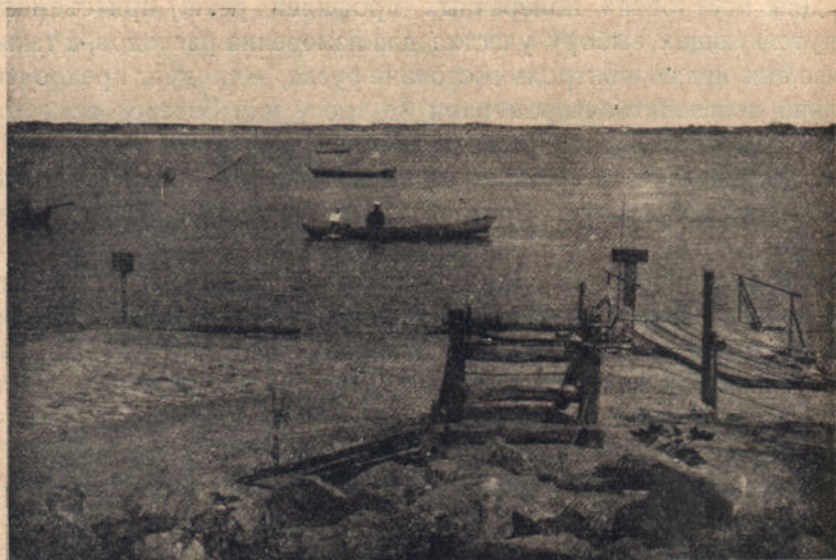


Рис. 24. Промеры по тросу на широкой реке.

2. Перетягивание троса. Трос перетягивается поперек реки, для чего один из концов имеет петлю, надеваемую на специально изготовленный дубовый кол; кол полезно оковывать снизу железом, а на верх его надевать бугель; второй конец троса или бичевы закрепляется за второй кол, забиваемый на другом берегу. Коля, для усиления их сопротивления, рекомендуется забивать несколько наклонно к берегам и на такой высоте от уровня воды, чтобы трос или бичева охватывали колья у самой земли, не касаясь в то же время своей середи-

ной поверхности воды. Тросы следует хорошо натягивать, для чего удобно применять тали или ворот.

3. Работа промерной партии. Промерная партия (при большой ширине реки) помещается в лодке и состоит из техника для записи промеров, рабочего-наметчика и рабочего для передвижения лодки по тросу или бичеве, а при быстром течении — еще и из рабочего с шестом или веслом для облегчения передвижения лодки и удерживания ее на месте; лодка постепенно передвигается от берега к берегу; по сигналу, даваемому рабочим, ведающим передвижением лодки по тросу (рабочий называет номер марки), наметчик делает промер, громко объявляя полученную глубину и называя одновременно с этим характер грунта: камень, песок, ил, и т. д.; записи производит в полевом журнале техник, отмечая глубины против соответствующих обозначений марок; при производстве первого и последнего промера, вблизи урезов, техником отмечаются расстояния урезов от ближайшей марки, а также марка второго (не нулевого) кола.

Если ширина реки больше 100 м, обычно приходится, для поддержания троса, посередине реки ставить на якорь специальные лодки, во избежание большого провеса.

На каждом профиле промеры следует выполнять не менее двух раз; истинная величина глубин находится как среднее из двух измерений. Точность промеров должна соответствовать глубинам реки (рис. 24).

По окончании промера на данном профиле трос переносится на другой профиль рабочими, идущими по левому и правому берегу; вместе с тем передвигается на следующий профиль и промерная лодка.

При широких реках применение талей или ворота сильно ускоряет работу, уменьшая потребное число рабочих.

4. Расстояния между промерными вертикалями. Расстояния, через которые делаются промеры, зависят от характера и ширины реки и желаемой детализации; обычно берут:

для речек шириной до	10 м	через	1 м
" "	от 20— 50 м	"	2 "
" "	" " 50—100 "	"	" 2—3 м
" "	" " 100—200 "	"	" 3—5 "
" "	больше 200 м		5—10—15—20 м.

Хотя равномерное распределение промерных вертикалей удобно для построения профиля и вычислений площади живого сечения, правильнее делать промеры чаще там, где быстрее изменяются глубины, например, у берегов и реже — в местах с более плавными очертаниями русла.

5. Промеры на неглубоких малых реках. На неглубоких реках, в летнее время, удобно производить промеры вброд. На очень малых реках трос или бичева могут быть заменены стальной рулеткой. Точность измерений глубин на малых реках должна быть 1-2 см.

При нетвердом грунте дна следует обращать особое внимание на то, чтобы промерное приспособление не погружалось в грунт, ибо в этом последнем случае значения глубин будут получаться искаженными.

§ 28. Промеры с засечками

1. Общие замечания. Промеры с засечками угломерным инструментом, — проще всего, мензулой, — применяются при ширинах реки больших, чем 150-200 м. На берегу разбивается базис — магистраль, согласно § 21; один из конечных пунктов его служит местом стоянки инструмента (рис. 25); далее по поперечникам разбиваются створы, закрепляемые двумя вехами на каждом берегу; при ширине реки до 300-400 м можно ограничиться двумя вехами на одном берегу. Промеры производятся с лодки, передвигающейся по створу от берега к берегу на веслах, или при помощи мотора. В лодке помещается промерная партия; в момент промера положение лодки на створе фиксируется засечками по мензуле.

2. Выполнение засечек. Засечки могут производиться двояко: первый способ заключается в том, что промерщик подает сигналы мензульщику, который следит в трубу за передвигающейся промерной лодкой; второй способ — мензульщик, разметив на планшете те точки, где надо сделать промеры, дает сигналы промерщику, который и делает промер в требуемой точке. Первый способ следует признать более рациональным, ибо он дает возможность лучше распределить точки в зависимости от ме-

стных условий, хотя он и более утомителен для мензульщика, чем второй; при втором обеспечивается более равномерное распределение промерных точек.

Засечками определяются не все промерные точки, а лишь через известные промежутки, например, 4 точки промеряется без засечек, пятая засекается, и т. д.; в промежутке же между точками, определяемыми засечками, расстояние между промерными точками определяется по гребкам или по секундомеру.

3. Засечки при помощи двух мензул. В случае наличия высоких и крутых берегов, исключающих возможность установки на бе-

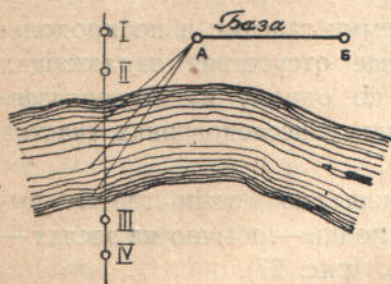


Рис. 25. Промеры с засечками.

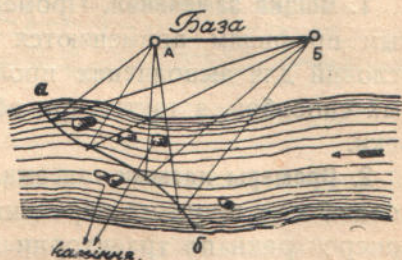


Рис. 26. Промеры с засечками двумя угломерами.

регах видимых с реки створных вех, или в случае сильного и неправильного течения, не дающего возможности лодке держаться в створе, положение промерных точек определяется при помощи двух мензул или других угломерных инструментов; эти мензулы в таком случае устанавливаются в двух конечных точках базисной линии, как показано на рис. 26.

4. Взаимное положение стоянки инструмента и створа. Следует иметь в виду, что взаимное положение базисной линии, т. е. стоянки инструмента, — и промерного створа, — должно быть таково, чтобы углы пересечений линий, определяющих положение промерных точек, не были бы слишком острыми (обычно не менее $15-20^\circ$).

С одной стоянки инструмента обычно возможно выполнять засечки для ряда последовательных профилей — вверх и вниз по реке от места стоянки.

5. Обозначение моментов засечки. Моменты засечек отмечаются промерщиком путем сигнализации поочередно разноцветными флагами: например, белым и красным; мензулист отмечает свои засечки начальными буквами тех же цветов; разверстка незасеченных промеров между теми, что отмечены сигналами, производится в согласии с записями промерщика о показаниях секундомера, или о числе гребков, соответствующих этим промежуточным промерам.

§ 29. Промеры косыми галсами и по продольным профилям

1. Общие замечания. Промеры косыми галсами и по продольным профилям применяются в случае отсутствия надлежащих условий для выполнения промеров по одному из вышеуказанных способов, а также при облегченных исследованиях участка реки.

2. Промеры косыми галсами. Промеры по косым галсам выполняются в процессе передвижения лодки — обычно на веслах — поперек реки по траектории $ABC\dots$ (рис. 27).

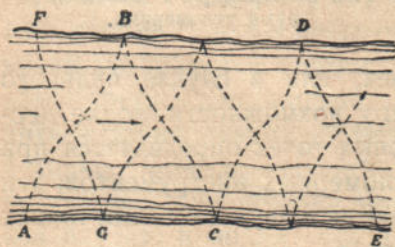


Рис. 27. Промеры по косым галсам.

Положение промерных точек фиксируется при помощи засечек, подобно сказанному в предыдущем параграфе; для упрощения, при нанесении промеров на план, кривые AB , BC и т. д. заменяются прямыми линиями, которые наносятся на план по точкам A , B , C и т. д.; расстояния между этими последними точками измеряются на берегу.

При облегченных исследованиях возможно производить промеры по косым галсам без засечек угломерным инструментом, отмечая лишь время производства промеров по секундомеру.

3. Промеры по продольным профилям. При промерах по продольным профилям лодку свободно пускают плыть по течению на различных расстояниях от берега, по возможности с равными интервалами по ширине реки (рис. 28); промеры производятся

через небольшие промежутки времени, отмечаемые по секундомеру; некоторые из промерных точек фиксируются при помощи угломерного инструмента, подобно сказанному об этом в предыдущем разделе; по этим точкам интерполируются на плане и остальные. Недостатком способа является необходимость после каждого продольного рейса лодки поднимать ее вверх на веслах или бичеве, что отнимает много времени.



Рис. 28. Промеры по продольным профилям.

Производство промеров по продольным профилям, при наличии моторной лодки

для завоза промерной лодки вверх, удобно в условиях измерений в весеннее время на мощных реках; измерения глубин таким способом удобно совмещать с измерением направления струй, фиксируемого по свободно пущенной по течению лодке при помощи засечек с двух мензул.

§ 30. Обработка промеров

1. Первичная обработка промеров. Обработка промеров производится следующим образом. Прежде всего в полевых книжках делается поправка для промеров, произведенных лотом, путем скидки определенного процента, установленного из опыта или способом, указанным в § 25, п. 5; затем, по данным наблюдений за уровнями во время промеров (см. § 26, п. 2) делаются, если нужно, поправки на приведение глубин к выбранному среднему или условному горизонту.

2. Построение профилей. Если целью промеров было определение живого сечения, то строится профиль его или до зеркала воды, или, обычно, до горизонта самых высоких вод; в последнем случае часть сечения, непокрытого водою, вычерчивается на основании данных нивелировки. Профиль живого сечения

строится на клетчатке, обычно в искаженном масштабе, как было указано в § 21, п. 8; удобные размеры масштабов приведены в нижеследующих табличках:

А. Для горизонт. расстояний В. Для вертикальных расстояний

При расстоянии между крайними точками профиля	Масштабы	При высоте самой высокой точки профиля над самой низкой точкой дна	Масштабы
До 7 м	1 м в 5 см	До 2 м	1 м в 10 см
От 7 до 15 м	" 2 "	От 2 до 4 м	" " 5 "
" 15 " 35 "	" 1 "	" 4 " 10 "	" " 2 "
" 35 " 70 "	" 0,5 "	" 10 и больше	" " 1 "
" 70 " 140 "	" 0,25 "		
" 140 " 350 "	" 0,10 "		
" 350 и больше	" 0,05 "		

3. Построение профилей рабочего створа. На профиле рабочего створа обычно наносится (см. черт. 45) кроме часа и даты дня, в который производились промеры: 1) горизонты наивысший и наимизший, на основании многолетних данных ближайшего водомерного поста, а если такового не имеется, — на основании меток на берегу и деревьях и по расспросам местных старожилов; источник этих данных должен быть отмечен на профиле же; 2) отметки дна; 3) породы речного дна и берегов с показанием границ их распространения; 4) все репера — плановые и высотные, находящиеся в створе, с показанием отметок их и горизонтальных расстояний между ними (или от Рр. № 1); 5) все скоростные вертикали, предназначенные для измерения на них скоростей вертушкой (см. ч. IV, § 8), с указанием номера каждой и расстояний их от начальной точки измерений глубин; 6) горизонт воды, при котором производились измерения (в условных или абсолютных отметках или в отметке над нулем ближайшего водомерного поста).

4. Изображение русла в изобатах. Если целью промеров было установление общей картины распределения глубин на исследуемом участке, чертят план русла в изобатах. Для этого на чертеже контура русла наносят места промерных точек или по створам, или по засечкам и т. п.; глубины выписываются рядом

с точками и по ним вычерчиваются изобаты — линии равных глубин, применительно к проведению горизонталей при топографических съемках. Иногда, вместо изобат, проводят горизонтали.

Проведение изобат и горизонталей можно производить по ряду последовательно построенных поперечных профилей, по правилам топографии.

ГЛАВА VI

РЕПЕРА

§ 31. Общие требования к реперам и виды последних

Репера устанавливаются на водомерных постах в качестве тех неизменных по высоте точек, с которыми всегда можно было бы сверять неизменность положения свай и реек водомерного поста; последние, будучи расположены в русле реки или в непосредственной близости от реки, могут подвергаться всяким повреждениям или перемещениям, вызываемым оползнями, выпучиванием берегов, размывами, ледоходом, ударами судов, и т. п.

При гидрометрических створах, устроенных удаленно от водомерного поста, репера устраиваются также для проверки неизменности створных знаков. В отличие от реперов „высотных“ таковые репера носят название „плановых“.

1. Общие требования к реперам. В целях наилучшего удовлетворения своему назначению репера должны быть: 1) совершенно неподвижными и неизменными; 2) прочными, а следовательно, долговечными; 3) по бытовым условиям, — достаточно укрытыми от постороннего глаза, но вместе с тем и легко доступными при связке с ними.

2. Место установки реперов. Для установки реперов следует выбирать место, вполне обеспеченное от подмыва и разрушений; следует иметь в виду в этом отношении опасности от прохода высоких вод, от выносов из оврагов и проч. Если русло реки имеет не вполне устойчивый характер, следует удалять репера от бровки берега на достаточное расстояние; также следует избегать ставить репера в непосредственной близости от дорог, бичевника и т. п.

3. Надписи на реперах. Все репера должны быть снабжены надписью, указывающей: учреждение или ведомство, поставившее репер, год постановки и номер репера.

4. Сообщение об установке реперов местным властям. В целях обеспечения лучшей сохранности реперов, о постановке их должны ставиться в известность ближайшие местные власти, с указанием на неприкосновенность репера наравне с государственными межевыми знаками.

5. Виды реперов. Репера по прочности и долговечности можно разделить на: 1) постоянные — каменные, бетонные, чугунные и 2) временные, — обычно деревянные. Первые служат неопределенно долгое время; вторые — при надлежащем устройстве, могут служить до 10 лет и более.

§ 32. Постоянные репера

1. Чугунные репера. Очень удобным типом постоянного репера следует считать чугунные винтовые сваи, изготовляемые заводским способом (см. черт. 29); это полый чугунный цилиндр, диаметром 75—100 мм, при толщине стенок 13—20 мм и длине — около 3 м; вес такого репера — около 140 кг; вдоль цилиндрического тела сваи расположены две противолежащие реборды (выступы), сечением 13×13 мм, предназначенные для упора ключа при завинчивании сваи в грунт. В нижней части цилиндр имеет шейку длиной 60 мм; на эту шейку надевается чугунный конический башмак с винтовой лопастью; башмак этот, в случае завинчивания сваи в грунт, закрепляется на шейке при помощи железной чеки, заклепываемой наглухо; сваи впрочем могут отливаться и заодно с винтовым наконечником. Завинчивание сваи производится посредством особого ключа и аншпугов; ключ состоит (черт. 30) из двух свинчивающихся половинок чугунной отлитой муфты с гнездами, в которые и закладываются деревянные аншпуги; муфта имеет внутри, для захватывания реборд сваи, особые гнезда. Упрощенный ключ (черт. 31) состоит из двух аншпугов, свинчивающихся концами около тела сваи посредством двух болтов; в предупреждение смятия дерева между сваей и концами аншпугов кладутся листовые железные

прокладки. При отсутствии специального ключа таковой может быть заменен прочным укреплением аншпугов непосредственно к свае, при помощи крепкой железной цепи. По завинчивании в грунт свая покрывается крышкой или может быть засыпана внутри песком и залита цементом с укреплением в последнем металлической марки.

При твердых каменных грунтах применяют чугунные колонны с плоскими поддонами. Возможно изготовлять постоянные

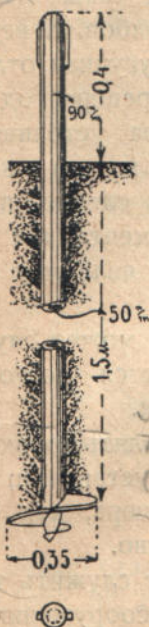


Рис. 29. Чугунный репер.

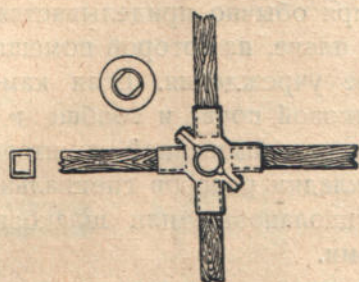


Рис. 30. Ключ для завинчивания репера.



Рис. 31. Упрощенный ключ.

репера из старых рельс; в этом случае следует обращать внимание на прочную заделку нижнего конца и обделку верхнего, желательно — сферической формы.

2. Каменные или бетонные репера представляют собою сделанные из соответствующего материала — каменной или кирпичной кладки или из бетона, — столбы шириной 0,5-0,7 м, зарытые в грунт ниже его промерзания, т. е. не менее 1,4-2,0 м, и выступающие над поверхностью земли на 0,20-0,30 м. Следует иметь

в виду, что столбы подвержены выпучиванию в большей степени, чем массивные здания; поэтому, в случае глинистых грунтов, глубину заложения каменных столбов следует увеличивать до 2,00 - 2,50 м. Так как обычным видом разрушения репера является умышленная разломка или естественное выветривание верхней части столба, то обычно в центре столба заделывают железный штырь диаметром в 25 — 30 см, или обрезок рельса, фасонного железа, и т. п., с зажатым внизу концом; в целях предохранения от разрушения и выветривания также следует делать закругленными все наружные грани столбов. К верхней части штыря обычно приделывается наглухо чугунная отливка, круглая в плане, на которой помещается номер репера, год и наименование учреждения. Если каменные репера устраиваются в солончаковой почве и вообще в местах, где можно ожидать наличия минерализованной грунтовой воды, то следует применять для кладки реперов специальные сорта цемента, так называемые пуццолановые или шлаковые, каковые являются более устойчивыми.

В местностях со скалистым грунтом репером может служить прочный выступ скалы, на котором вытесывается место для установки рейки и соответствующие обозначения.

Каменные и бетонные репера удобно изготовлять только при наличии потребных материалов в районе места установки; в отношении удобств перевозки металлические репера, как более легкие и компактные, представляют преимущество.

3. Реперные марки. В качестве реперов могут служить также различные монолитные прочные и долговечные сооружения или части их, например, устои мостов, цоколи церквей и больших зданий, стены шлюзов; для указания на этих сооружениях той точки, которая является репером, применяются особые чугунные или железные марки. Обычно марки состоят из двух частей: лицевой (собственно марки) и хвостовой. Разных форм марок имеется очень много.

Лицевая часть представляет собою чугунные круглые диски диаметром от 100 до 175 мм, толщиной около 15 - 20 мм; хвост имеет длину от 125 до 200 мм, в виде конуса или завершенного стержня.

На дисковой части помещается надпись и номер марки, а в центре ее отливается или шарообразная выпуклость, или ступенька в виде кронштейна, или оставляется небольшое отверстие, продолжающееся и в хвостовую часть. В первом случае нивелируется центр пересечения двух перпендикулярных линий — насечек на шаровидной поверхности; для этого нивелировочная рейка ставится на особо забиваемый у марки кол (см. рис. 29, слева), по ней делается нивелирный отсчет и затем высота h — от центра марки до кола — измеряется рулеткой, нитью, или той же рейкой. Во втором случае (рис. 32, посере-

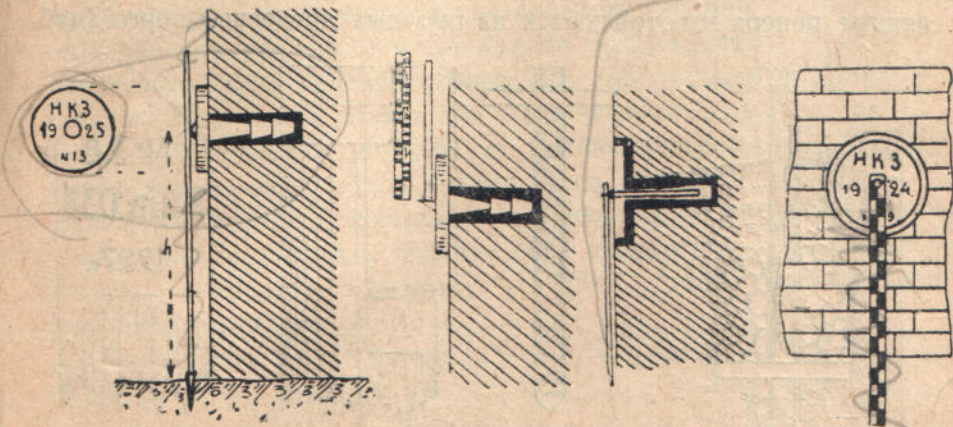


Рис. 32. Типы реперных марок.

дине) рейка ставится непосредственно на выступ; в третьем случае (рис. 32, справа) в отверстие вставляется особая шпилька, на которую может быть поставлена нивелировочная рейка, или же к этой шпильке подвешивается особая малая реечка. Хвост марок лучше делать из железа; заделка хвоста производится путем заливки свинцом или цементом; углубление в каменной стене выдалбливается посредством стального бура.

Заделка реперных марок почти заподлицо с поверхностью сооружения и возможность их установки на высоте выше человеческого роста делает этот вид реперов весьма надежным в отношении повреждений и сохранности.

4. Потайные репера. Упомянем еще о потайных реперах, пред-

ставляющих собою высотные, прочно укрепленные точки, скрывающиеся от взоров посторонних наблюдателей путем закапывания их в землю. Для возможности нахождения потайного репера для надобностей работ, место его расположения точно заснивается на особый план, привязываемый к имеющимся местным предметам или надземным реперам, расположенным поблизости.

§ 33. Временные репера

1. Деревянные репера. Временные репера изготовляются в виде: 1) деревянных столбов, 2) заершенных штырей. Временные деревянные репера изготовляются из прочных древесных пород (дуб

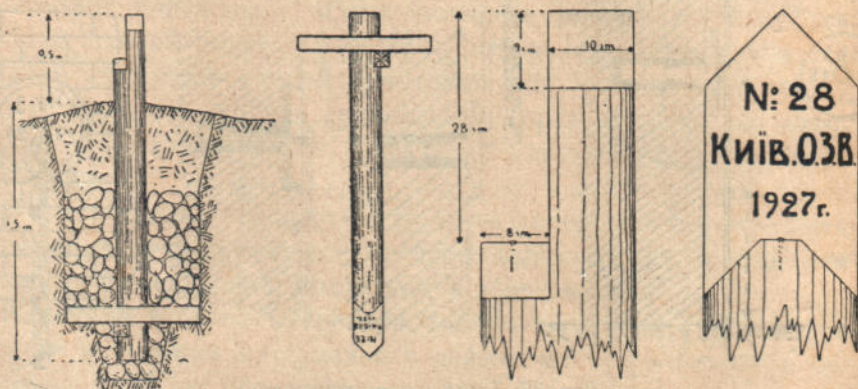


Рис. 33. Деревянный репер.

или бук); толщина берется около 15—20 см при длине около 2 м; внизу врубается крестовина; вся часть, предназначенная к засыпке в землю, обмазывается смолой или дегтем. В земле репер устанавливается на булыжный камень или кирпич. Верхушка репера срезывается скатами, чтобы не задерживалась дождевая вода. Несколько ниже делается совершенно горизонтальный пропил и часть верхушки скалывается до пропила. На вертикальной площадке сруба ставится знак репера, а на горизонтальной вбивается широкошляпный заершенный гвоздь; шляпка этого гвоздя служит нивелировочной точкой для установки на ней рейки.

Общий вид такого репера и его установки показан на рис. 33.

2. Завершенные штыри. Завершенные штыри могут быть изготовлены в любой кузнице и могут иметь следующие средние размеры: длина — около 20 см, толщина шляпки — 2 см, диаметр шляпки — 4 см; примерная форма штыря показана на рис. 34. Такие штыри забиваются обычно в деревянные, а иногда в каменные здания, причем нужные обозначения наносятся при них краской или высечкой.

3. Общие замечания. На каждом водомерном посту должно быть установлено не менее двух реперов; по условиям времени, большую часть приходится ограничиваться установкой временных реперов; однако, при какой-либо возможности применить более надежные типы реперов таковая должна быть использована для установки хотя бы одного из реперов по типу постоянных; второй репер может быть сделан временного типа. Особенно необходима установка двух реперов в постах речного типа; в свайных постах верхние сваи сравнительно редко испытывают повреждения и могут служить такими же опорными точками, как и репера.

О надзоре за состоянием реперов было сказано в § 19.



Рис. 34. Завершенный штырь.

Таблица к формуле кривой подпора по Дюпюи-Рюльману.

$\frac{Z}{h_0}$	$\varphi\left(\frac{Z}{h_0}\right)$	$\frac{Z}{h_0}$	$\varphi\left(\frac{Z}{h_0}\right)$	$\frac{Z}{h_0}$	$\varphi\left(\frac{Z}{h_0}\right)$	$\frac{Z}{h_0}$	$\varphi\left(\frac{Z}{h_0}\right)$
0.010	0.007	0.290	1.324	0.570	1.759	0.850	2.109
0.015	0.145	0.295	1.334	0.575	1.765	0.855	2.115
0.020	0.244	0.300	1.343	0.580	1.771	0.860	2.121
0.025	0.322	0.305	1.352	0.585	1.778	0.865	2.127
0.030	0.386	0.310	1.361	0.590	1.785	0.870	2.133
0.035	0.441	0.315	1.370	0.595	1.791	0.875	2.139
0.040	0.489	0.320	1.379	0.600	1.798	0.880	2.145
0.045	0.532	0.325	1.388	0.605	1.805	0.885	2.151
0.050	0.570	0.330	1.396	0.610	1.811	0.890	2.157
0.055	0.605	0.335	1.405	0.615	1.818	0.895	2.162
0.060	0.638	0.340	1.414	0.620	1.824	0.900	2.168
0.065	0.668	0.345	1.422	0.625	1.831	0.905	2.174
0.070	0.696	0.350	1.431	0.630	1.837	0.910	2.180
0.075	0.722	0.355	1.439	0.635	1.844	0.915	2.186
0.080	0.747	0.360	1.447	0.640	1.850	0.920	2.192
0.085	0.771	0.365	1.456	0.645	1.857	0.925	2.197
0.090	0.793	0.370	1.464	0.650	1.863	0.930	2.203
0.095	0.815	0.375	1.472	0.655	1.869	0.935	2.209
0.100	0.835	0.380	1.480	0.660	1.876	0.940	2.215
0.105	0.855	0.385	1.488	0.665	1.882	0.945	2.221
0.110	0.874	0.390	1.496	0.670	1.889	0.950	2.226
0.115	0.892	0.395	1.504	0.675	1.895	0.955	2.232
0.120	0.910	0.400	1.512	0.680	1.901	0.960	2.238
0.125	0.927	0.405	1.520	0.685	1.908	0.965	2.244
0.130	0.943	0.410	1.528	0.690	1.914	0.970	2.250
0.135	0.959	0.415	1.535	0.695	1.920	0.975	2.255
0.140	0.975	0.420	1.543	0.700	1.927	0.980	2.261
0.145	0.990	0.425	1.551	0.705	1.933	0.985	2.267
0.150	1.005	0.430	1.559	0.710	1.939	0.990	2.272
0.155	1.019	0.435	1.566	0.715	1.945	0.995	2.278
0.160	1.033	0.440	1.573	0.720	1.952	1.000	2.284
0.165	1.047	0.445	1.581	0.725	1.958	1.100	2.397
0.170	1.061	0.450	1.588	0.730	1.964	1.200	2.508
0.175	1.074	0.455	1.596	0.735	1.970	1.300	2.618
0.180	1.087	0.460	1.603	0.740	1.976	1.400	2.726
0.185	1.099	0.465	1.611	0.745	1.983	1.500	2.834
0.190	1.112	0.470	1.618	0.750	1.989	1.600	2.940
0.195	1.124	0.475	1.625	0.755	1.995	1.700	3.046
0.200	1.136	0.480	1.632	0.760	2.001	1.800	3.151
0.205	1.148	0.485	1.640	0.765	2.007	1.900	3.256
0.210	1.159	0.490	1.647	0.770	2.013	2.000	3.359
0.215	1.171	0.495	1.654	0.775	2.019	2.100	3.463
0.220	1.182	0.500	1.661	0.780	2.025	2.200	3.556
0.225	1.193	0.505	1.668	0.785	2.031	2.300	3.669
0.230	1.204	0.510	1.675	0.790	2.037	2.400	3.772
0.235	1.215	0.515	1.682	0.795	2.043	2.500	3.874
0.240	1.225	0.520	1.689	0.800	2.049	2.600	3.977
0.245	1.236	0.525	1.696	0.805	2.055	2.700	4.079
0.250	1.246	0.530	1.703	0.810	2.061	2.800	4.181
0.255	1.256	0.535	1.710	0.815	2.067	2.900	4.283
0.260	1.266	0.540	1.717	0.820	2.073	3.000	4.384
0.265	1.276	0.545	1.724	0.825	2.079	3.500	4.889
0.270	1.286	0.550	1.731	0.830	2.085	4.000	5.396
0.275	1.296	0.555	1.738	0.835	2.091	4.500	5.899
0.280	1.305	0.560	1.744	0.840	2.097	5.000	6.412
0.285	1.315	0.565	1.751	0.845	2.103	—	—

ЧАСТЬ III

ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДОВ ПОПЛАВКАМИ

ВВЕДЕНИЕ

§ 1. Сущность и общие приемы поплавочных измерений

1. Значение расхода. Определение расхода реки при помощи поплавков включает в себя измерения двоякого рода: 1) определение живого сечения реки F , 2) определение средней скорости течения через данное живое сечение — $V_{\text{ср}}$.

Тогда расход Q выразится как произведение:

$$Q = F \cdot V_{\text{ср}} \dots \dots \dots (1)$$

2. Измерения глубин. Измерения глубин для определения живого сечения производятся применительно к сказанному в ч. II, гл. V, § 25 — 28 и 30.

3. Определение средней скорости. Средняя скорость в потоке, при измерениях поплавками, наиболее часто определяется следующими двумя путями:

1) путем измерения *поверхностных* скоростей в потоке, при помощи поверхностных поплавков; в этом случае среднюю скорость, по измеренной поверхностной, находят, исходя из эмпирически установленных соотношений между скоростями поверхностными и средними, — для всего живого сечения или для отдельных вертикалей.

2) Путем измерений средних скоростей *на вертикалях*, при помощи: а) гидрометрических шестов и б) поплавков-интеграторов.

Самые точные результаты дают поплавки-интеграторы, затем — гидрометрические шесты и, наконец, — поплавки поверх-

ностные; измерения последними, однако, наиболее просты и возможны к осуществлению в наибольшем числе случаев.

4. Общая характеристика поплавочных измерений. Измерения расходов при помощи поплавков в ряде случаев являются более удобными, чем при помощи более сложных приборов, например, вертушек.

При надлежащем применении и при соблюдении нужных условий, способы эти могут дать достаточно точные для практики результаты.

ГЛАВА I

ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОПЛАВКОВ

§ 2. Область применения

1. Условия возможного применения. Измерения при помощи поверхностных поплавков приходится применять, предпочтительно перед более сложными, при таких условиях:

1) при невозможности применять для измерений какие бы то ни было приборы, в частности вертушки, из-за ледохода на реке, присутствия в реке большого количества взвешенных наносов и посторонних, влекомых водою, тел, например, соломы, веток, травы, и т. п.;

2) в период половодий и паводков, на реках с весьма сильным течением, затрудняющим установку других приборов;

3) при недостатке времени и средств;

4) при весьма малых скоростях течения, не улавливаемых крыльями вертушек или не дающих их равномерного вращения.

В последнем случае поплавочные измерения могут давать более точные результаты, чем вертушки.

Таким образом, поверхностные поплавки применяются преимущественно для измерений *временного* характера.

2. Необходимое условие применения. Весьма важное условие для применения поверхностных поплавков — *отсутствие ветра*, в противном случае результаты могут быть в сильной мере искажены.

§ 3. Устройство поверхностных поплавков

1. Наиболее простой тип. Поверхностные поплавки наиболее просто изготавливаются из дерева, путем отпиливания от бревна, диаметром в 8-10-15 см, кружков в 4-6 см толщины. Поверхностными поплавками также могут служить бутылки, наполненные водою и закупоренные пробкой с цветной тряпочкой, облегчающей видимость поплавка.

2. Тип для больших рек. Для больших рек удобно применять тип, показанный на черт. 35, изготавливаемый из двух накрест врубленных досок, с подвешенным внизу грузом-камнем.

3. Общие замечания о конструкциях. Следует иметь в виду, что поверхностные поплавки разной формы и при разной степени погружения будут передвигаться, при одинаковых условиях течения, с разной скоростью; правда, эта разница практически незначительна. Все же при отдельных работах, для однородности результатов, следует применять

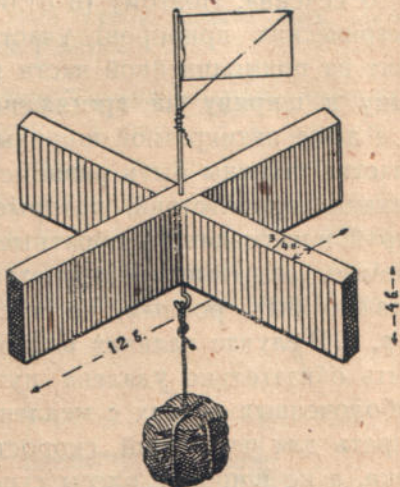


Рис. 35. Поплавок с крестовиной.

один какого-либо типа. Так как главной помехой для производства поплавочных измерений является ветер, то всегда поплавки должны выступать из воды только весьма незначительно, так, чтобы они были едва заметны.

§ 4. Подготовительные работы к измерениям скоростей

1. Общие замечания. Подготовительные работы к измерениям скоростей включают в себя: 1) выбор места для измерений и рабочего участка, 2) разбивку створов, 3) производство промеров русла, 4) организацию наблюдений за уровнями.

В случае *стационарных измерений*, приурочиваемых всегда к одному и тому же месту, операции, указанные в пп. 1 и 2 и

описанные далее, выполняются один раз в начале организации измерительных работ и притом применительно к сказанному в ч. II, гл. IV, §§ 20, 21 и 22; в этом же случае устройство створа сопровождается инструментальной съемкой участка и закреплением створов и магистрали реперами.

2. Выбор места и участка. Поплавки измеряют не действительную скорость в данном живом сечении, а некоторую среднюю скорость на некотором участке вверх и вниз от плоскости живого сечения. Поэтому (в отличие от условий для других гидрометрических приборов) участок для измерений должен быть взят на прямолинейной части реки, имеющей однообразную глубину и ширину на протяжении в пределах не менее тройной или даже пятикратной ширины реки; скорости течения на таком участке должны быть равномерными; не должно быть с берегов никаких препятствий, которые могли бы вызывать отклонения струй или создавать обратные и косые течения или, так называемые, „мертвые пространства“ со стоячей водой. Дно участка должно быть ровным, не иметь корчей, выступающих камней и т. п. В случае наличия водной растительности, таковая должна быть обязательно удалена путем выкоса или выдергивания. На заболоченных речках с медленным течением всегда следует выбирать для измерений скоростей отдельные сужения и быстрого-токи, а не широкие плесы с почти стоячей водой.

Предварительный выбор необходимого участка делается путем осмотра реки с берегов, руководствуясь очертанием берегов и характером течения; правильному руслу соответствуют скорости, постепенно увеличивающиеся от берегов к середине и однообразные по длине участка.

Окончательный выбор производится после промеров вброд или с лодки, имеющих целью убедиться в полном соответствии дна участка указанным выше условиям.

Само собою понятно, что при условиях 1 и 2 (§ 2, п. 1) выбор участка осуществляется либо по данным ранее произведенных промеров, либо на основании одного внешнего осмотра.

3. Разбивка створов. Наметив на реке участок, удовлетворяющий указанным в п. 2 условиям, выбирают на нем рабочий участок,

Для этого предварительно определяют приближенно наибольшую поверхностную скорость течения V_{max} ; тогда необходимая длина рабочего участка S может быть найдена по формуле:

$$S = 25 V_{max} \dots \dots \dots (2)$$

Для очень малых рек, во всяком случае, длина S не должна быть меньше 4 м.

В случае отсутствия секундомера и необходимости пользоваться секундной стрелкой обычных часов, — длина рабочего участка должна быть взята в $1\frac{1}{2}$ — 2 раза больше, чем по вышеуказанной формуле.

Обозначив границы выбранного участка вехами, разбивают по берегу *магистраль* параллельно течению в реке, т. е. при правильном русле, параллельно урезам воды.

Затем из середины разбитой магистрали, перпендикулярно к ней и к направлению течения (см. ч. II, гл. IV, § 22), провешивают основной *средний створ* участка, закрепляя его двумя вешками (с расстоянием между ними в 5 — 10 м) на магистральном берегу и одной — на втором берегу.

На концах выбранного участка точно также устанавливают и закрепляют вехами направления *верхового* и *низового* вспомогательных створов.

Кроме указанных рабочих створов, — выше верхового створа на 5—10 м, — разбивают вспомогательный *пусковой* створ (рис. 36); с этого створа при определении скорости течения запускают поплавки для того, чтобы, войдя в первый рабочий створ, поплавок уже принял бы скорость той струи, которая его перемещает по поверхности реки.

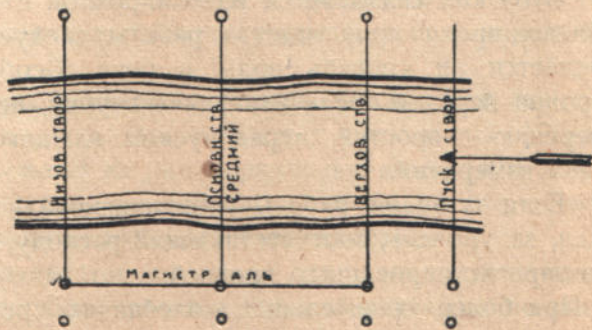


Рис. 36. Разбивка створов для поплавочных измерений.

4. Производство промеров. После разбивки и обозначения створов производят промеры глубин русла реки на каждом из трех створов.

Промеры выполняются, как сказано в ч. II, гл. V, §§ 25, 26, 27, 28 и 30.

Производство промеров в каждом створе начинают обязательно от одного и того же берега (магистрального); в каждой промерной точке записывается расстояние этой точки от магистрали и измеренная глубина воды; обязательно нужно записать также расстояние от магистрали обоих урезов воды створа.

Следует иметь в виду, что ширина и соответственные глубины реки на всех трех створах должны быть примерно одинаковыми: в противном случае следует считать, что участок для измерения расходов выбран не совсем удачно.

5. Наблюдения за уровнями воды и полевые записи. Перед приступом к измерению глубин забивается на урезе воды, в профиле основного створа, кол диаметром около 0,05 м и длиной около 0,50 м, заподлицо с водою.

Этот кол связывается нивелировкой с ближайшим репером. Во все время производства работы следует следить за тем, не меняется ли уровень воды в реке. Особо следует замечать уровни перед и после измерения глубин, перед приступом к измерению скоростей, перед пуском каждого поплавка и после всех измерений.

Если за время работы уровни изменились не больше чем на 2 см, за уровень, соответствующий расходу, принимается средний из зарегистрированных уровней.

При более значительных колебаниях уровней во время определения расхода, определение скоростей следует повторить, следя, чтобы весь процесс измерения скоростей закончился возможно быстрее, при колебаниях уровней не больше 2 см. Изменение уровней, констатированное в период после окончания промеров, должно, конечно, вноситься в виде поправки в уже измеренные глубины.

Помимо наблюдений за уровнями, следует особо отмечать такие данные: общее состояние погоды, наличие или отсутствие

ветра, его направление и силу, состояние берегов на рабочем участке, характер грунта русла реки, наличие в воде мути и мусора и т. п.

Наконец, должно быть точно обозначено место определения расхода (географическое) и время: час и дата.

§ 5. Измерения скоростей

1. Общие замечания. Производство измерений скоростей при помощи поверхностных поплавков удобно выполнять сообразуясь с тем или иным характером водотока.

В этом последнем отношении можно выделить три таких случая: 1) водотоки малые, с быстрым течением; 2) водотоки средней величины, с шириною в 20—50 м, или меньше, но с медленным течением; 3) большие реки.

2. Определения скоростей на малых реках с быстрым течением. На малых реках с быстрым течением, при ширине до 20 м, для получения средней скорости всего потока возможно определить лишь наибольшую поверхностную скорость.

Для этого поплавки забрасываются (с пускового створа) в те места, где наблюдаются наибольшие скорости, т. е. на середину реки.

Моменты вступления поплавка в верховой и низовой створы отмечаются по секундомеру. Всего следует пускать 10-15 поплавков, обозначая каждый из них порядковым номером и записывая против каждого номера поплавка соответствующую ему продолжительность хода между крайними створами.

Из полученных результатов выбирают два с наименьшей продолжительностью хода. Если расходимость между ними не превосходит 10%, то берут из них среднее арифметическое, которое и принимается за соответствующее наибольшей поверхностной скорости. При расходимости больше 10% для такой пары поплавков, пускают 5—6 дополнительных поплавков; если и после этих измерений расходимость между двумя самыми быстрыми поплавками больше 10%, то самый быстрый поплавок откидывается, как случайный, и берут следующие два.

По расстоянию между створами S и средней из двух случаев

наименьшей продолжительности хода поплавков t , находят наибольшую скорость на поверхности.

$$V_{\max} = \frac{S_{\text{метр}}}{t_{\text{ср. макс}}} \dots \dots \dots (3)$$

3. Случай рек с шириной в 20 — 50 м, или меньших, но с медленным течением. При ширине реки больше чем 20 м, или меньше, но с медленным течением, необходимо определять скорости течения по всей ширине реки в разных продольных профилях участка, не ограничиваясь измерением лишь наибольшей скорости поверхностного течения.

Организация и выполнение таких работ должны итти следующим образом.

На среднем створе перетягивается, как для производства промеров, — размеченная бичева или металлический трос.

Руководящий работой техник с секундомером помещается несколько ниже основного среднего створа, так, чтобы ему удобно было замечать места прохода поплавков под натянутой бичевой или тросом.

Первый поплавок забрасывается помощником руководителя работ на пусковом створе у ближайшего берега реки. Затем помощник переходит к верховому створу и отмечает (желательно — звуковым сигналом) как момент подхода поплавка к створу (предупредительный сигнал), так и момент самого прохода поплавка через створ (сигнал прохода); например, при подходе поплавка поднимает руку с флажком, в момент прохода поплавка через створ — опускает руку или кричит: „подходит“ и „прошел“. По последнему сигналу руководитель работ пускает секундомер в ход.

Затем помощник переходит к среднему створу и точно также отмечает проход поплавка через этот створ; руководитель обязан заметить то расстояние, на котором находится в этот момент поплавок от магистрали берега, наприм., 5 м. Далее помощник переходит к низовому створу и по его сигналу секундомер останавливается, отметив, таким образом, продолжительность хода поплавка между створами.

Полученная продолжительность хода поплавка и место его

прохода через средний створ (расстояние от магистрали) записывается в бланк (или книжку) под № 1.

Следующий поплавок забрасывается ближе к середине реки, и вся процедура повторяется по предыдущему.

Этот поплавок отмечается № 2.

Таких пусков поплавков, обозначенных последовательными номерами, необходимо произвести не менее 15-30, имея в виду, чтобы получены были скорости по всей ширине реки, как по середине, так и у обоих берегов, причем распределение их должно быть по ширине реки более или менее равномерное.

При большой ширине реки удобно поправки запускать не с берега, а с лодки, что должен выполнять специальный рабочий; при большой скорости течения следует у каждого из створов ставить отдельных наблюдателей, так как один может не успевать переходить от одного створа к другому, не теряя в то же время из виду поплавок.

По полученным продолжительностям хода поплавков между крайними створами и расстоянию между этими створами вычисляют поверхностные скорости струй различных продольных сечений русла.

4. Определение скоростей на широких реках при помощи угломера. На широких реках, шириною более 50-75 м, пользоваться протянутым через реку тросом (или размеченной бичевой) неудобно, так как последний дает сильный провес, а бичева при более значительном натяжении сильно растягивается. С другой стороны, определение места прохода поплавков по тросу, в виду большой ширины реки, также в этих случаях затруднительно.

Поэтому места прохода поплавков через створ определяют двумя путями: 1) путем засечек угломерным инструментом, 2) путем створов из вех.

При наличии угломерного инструмента (теодолит, гониометр) работа по определению скоростей и места прохода поплавков организуется следующим образом:

Разбитая по § 4 магистраль продолжается (вниз или вверх) на такое расстояние, чтобы на ближайшем створе углы засечек угломерным инструментом, установленным в конечной точке С, были бы не острее 30° (угол α на рис. 37).

Для этого расстояние от ближайшего створа до стоянки инструмента должно быть более половины ширины реки. Порядок пуска поплавков такой же, как и по п. 3.

При инструменте, кроме техника, наблюдающего за ходом поплавков, должен быть его помощник с секундомером. Наблюдатели у створов сигнализируют по предыдущему два момента:

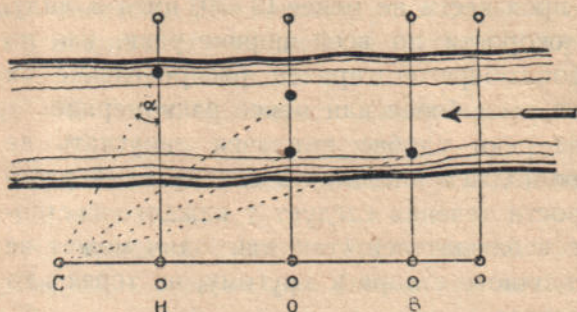


Рис. 37. Определение места прохода поплавков засечками.

подход поплавка к створу и самый проход поплавка через створ.

Для успешности работы необходимо, чтобы пущенный поплавок сразу же был пойман в поле зрения угломерного инструмента и не выпускался из такового

до конца хода поплавка через все створы. Поэтому все зрительные сигналы наблюдателей у створов — как предварительные, так и соответствующие моменту прохода поплавка через створ, — передаются технику у угломерного инструмента стоящим рядом с ним с секундомером его помощником условными звуковыми сигналами. По этим последним сигналам техник у угломерного инструмента делает засечку положения поплавка на створе, т. е. отмечает угол по отношению к магистрали; момент прохода отмечается по секундомеру помощником, который также ведет счет поплавков, их нумерацию и делает все необходимые записи.

По окончании полевой работы, вычисляются по предыдущему скорости хода отдельных поплавков, затем определяются места прохождения поплавками главного — среднего створа; для этого вычерчивается в достаточно крупном масштабе (см. § 6) схема расположения створов, магистрали и угломерного инструмента; откладывая полученные углы засечек, получают искомые положения поплавков на основном, а также и на других створах; места прохода одних и тех же поплавков на всех трех створах

должны лежать на линиях, близких к прямым, параллельным берегам; таким образом, засечками положений поплавков на верховом и низовом створах достигается проверка правильности засечек по основному створу.

5. Определение скоростей на широких реках без угломера. При отсутствии угломерного инструмента, на значительных по ширине реках, для определения места прохода поплавков через основной створ можно пользоваться способом створов из вех.

Можно указать два таких способа: 1) створы при помощи вех на обоих берегах; а) створы при помощи центральной вехи на одном берегу.

При способе первом (см. черт. 38) магистраль продолжается примерно на полную свою длину или больше — HD ; на втором берегу разбивается дополнительная магистраль KB_n ; по этой последней забиваются перенумерованные колышки через равные промежутки, в количестве, соответствующем желательному числу засечек хода поплавков.

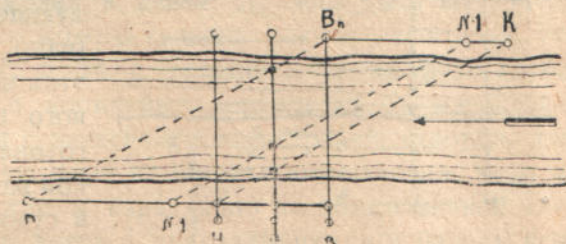


Рис. 38. Определение места прохода поплавков косыми створами.

Колышки эти обозначают будущие места установки передвижной створной вехи. На этом берегу должен находиться рабочий с вехой. На магистральном берегу продолжение магистрали HD обозначается на земле протянутой между точками H и D бичевою или неширокою бороздою; на этой линии должен находиться наблюдатель (помощник руководителя) с вехой и рабочий с комплектом колышков, обозначенных такими же номерами, как и на другом берегу. Кроме того, должен быть наблюдатель, отмечающий момент прохождения поплавка через створы (см. п. 3). Время хода поплавков по секундомеру отмечает руководитель работы, обозначая, конечно, поплавки номерами, соответствующими номерам косых створов, фиксирующих проход поплавков через основной створ.

Поплавки пускаются, постепенно удаляя место их забрасывания от магистрального берега.

Работа производится следующим образом: рабочий второго берега, находящийся у линий B_nK , перед пуском первого поплавок выставляет вежу в точке I около колышка № 1. Наблюдатель магистрального берега берет вежу и двигается все время лишь по линии; по предварительному сигналу наблюдателя у створа о моменте подхода поплавок к поперечному основному створу, наблюдатель с вехой ловит поплавок в створ своей вехи и установленной вехи второго берега; при сигнале о самом моменте прохода первая вежа углубляется в землю. Затем, вместо этой последней вежи забивается колышек с таким же номером, как колышек у вехи другого берега.

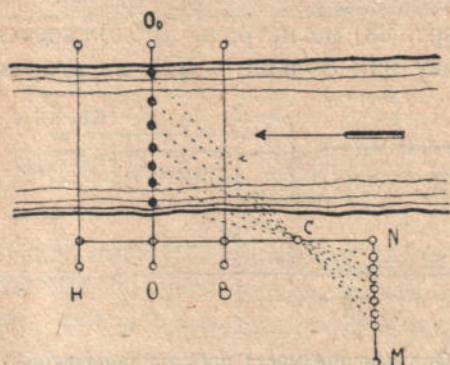


Рис. 39. Створы с центральной вехойю.

Дальше, на втором берегу рабочий переносит вежу к следующему по порядку колышку (напр., № 2), сигнализируя этот номер наблюдателю первого берега; последний готовится для установки такой же номер колышка и ловит в створ следующий поплавок по предыдущему, и т. д.

При втором способе работ основная (рис. 39) магистраль продолжается примерно на полную свою длину или больше, и посередине этого дополнительного участка устанавливается центральная неподвижная вежа C ; затем, перпендикулярно к BN , из точки N разбивают дополнительный участок NM , обозначаемый на земле бичевой или бороздой. Место прохода поплавок через створ OO , засекается вежами, устанавливаемыми по линии NM , и центральной вехой C , применительно к предыдущему.

Вежа, устанавливаемая по линии NM , при засечке поплавок в момент его прохода через створ, сейчас же заменяется колышком с номером, соответствующим номеру пущенного поплавок. Продолжительность хода поплавок отмечается по предыдущему.

Для вычисления точек (расстояний от основной магистрали) прохода поплавокками основного створа, по окончании работы из-

меряют длины, фиксирующие положение колышков веховых створов, и наносят их на вычерченный план; необходимые расстояния можно определить графически из чертежа.

§ 6. Обработка полевых данных

1. Полевые записи. Все полевые записи по измерениям и наблюдениям за уровнями удобно заносить на бланки особой формы, по образцу, приведенному в приложении; порядок записей на бланке ясен из его подзаголовков. По окончании полевой работы, полученные в результате работ у реки данные должны быть обработаны немедленно же, до отъезда с места работ.

2. Изготовление профилей и плана. Должны быть вычерчены: 1) измеренные профили живого сечения реки в масштабах, указанных в ч. II, гл. V, § 30, с указанием на профиле глубин и расстояний урезов и промерных вертикалей от магистрали, 2) план-схема участка с нанесением магистралей, створов, длин их и расстояний между ними и направления течения. Чертежи эти выполняются (можно в карандаше) на обыкновенной клетчатке формата писчего листа и прикладываются к бланку измерения расходов.

3. Вычисления скоростей. Затем производятся вычисления скоростей течения для каждого из поплавков (см. образец бланка, приложение 2).

4. Вычисление площадей. Далее производится подсчет площадей живого сечения как для основного среднего створа, так и для верхового и низового.

Проще всего (и при том точно) площади живого сечения вычисляются как сумма элементарных площадок, получаемых перемножением полусуммы смежных глубин на расстояния между ними, по формуле (см. рис. 40).

$$F = \frac{h_1}{2} a' + \frac{h_1 + h_2}{2} a + \dots + \frac{h_n}{2} a'',$$

где $h_1, h_2 \dots h_n$ — измеренные глубины, взятые последовательно, а $a, a' \dots a''$ — расстояния между ними, обычно одинаковые.

5. Вычисление расходов для рек шириною до 20 м. Для рек шириною до 20 м, с более или менее быстрым течением, т. е.

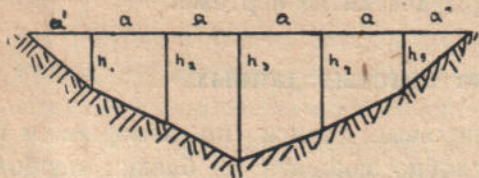


Рис. 40. Схема живого сечения.

в тех случаях, когда ограничиваются измерением одних наибольших поверхностных скоростей (§ 5, п. 2), вычисление расхода ведут следующим образом.

Расчетная площадь находится, как средняя из суммы площадей верхового, низового и удвоенной площади среднего створа:

$$F_{\text{расч}} = \frac{F_{\text{верх}} + 2F_{\text{ср}} + F_{\text{низ}}}{4} \dots \dots \dots (5)$$

Расчетная скорость $V_{\text{ср}}$ находится путем помножения полученной максимальной поверхностной на некоторый коэффициент K :

$$V_{\text{ср}} = V_{\text{max}} \times K \dots \dots \dots (6)$$

Коэффициент K имеет различные значения, в зависимости от величины гидравлического радиуса основного створа и характера русла.

Гидравлический радиус R равен:

$$R = \frac{F}{p}, \text{ где } \begin{cases} F — \text{площадь живого сечения,} \\ p — \text{длина смоченного периметра.} \end{cases}$$

Смоченный периметр проще всего определить графически, нанеся для этого данное сечение в одинаковых горизонтальном и вертикальном масштабах; p определится тогда, как сумма длин отдельных участков смоченного очертания русла.

Допустимо вместо гидравлического радиуса определить просто среднюю глубину сечения, обычно весьма близкую к R .

Что касается характера русла, то следует различать два главных случая: 1) земляное русло в обычном состоянии с возможным присутствием мелких галечных отложений или с весьма слабым присутствием растительности; 2) русло, оказывающее сильное сопротивление движению воды, со значительными водорослями, скалистым дном с валунами или крупной галькой.

Измерения глубин произведены начиная от ^{прав.}_{лев.} берега. (Неужное зачеркнуть).

Все измерения и вычисления—в метр. мерах.

ПРОМЕРЫ И ПЛОЩАДИ ЖИВЫХ СЕЧЕНИЙ													ВЫЧИСЛ. РАСХОД		
ВЕРХОВОЙ СТОВР				НИЗОВОЙ СТОВР				СРЕДНИЙ СТОВР					Скорости на померных вертикалях с графика	Подсуммы смежных скоростей	Фиктивные м.р.
Расстояния от магистралей	Глубины	Полусуммы смежных глубин	Площади площадок	Расстояния от магистралей	Глубины	Полусуммы смежных глубин	Площади площадок	Расстояния от магистралей	Глубины	Полусуммы смежных глубин	Расстояния между смеж. глубинами	Площади площадок (произв. гр. 12 на гр. 11)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	0,00 (урез)				0,00 (урез)				0,00 (урез)						

Площ. жив. сеч. $F_{верх.} = \dots$ кв. метр. $F_{низ.} = \dots$ кв. метр. | $Вер. = \dots$ м. $F_{ср.} = \dots$ кв. метр. $Q_{ф.к.т.} = \dots$ м³/с

Ширина реки $В_{верх.} = \dots$ метр. $В_{низ.} = \dots$ кв. метр. | Действит. расход $Q_d = Q_{ф.к.т.} \times K = \dots$

$F_{расч.} = \frac{F_{верх.} + 2F_{ср.} + F_{низ.}}{4} = \dots$ м² | $= \dots = \dots$ м³/сек.

Подпись проверявшего вычисления

Подпись вычислявшего расход

ПРИЛОЖИТЬ: Схему участка и чертежи живых сечений; в случае измерения скоростей по всей ширине реки — также график распределения этих скоростей.

Значения K даны в следующей таблице.

Гидра- влич. радиус R	Значения K		Гидра- влич. радиус R	Значения K	
	Обычное земляное русло	Русло заросшее или с крупными камнями и галь- кою		Обычное земляное русло	Русло заросшее или с крупными камнями и галь- кою
0,10	0,55	0,49	0,60	0,70	0,66
0,15	0,58	0,53	0,80	0,72	0,68
0,20	0,61	0,56	1,00	0,73	0,69
0,25	0,63	0,58	1,20	0,74	0,71
0,30	0,65	0,60	1,60	0,75	0,72
0,40	0,67	0,62	2,00	0,76	0,73
0,50	0,69	0,64			

6. Вычисление расходов для других случаев. Если определены были скорости по всей ширине реки, вычисление расхода производится следующим образом:

Площади живых сечений по створам вычисляются по п. 4. За расчетную площадь живого сечения берется площадь по основному створу; однако, должна быть сделана поверка равенства:

$$F_{\text{расч}} = \frac{F_{\text{верх}} + 2F_{\text{ср}} + F_{\text{низ}}}{4}$$

При этом разница между $F_{\text{ср}}$ и $F_{\text{расч}}$ не должна превосходить 4%; если эта разница > 4%, это должно быть оговорено особо. Затем, по вычисленным значениям поверхностных скоростей, над чертежом живого сечения для среднего створа строится кривая поверхностных скоростей; для этого откладывают на оси абсцисс расстояния и по оси ординат — скорости в м/сек. (см. рис. 41); эта кривая должна образовать более или менее плавную кривую; отдельно выпадающие случаи выбрасываются из рассмотрения, как ошибочные и случайные.

Далее, из построенной кривой поверхностных скоростей берут (по чертежу) скорости, соответствующие промерным вертикалям, выписывая их в нижнюю графу (рис. 41) и в соответствующую графу бланка для определения расходов. Затем находят полусумму этих скоростей, беря их последовательно; эти полусуммы скоростей являются частными поверхностными скоростями для вычисленных по п. 4 элементарных площадок.

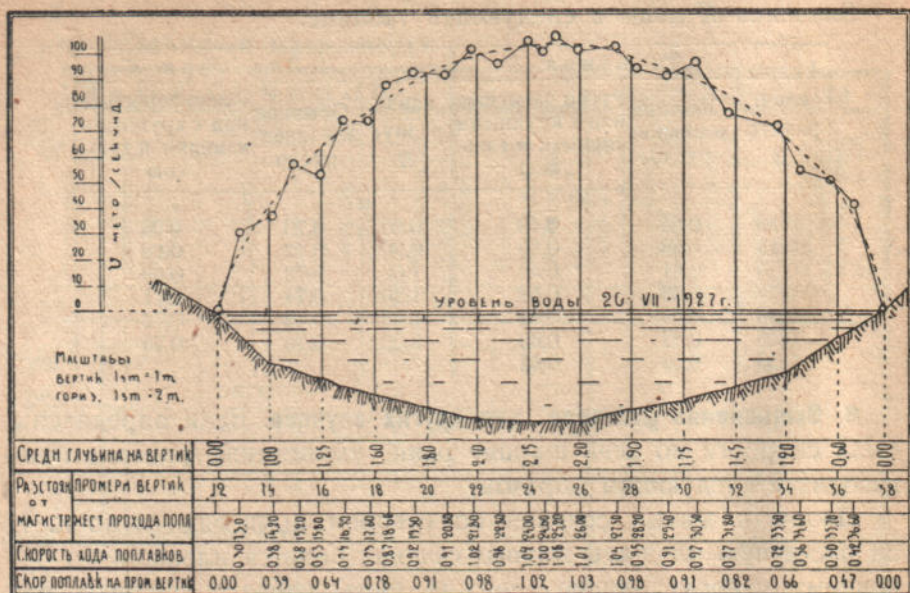


Рис. 41. Вычисление расхода по поверхностным скоростям.

Перемножив частные поверхностные скорости $V_{пов}$ и площади элементарных площадок f , получим фиктивный расход $Q_{фикт}$, как сумму этих произведений:

$$Q_{фикт} = V'_n f' + V''_n f'' + \dots + V^n_n f_n \dots \dots \dots (7)$$

Действительный расход Q_g находится умножением фиктивного $Q_{фикт}$ на переходной коэффициент, равный 0,85 — 0,90:

$$Q_g = 0,90 Q_{фикт} \dots \dots \dots (8)$$

7. Общее заключение. При тщательном выполнении всех приведенных выше указаний, — можно ожидать результатов, достаточно точных для практики.

Расходы, вычисленные для случая малых и быстрых рек даже по максимальной поверхностной скорости, могут иметь ошибку лишь менее или около 10%. Точность определения для всех вообще случаев может лежать в пределах 8-15%.