ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ДОПОЛНЕНИЕ К НАСТАВЛЕНИЮ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ И ПОСТАМ, ВЫП. 6, Ч. I

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И РАБОТЫ НА БОЛЬШИХ И СРЕДНИХ РЕКАХ

РД 52.08.163—88

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1989

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ДОПОЛНЕНИЕ К НАСТАВЛЕНИЮ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ И ПОСТАМ, ВЫП. 6, Ч. I

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И РАБОТЫ НА БОЛЬШИХ И СРЕДНИХ РЕКАХ

РД 52.08.163—88

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1989

РАЗРАБОТАН Государственным научно-исследовательским ордена Трудового Красного Знамени гидрологическим институтом

ИСПОЛНИТЕЛИ: И. Ф. Карасев, д-р техн. наук; В. А. Ременюк, канд. техн. наук; А. В. Савельева, канд. техн. наук; Н. К. Сибирякова

УТВЕРЖДЕН заместителем председателя Госкомгидромета СССР Ю. С. Цатуровым

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ с 1 января 1990 г.

Р $\frac{1805040700\text{-}157}{069(02)\text{-}89}$ без объявл.

© Госкомгидромет СССР, 1989 г.

УДК 556.53(04+025) Группа Т 86.3

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Дополнение к Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 6,

Ч. 1 ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И РАБОТЫ НА БОЛЬШИХ И СРЕДНИХ РЕКАХ

РД 52.08. 163—88

Введен впервые

Срок введения установлен с 01.01.90

Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 6, ч. 1 является документом, регламентирующим гидрометрические работы на реках и обобщающим опыт наблюдения за водным режимом и движением наносов. В то же время положения Наставления нацелены в основном на измерение элементов водного режима в неэкстремальных и непреобразованных условиях: при отсутствии попусков из водохранилищ, плавном суточном ходе уровней, правильном распределении скоростей потока по вертикали, умеренном ледовом режиме и т. п. В нем недостаточно полно представлены рекомендации по выполнению наблюдений при быстром изменении расходов воды, приливно-отливных и подпорных явлениях на устьевых участках рек, значительных затоплениях пойм во время половодий и паводков, наличии наледей и многолетнемерзлых грунтов в руслах рек, грядовом движении наносов и т. п. В последнее время применительно к этим условиям разработаны модели ускоренных измерений расходов воды и соответствующие методы наблюдений.

Существенный недостаток Наставления заключается также в том, что в нем не приведены наиболее важные положения по выбору методов и средств измерений, обеспечивающих безопасность выполнения гидрометрических работ, особенно при проведении наблюдений на реках с большими скоростями течения и неустановившимся движением потока, ледоставе и наледях.

Все эти обстоятельства обусловили необходимость подготовки настоящего Дополнения к Наставлению, которое является развитием рекомендаций и правил выполнения наблюдений главным образом в особых условиях, о которых упоминалось выше. В них также уточняются некоторые положения Наставления, которые отличались недостаточной четкостью изложения, что вызывало за-

мечания специалистов-гидрологов. Именно эти уточнения и следует принимать к руководству при выполнении наблюдений и обработке их результатов, считая соответствующие требования Наставления утратившими силу.

В процессе дальнейшего развития методики речной гидрометрии могут возникать новые изменения и уточнения методов наблюдения и обработки данных. При этом их использование допустимо только при соответствующем методическом обосновании и по разрешению ГГИ либо территориального гидрометцентра.

Дополнение к Наставлению обязательно для всех Управлений по гидрометеорологии и других организаций Госкомгидромета СССР, выполняющих гидрологические работы на больших и средних реках.

Список источников, использованных при подготовке настоящего документа, приведен в приложении 10.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

1. ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1. Общие положения

В условиях функционирования АИС ГВК (автоматизированной информационной системы Государственного водного кадастра) для автоматизированной обработки, хранения в банке данных, автоматизированной выдачи потребителям и публикации могут использоваться только те сведения о состоянии водных объектов (СВО), которые записаны и закодированы в книжках КГ-1М и КГ-3М(н). Невключение тех или иных сведений в эти книжки ведет к обесцениванию либо неполному использованию имеющейся информации о СВО. В связи с этим в настоящей главе даются разъяснения по использованию на гидрологических станциях различных источников для записи и кодирования СВО. При наблюдениях за СВО необходимо руководствоваться «Перечнем видов состояния водных объектов» (см. приложение 1), который содержит определения всех СВО, приведенных в [1], кроме явления «стеснение русла ледяными образованиями», которое не должно использоваться.

1.2. Контроль и обработка информации о СВО на гидрологических станциях

1.2.1. На гидрологической станции (ЗГМО) после получения книжек КГ-1М и КГ-3М за истекший месяц проводится:

кодирование СВО;

контроль правильности кодирования, выполненного наблюдателем поста, и при необходимости корректировка и дополнение текстовых и кодовых сведений о СВО в КГ-1М и КГ-3М.

Для контроля, корректировки и дополнения сведений о СВО, приведенных в КГ-1М, используются следующие материалы:

текстовые и кодовые записи, сделанные в КГ-1М: строка 20 таблицы «Справочные сведения» на с. 3, графы 18, 4 и 5 на с. 4—14, графы 3—5 раздела «Дополнительные сведения о состоянии водного объекта» на с. 16, п. 2 раздела «Записи наблюдателя» на с. 23;

материалы, прилагаемые к КГ-1М: дневник ледовых явлений, картограммы ледовых явлений, сведения о других явлениях (данные обследований и опросов), записанные на отдельном листке, вклеиваемом к разделу «Записи наблюдателя»;

записи о СВО в книжках КГ-3М за данный месяц;

материалы специализированных наблюдений (ледово-термических, русловых и т. д.);

данные наблюдений по соседним постам на той же реке;

материалы авиаразведок льда;

материалы специализированных гидрографических обследований;

сведения, собранные работниками станции при посещении поста;

сведения о хозяйственной деятельности (строительство плотин, запруд, водозаборов, попуски из водохранилищ, начало и конец навигации и т. д.), а также о стихийных бедствиях, полученные в различных организациях, учреждениях и предприятиях.

1.2.2. Для анализа правильности записей о СВО используются также комплексный график поста и совмещенный график хода уровня воды по постам на данной реке. В частности, запись о наличии затора (зажора) выше или ниже поста должна соответствовать ходу уровня воды на данном и смежных постах.

Исправление записей и кодов СВО (как и других данных) в книжке делается путем перечеркивания и новой записи сверху над зачеркнутым.

Дополнение сведений о СВО за отдельные сроки наблюдений производится путем записывания сведения в графу 18 и соответствующих им кодов в графы 4 и 5 на с. 4—14 или в графы 3—5 на с. 16 (в зависимости от общего числа кодов СВО за данный срок). На с. 23 в разделе «Замечания проверяющих лиц» в этом случае отмечается, какими явлениями и на каком основании дополнены сведения о СВО.

1.2.3. Если новые сведения о СВО получены после перфорации КГ-1М, либо необходимость корректировки возникла при подготовке или редактировании ежегодника, то необходимо дополнения и изменения вносить в книжку наблюдений ГС (ТГМЦ) после возвращения ее из ВЦ в порядке, предусмотренном в [1] *.

2. ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЕЙ И РАСХОДОВ ВОДЫ

2.1. Оптимизация измерения ежедневных уровней воды по двухсрочным наблюдениям

2.1.1. В соответствии с Наставлением [2] вычисление ежедневного уровня (ЕУВ) по данным измерений в 8 ч (H_8) и 20 ч (H_{20}) выполняется по формуле с фиксированными весами:

$$H_c = 0{,}5H_8 + 0{,}5H_{20}. \qquad (1)$$

Эта формула применима при определенных сочетаниях характеристик: допускаемой погрешности вычисления ежедневных уровней $\Delta_д$, времени наступления наибольшего уровня $t_{макс}$ и суточной амплитуды уровней ΔH (разности между наибольшим и наимень-

* Дополнения КГ-1М сведениями, имеющимися только в управлениях по гидрометеорологии, производятся в территориальном гидрометцентре.

шим уровнями за сутки). В табл. 1 приведены максимально допускаемые значения суточной амплитуды уровня ($\Delta H_{макс}$), при которых формула (1) удовлетворяет заданной погрешности $\Delta_д$.

Таблица 1

$\Delta_д$ см	$\Delta H_{макс}$ см	
	наибольший уровень в первой половине суток	наибольший уровень во второй половине суток, а также при монотонном изменении уровня за сутки
0,5	25	6
1,0	50	12
2,0	100	25

2.1.2. Допускаемая погрешность измерения ежедневных уровней $\Delta_д$ устанавливается ГМЦ УГКС в зависимости от назначения получаемой информации. В большинстве случаев $\Delta_д = 1$ см.

2.1.3. Если допускаемые значения $\Delta H_{макс}$ не удовлетворяют требованиям табл. 1 (при соответствующей заданной погрешности $\Delta_д$), требуется оборудовать пост самописцем уровня СУВ.

В случаях, когда эти меры осуществить не удается и сохраняются двухсрочные наблюдения, ЕУВ должны рассчитываться по формулам с переменными весовыми коэффициентами a_1 и a_2:

$$H_c = a_1 H_8 + a_2 H_{20}, \tag{2}$$

где a_1 и a_2 определяются в зависимости от суточного хода уровней.

2.1.4. При сложной устойчивой форме суточного гидрографа (например, в нижних бьефах ГЭС, мелиоративных водохранилищ, водозаборов и т. д.) весовые коэффициенты определяются по методу наименьших квадратов за период предшествующих наблюдений с учетом условия нормировки: $a_1 + a_2 = 1$ ($a_1 \geqslant 0$; $a_2 \geqslant 0$).

Для этого необходимо по данным учащенных измерений уровней (например, ежечасных, либо непрерывных, с использованием временных установок СУВ) составить выборку значений $(H_c, H_8, H_{20})_i$ длиной не менее $N = 100$ членов и вычислить коэффициенты уравнения (2) по формулам:

$$a_1 = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} (H_c - H_{20})_i (H_8 - H_{20})_i}{\sum\limits_{i=1}^{N} (H_8 - H_{20})_i^2}, \tag{3}$$

$$a_2 = 1 - a_1, \tag{4}$$

где H_c — действительное (эталонное) значение ЕУВ, получаемое по данным СУВ или учащенным измерениям.

Условия проведения учащенных измерений должны быть типичными (характерными) для данной фазы режима: летней межени, осенних дождевых паводков и т. п.

2.1.5. При наличии выраженного абсолютного максимума уровня $H_{макс}$ и известном времени его наступления $t_{макс}$ для оценки оптимальных весовых коэффициентов a_1 и a_2 следует пользоваться обобщенным графиком $a_1(t_{макс})$, где $t_{макс}$ — в долях суток (рис. 1). Второй коэффициент (a_2) определяется по формуле (4).

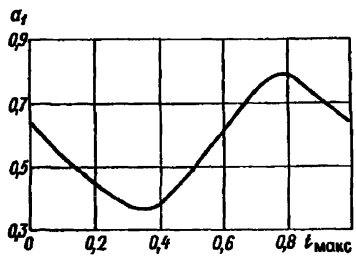


Рис. 1. Обобщенная теоретическая зависимость оптимального весового коэффициента a_1 от положения $t_{макс}$ максимального уровня.

2.1.6. Если известна лишь преобладающая половина суток, когда наблюдается максимум уровней, а также при монотонном изменении уровней необходимо пользоваться следующими расчетными формулами:

$H_c = 0{,}4H_8 + 0{,}6H_{20}$ — при прохождении максимального уровня в первой половине суток; (5)

$H_c = 0{,}6H_8 + 0{,}4H_{20}$ — при прохождении максимального уровня во второй половине суток или монотонном изменении уровня (6)

2.2. Требования к участку гидрометрического створа для обеспечения нормальных условий измерений

2.2.1. Гидрометрический створ (в дальнейшем — гидроствор) входит в состав гидрологического поста наряду с его устройствами для измерения уровней, температуры воды и других элементов водного режима реки (канала). К участку гидроствора относится часть реки, непосредственно примыкающая к гидроствору на удалении 2—3 наблюдаемых ширин русла сверху и снизу по течению.

2.2.2. Условия измерений расхода воды считаются нормальными, если на участке гидроствора соблюдаются:

прямолинейность русла;

отсутствие резких переломов и устойчивость профиля водного сечения и эпюры распределения скоростей по ширине потока;

правильный (одномодальный, выпуклый) профиль распределения скоростей течения по глубине потока;

отсутствие выраженной пульсации скорости течения по вели-

чине и направлению, а также значительной систематической косоструйности потока;

отсутствие помех для измерения скоростей течения, глубин, уровня воды и координирования скоростных и промерных вертикалей.

2.2.3. Требования к участку гидроствора, обеспечивающие нормальные условия измерений:

расположение гидроствора на однорукавных плесовых участках реки;

отсутствие поймы с протоками и рукавами;

отсутствие на участке гидроствора естественных или искусственных преград;

отсутствие водной растительности в гидростворе и до 30 м выше и ниже его;

коэффициент вариации скорости (число Кармана), характеризующий пульсации скорости, в среднем по сечению должен быть не более Ка=15% (определяется по методике, изложенной в приложении 2);

косоструйность течения на гидростворе (отклонение в плане направлений течения в отдельных точках от его среднего значения для сечения в целом) — не более 20°;

мертвые пространства должны иметь четкие границы и составлять не более 10% площади водного сечения;

при ледоставе должен отсутствовать многоярусный ледяной покров и незамерзающие полыньи;

зашугованность русла не должна превышать 25% площади водного сечения;

средняя скорость течения в живом сечении должна быть не менее 0,08 м/с;

при измерении расходов воды вблизи моста участок гидроствора должен быть расположен выше, но в случаях частых скоплений льда и заломов леса — ниже моста (на удалении не менее 3—5 ширин русла в обоих случаях).

2.2.4. При необходимости гидроствор может назначаться в условиях, отличных от нормальных, но при этом следует оценивать погрешность измерения расходов воды в соответствии с рекомендациями раздела 9.

2.3. Координирование промерных и скоростных вертикалей в гидростворе

2.3.1. Координированием вертикалей называется определение их местоположения (координат) в гидростворе.

Относительная средняя квадратическая погрешность координирования вертикалей в гидростворе ($\tilde{\sigma}_к$) должна удовлетворять требованию

$$\tilde{\sigma}_к = \frac{\sigma_к}{B} 100\% \leqslant 0{,}5\%, \qquad (7)$$

где $\sigma_к$ — абсолютная средняя квадратическая погрешность координирования, м;

B — ширина реки, м.

2.3.2. По условию согласования точности угловых и линейных измерений на плане мензульной съемки длина линий ($l_{см}$) должна удовлетворять требованию

$$l \geqslant 0{,}08L/\sigma_к, \qquad (8)$$

где L — длина линии на местности, м.

Абсолютная средняя квадратическая погрешность координирования $\sigma_к$ (в м), обусловленная уклонением судна от гидростворa (Δx), определяется по зависимости

$$\sigma_к = \Delta x_{ср}/\mathrm{tg}\alpha_{ср}, \qquad (9)$$

где $\Delta x_{ср}$ — среднее уклонение судна от гидростворa, м;

$\alpha_{ср}$ — среднее значение угла, образованного лучом визирования и направлением гидростворa.

Значение среднего уклонения судна на каждой вертикали определяется расстоянием между створными знаками $l_с$ и удалением судна от ближайшего знака $L_с$ (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость Δx ($l_с$, $L_с$), м

$l_с$ м	$L_с$ км								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
30	1,5	2,0	3,5	5,0	7,0	8,5	11,5	14,5	17,5
50	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0
100	0,2	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0	5,0	6,0
150	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

По табл. 2 можно решить и обратную задачу: оценить требуемое расстояние $l_с$ между створными знаками. Для этого по наибольшему значению $L_с$ ($L_с \approx B$) и допускаемому уклонению судна $\Delta x_д$ находится искомое $l_с$.

2.3.3. Допускаемое уклонение промерной вертикали от створа $\Delta x_д$ составляет:

1) при $2C_h^2 > \delta_д^2$

$$\Delta x_д = \xi \ln\left[C_h^2/(2C_h^2 - \delta_д^2)\right], \qquad (10)$$

где ξ — радиус корреляции глубин потока в продольном направлении, м (приложение 2);

C_h — коэффициент вариации глубин вдоль динамической оси потока, % (приложение 2);

h — глубина на вертикали, м;

$\delta_д$ — допускаемая относительная средняя квадратическая погрешность определения глубин, обусловленная уклонением вертикали от линии створа и принимаемая равной 2%;

2) при $2C_h^2 \leqslant \delta_д^2$

$$\Delta x_д = h. \qquad (11)$$

2.3.4. При ширине реки до 150 м и отсутствии судоходства координирование вертикалей в гидростворе выполняется с помощью размеченного маркированного каната, натягиваемого над водой. На больших реках и при наличии судоходства прибегают к способу прямых геодезических засечек. При этом требуется организация теодолитной или мензульной стоянки и привлечение к работе техника-геодезиста. В этом отпадает необходимость, если использовать заранее разбитые и оборудованные веерные створы. При их применении допускаемая относительная погрешность координирования $\delta_д$ удовлетворяется, если соблюдены условия:

$$\tilde{\Delta}_к = \frac{d}{L_в \sin 2\gamma_{мин}} \leqslant \delta_д, \qquad (12)$$

где $\tilde{\Delta}_к$ — относительная погрешность координирования;

d — средний диаметр вех веерного створа;

$\gamma_{мин}$ — минимальный угол визирования;

$L_в$ — наибольшая длина плеча веерного створа (рис. 2).

Из требования (7) определим $\delta_д = 0{,}005$ и рассмотрим случай, когда $d = 0{,}1$ м. Условие (12) примет вид:

$$L_в \sin 2\gamma_{мин} \geqslant 20 \text{ м}. \qquad (13)$$

Возможность размещения на местности веерного створа зависит от расстояния $L_в$, которое определяется из соотношений (12) и (13). Так, например, при $\gamma_{мин} = 20°$ $L_в \geqslant 32$ м, а при $\gamma_{мин} = 30°$ $L_в \geqslant 23$ м.

2.3.5. В случаях, когда разбивка базиса для теодолитных засечек невозможна, на больших реках применяется способ засечек секстанами с судна по береговым или русловым опорным знакам (опознакам).

Если промеры выполняют по линии гидроствора, закрепленного на местности вехами, то секстаном измеряют горизонтальный угол между направлением гидроствора и визирным лучом, направленным на опознак, плановое положение которого заранее определено (рис. 3 *а*).

На широких реках, особенно в период весенних разливов, береговые знаки плохо различимы, а сама схема удержания судна в створе не обеспечивает требуемой точности. В этом случае целесо-

образно применять засечки с судна одновременно двумя секстанами по трем опознакам, расположенным как на берегу, так и на островах (рис. 3 *б*). Координаты опознаков должны быть заранее

Рис. 2. Схема веерного гидростворa.
0—0′ — гидроствор; Ф — коренная веха веерного створа (фокус); a_1 — визирные вехи веерного створа.

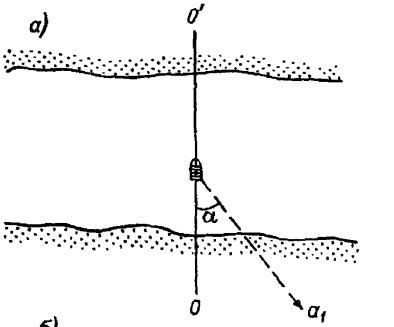
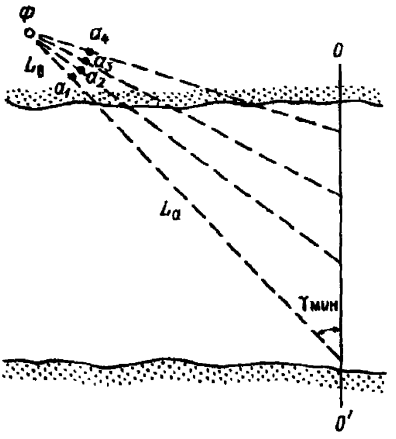
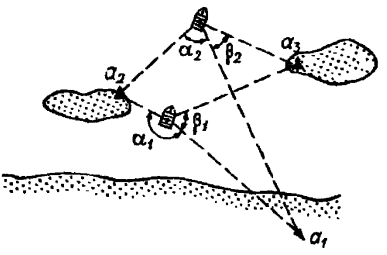


Рис. 3. Схема координирования положения судна с помощью секстанов.
а — при движении судна по береговым опознакам; *б* — при движении судна по береговым и русловым опознакам; 0—0′ — гидроствор; a_1, a_2, a_3 — опознаки.





известны, а положение судна определяется по двум углам α и β на специальном планшете с помощью протрактора (способ А. П. Болотова).

2.4. Рациональная организация измерения скоростей потока гидрометрической вертушкой

2.4.1. Число скоростных вертикалей в створе ($N_в$) должно составлять от 8 до 15 в зависимости от особенностей скоростного поля потока. При одномодальной плановой эпюре поверхностных скоростей $N_в = 8 \div 10$; при многомодальной форме эпюры скоростей $N_в = 12 \div 15$. Для особо точных измерений при установившемся режиме число скоростных вертикалей может быть увеличено.

2.4.2. При размещении скоростных вертикалей по ширине потока необходимо соблюдать следующие условия: в основной части потока скоростные вертикали должны назначаться таким образом,

чтобы отсеки живого сечения, ограниченные соседними скоростными вертикалями, пропускали примерно одинаковые частичные расходы q_S полного расхода Q, составляющие

$$q_S = Q/(N_v + 1). \qquad (14)$$

При многомодальном характере распределения поверхностных скоростей по ширине реки дополнительные скоростные вертикали назначаются в характерных точках плановой эпюры скоростей, причем:

скоростные вертикали назначаются только в пределах живого сечения потока. Границы мертвых пространств должны быть установлены до начала или во время измерения скоростей пуском поверхностных поплавков или по результатам рекогносцировочных измерений скоростей вертушкой;

прибрежные вертикали, а также вертикали, граничащие с мертвым пространством водного сечения, назначаются на таком расстоянии от берегов или мертвого пространства, чтобы частичный расход воды в краевом отсеке не превышал 30 % частичных расходов основной зоны живого сечения;

при измерениях в период ледостава назначение скоростных вертикалей производится не только с учетом поперечного профиля русла, но и формы нижней поверхности льда, характера скоплений шуги.

2.4.3. Количество точек измерения и их относительное заглубление под поверхность воды (льда) назначается в зависимости от способа измерения расхода воды, способа крепления гидрометрической вертушки в потоке, состояния русла и с учетом необходимого соотношения глубины на скоростной вертикали (h) и диаметра винта вертушки (D) в соответствии с табл. 3. Если же $h < 1{,}5D$, необходимо перейти на вертушку с винтом меньшего диаметра, либо измерение скоростей выполнять поплавками, в соответствии с [2].

Таблица 3

Соотношение рабочей глубины на вертикали (h) и диаметра лопастного винта (D) вертушки при одно- и многоточечных измерениях средней скорости на вертикали

Число точек на вертикали		Соотношение h и D
свободное русло	зарастание, ледостав, шуга	
1	1	$h \geqslant 1{,}5D$
2	3	$h \geqslant 5D$
5	6	$h \geqslant 10D$

Примечание. Положение точек измерения местных скоростей на вертикали определяется по Наставлению [2].

2.4.4. Заглубление вертушки рассчитывается относительно ее горизонтальной оси. При установке вертушки на скоростной вертикали в различных точках по глубине должны быть соблюдены следующие условия:

вертушка располагается таким образом, чтобы кромка лопасти винта находилась на удалении не менее 2—3 см от поверхности воды или дна, а при работе с судна в условиях волнения либо в период ледостава таким образом, чтобы избежать касания лопастей с дном реки и ледяными образованиями (в том числе скоплениями шуги и т. п.);

установка вертушки в точках измерения должна выполняться с абсолютной среднеквадратической погрешностью: 1 см — при рабочей глубине на скоростных вертикалях до 1 м; 2 см — при глубинах от 1 до 3 м; 5 см — при глубинах от 3 до 5 м; 10 см — при глубинах более 5 м.

2.4.5. При измерении скоростей потока допускается использовать два способа крепления вертушки на штанге;

вертушка жестко закрепляется на штанге зажимными винтами на требуемой высоте и нижний конец штанги опускается до дна потока;

штанга не упирается в дно, а жестко фиксируется так, чтобы ее нижний конец находился на требуемой глубине; вертушка неподвижно крепится на нижнем конце штанги и поднимается или опускается вместе с нею. Ориентация оси вертушки устанавливается по штанговому указателю.

2.4.6. Продолжительность измерения скорости в точке ($T_и$ в с) должна составлять:

$$T_и = 100 + \Delta t, \qquad (15)$$

где Δt — время до первого сигнала после 100 с; для однооборотных вертушек $\Delta t = 0$.

2.4.7. При обосновании ускоренных способов измерения расхода воды следует рассчитывать необходимое значение $T_и$, обеспечивающее сглаживание пульсаций скорости в зависимости от допускаемой погрешности измерений $\delta_д$, числа Ка и среднего времени корреляции скорости $T_к$ (приложение 2):

$$T_и \geqslant T_к \left(5 \ln \frac{Ка}{\delta_д}\right)^{1,5}, \qquad (16)$$

при этом $\delta_д \leqslant Ка$. Время корреляции $T_к$ для равнинных и полугорных рек составляет в среднем 5—10 с.

Минимальное допускаемое значение $T_и$ для любых условий должно быть не менее 40 с.

2.4.8. В тех случаях, когда одновременно со значением модуля скорости течения определяется и его направление, за время измерения скорости должно быть зафиксировано не менее 10 значений направления течения через равные интервалы времени.

2.5. Оптимизация измерений средней скорости на вертикали основным способом

2.5.1. При основном способе измерения расхода воды скорости потока измеряются в двух точках вертикали; при этом средняя скорость на вертикали вычисляется по формуле

$$v = 0{,}5v_{0{,}2} + 0{,}5v_{0{,}8}, \tag{17}$$

где $v_{0{,}2}$ и $v_{0{,}8}$ — местные скорости, измеренные на относительном заглублении $0{,}2\,h$ и $0{,}8\,h$ соответственно.

2.5.2. В общем случае весовые коэффициенты a_1 (при $v_{0{,}2}$) и a_2 (при $v_{0{,}8}$) должны изменяться в зависимости от распределения скоростей по вертикали. Оптимальные значения a_1 и a_2 можно рассчитать методом наименьших квадратов по ряду из измерений скоростей на вертикали в характерных условиях (для стрежневой зоны, в прибрежных отсеках — отдельно для половодья, зимней, летней межени и т. п.):

$$a_1 = \frac{\sum\limits_{i=1}^{N} (v_д - v_{0{,}8})_i (v_{0{,}2} - v_{0{,}8})_i}{\sum\limits_{i=1}^{N} (v_{0{,}2} - v_{0{,}8})_i^2}, \tag{18}$$

$$a_2 = 1 - a_1, \tag{19}$$

где $v_д$ — действительная средняя скорость на вертикали, вычисленная по данным измерений в пяти и более точках.

Длина ряда N должна составлять не менее 100 членов.

2.5.3. В случае, когда эпюра скоростей $v\,(z)$ имеет устойчиво заглубленный максимум (при его заглублении на $(0{,}4—0{,}5)h$) и выпуклую форму (без точек перегиба), оптимальная расчетная формула основного способа имеет вид:

$$v = 0{,}53v_{0{,}2} + 0{,}47v_{0{,}8}. \tag{20}$$

3. ИЗМЕРЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО УКЛОНА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

3.1. Общие определения и организация наблюдений

3.1.1. Продольным уклоном называется падение свободной поверхности по длине потока, отнесенное к расстоянию между пунктами измерений высоты уровня. В гидравлическом смысле уклон является градиентом полной энергии потока, который в соответствии с дифференциальным уравнением неравномерного движения представляется в виде суммы трех величин:

$$I = I_v + I_т + I_{мс}, \tag{21}$$

где I_v — градиент скоростного напора; $I_т$ — уклон трения; $I_{мс}$ — градиент потерь напора на преодоление местных сопротивлений, который в гидравлике принято выражать в долях от I_v: $I_{мс} = \zeta I_v$ (где ζ — коэффициент местных сопротивлений).

По физическому смыслу уравнения (21) I относится лишь к ближайшей окрестности отдельно взятого створа. В этом случае I выражает местный (локальный) уклон водной поверхности (рис. 4).

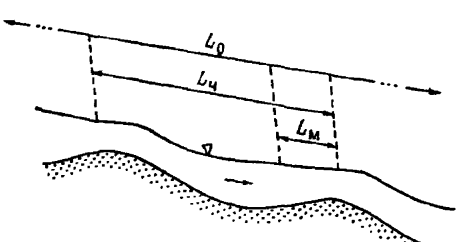


Рис. 4. Схема к определению уклона водной поверхности. L_0, $L_ч$, $L_м$ — базисы общего, частного и местного уклонов.

Таким образом, местный уклон служит характеристикой пропускной способности русла в отдельно взятом створе. Его значение используется при определении расходов методом «уклон-площадь» по меткам высоких уровней или в неосвещенной измерениями части амплитуды их колебаний.

3.1.2. В то же время в гидравлических расчетах принято выделять достаточно протяженные участки квазиравномерного движения, пренебрегая не слишком большими нарушениями призматичности русла. Для такого участка определяется так называемый частный уклон водной поверхности $I_ч$, который характеризует в совокупности потери энергии на трение и преодоление местных сопротивлений.

Наконец, если рассматривается участок значительного протяжения (десятки и сотни километров), то устанавливается общий уклон реки I_0.

3.1.3. Уклоны водной поверхности измеряются геодезическими методами по разности отметок уровня на смежных уклонных постах: верхнем по течению ($z_в$) и нижнем ($z_н$) — при известном расстоянии между ними — базисе L:

$$I = (z_в - z_н)/L. \qquad (22)$$

Уклон принято выражать в относительных единицах: десятичной дробью или в промилле ‰ (в тысячных долях), которые численно равны падению уровня в метрах на 1 км.

3.1.4. В большинстве случаев одним из уклонных постов служит основной пост. Положение второго, собственно уклонного, поста зависит от морфологии участка наблюдений и водного режима реки. При организации наблюдений за уклоном решаются две за-

дачи: выбор местоположения уклонных постов и определение расстояния между ними, гарантирующего надежное измерение падения уровней.

Участок измерения местного уклона должен быть таким, чтобы в его пределах сохранялась призматичность русла или наблюдалось однозначное и плавное изменение площадей живых сечений — их уменьшение или увеличение. Предпочтителен участок плавного сужения, для которого можно пренебречь местными потерями напора. На меандрирующих реках участки измерения локальных уклонов располагаются в пределах прямолинейных вставок между излучинами — там, где обычно размещаются и створы измерений расходов воды.

3.1.5. Для определения градиента скоростного напора I_v необходимо располагать значениями площадей живых сечений на верхнем ($F_в$) и нижнем ($F_н$) уклонных постах. По этой причине верхний уклонный пост совмещают с гидроствором, а в створе нижнего поста производят промеры русла и строят кривую $F_н$ (H).

3.1.6. Базис для определения частного уклона $L_ч$ должен находиться в пределах морфологически однородного участка, характеризуемого однотипностью русловых образований. Концы измерительного базиса следует располагать в одинаковых граничных условиях, т. е. в соответственных точках русловых форм: на перегибах излучин, в плесовых лощинах и т. п. (см. рис. 4).

Для определения общего уклона реки специальные посты не создаются. Падение свободной поверхности в этих случаях фиксируется по данным уровенных постов основной гидрологической сети.

Общие и частные уклоны определяются в процессе водных изысканий и русловых исследований. На гидрологических постах, как правило, измеряются местные уклоны. При этом приобретает важное значение вопрос о необходимой длине измерительного базиса L.

Для уменьшения погрешности измерения уклонов длина базиса L должна быть достаточной для надежного определения падения уровня. Величина L находится по графикам (рис. 5) в зависимости от заданной погрешности измерения уклона $\tilde{\sigma}_I$. Эти графики построены в предположении, что уровни на уклонных постах отсчитываются с погрешностью 1 см, а отметка нулей наблюдений определена нивелированием IV класса. Длина базиса L, полученная по графикам (рис. 5), должна превосходить репрезентативное (по гидравлическим условиям) значение

$$L_г = C^2h/g, \qquad (23)$$

где C — коэффициент Шези;

g=9,81 м/с^2 — ускорение свободного падения;

h — средняя глубина потока.

Если $L \leqslant L_г$, базис измерения уклонов принимается равным $L_г$ по выражению (23).

3.1.7. Наблюдения за уклонами должны выполняться в различные фазы гидрологического режима с охватом полной амплитуды изменения уровней воды с тем, чтобы получить зависимость $I = f(H)$. Наблюдения за уклоном особенно важны при высоких уровнях и в зимний период при заторно-зажорных явлениях.

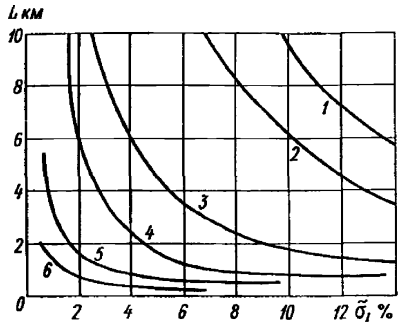


Рис. 5. Зависимость погрешности определения уклона от длины базиса измерений.

Уклон (в ‰) соответственно равен: *1* — 0,03; *2* — 0,05; *3* — 0,1; *4* — 0,2; *5* — 0,5; *6* — 1.

Серии наблюдений за уклонами на реках с устойчивым руслом выполняются в течение 1—2 лет, а в дальнейшем — один раз в 3—4 года.

Наблюдения за уклонами водной поверхности представляют особую сложность на пойменных участках рек. Эти работы относятся к специальным наблюдениям и описаны в разделе 5.

3.2. Обработка результатов наблюдений за уклоном водной поверхности

3.2.1. Результаты наблюдений за уклоном водной поверхности (время наблюдений и отсчеты положения уровней относительно головок свай или нулей реек на верхнем и нижнем уклонных постах) заносятся в книжку КГ-14М. Дальнейшая обработка включает:

вычисление отметки уровня над нулем поста (он обычно назначается общим для верхнего и нижнего постов);

определение падения Δz между уклонными постами как разности высот уровня над нулем поста;

вычисление уклона водной поверхности делением Δz на длину базиса L (обе величины при этом должны быть выражены в одинаковых единицах измерения, например, в метрах);

определение суммы градиентов скоростного напора и потерь энергии на преодоление местных сопротивлений:

$$I_c = I_v + I_{мс} = \frac{\alpha Q^2}{2gL_м}\left(\frac{1}{F_н^2} - \frac{1}{F_в^2}\right)(1-\zeta), \qquad (24)$$

где α — коэффициент Кориолиса, принимаемый в порядке первого приближения равным 1,1;

$\zeta = 0{,}5$ — для участка расширения;

$\zeta = 0$ — при сужении русла.

3.2.2. Уклон трения $I_т$ в общем случае не равен измеренному уклону I: на участках расширения $I_т > I$, сужению русла соответствует $I_т < I$. Поэтому, если полученное значение $I_c > 2\tilde{\sigma}_I I$, производится корректировка измеренной величины I:

$$I_т = I - I_c, \qquad (25)$$

которая и записывается в книжку КГ-14М (в промилле: ‰).

4. УСКОРЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДОВ ВОДЫ

4.1. Интерполяционно-гидравлические модели расхода воды

4.1.1. Ускорение измерений расхода воды достигается за счет сокращения числа скоростных вертикалей. При этом сохранение установленной точности измерений обеспечивается применением усовершенствованных моделей расхода, одной из которых является линейная интерполяционно-гидравлическая (ЛИГ) модель [3—5].

4.1.2. ЛИГ-модель основана на представлении измеренной средней скорости на вертикали (v_i) в виде двух составляющих — гидравлической, определяемой по формуле Шези — Маннинга:

$$\overset{\circ}{v}_i = a h_i^{2/3}, \qquad (26)$$

и случайной (Δv_i), обусловленной естественными вариациями и погрешностями измерения скоростей:

$$\Delta v_i = v_i - \overset{\circ}{v}_i. \qquad (27)$$

Величина h_i как в случае свободного русла, так и в период ледостава принимается равной рабочей глубине, при этом предполагается, что коэффициент a для указанных условий получает существенно различные значения.

4.1.3. Каждая из составляющих скорости определяется для частичного отсека живого сечения. Расчетная формула ЛИГ-модели имеет следующий вид:

$$Q = \sum_{S=1}^{N_S} f_S v_S = \sum_{S=1}^{N_S} f_S \left[a h_S^{2/3} + P_S (\Delta v_i + \Delta v_j)_S\right], \qquad (28)$$

где f_S — площадь S-го отсека;

v_S — средняя скорость потока в S-м отсеке;

$$a = \overline{a_i} = \frac{1}{N_v} \sum_{i=1}^{N_v} \frac{v_i}{h_i^{2/3}}, \qquad (29)$$

N_v — число скоростных вертикалей;
h_i — глубина на i-й вертикали;
h_S — средняя глубина в S-м отсеке сечения;
P_S — весовой коэффициент:

$$\left.\begin{aligned} &P_S = 0{,}5 \text{ при } 1 < S < N_S, \\ &P_S = 0{,}7 \text{ при } S = 1 \text{ или } S = N_S \end{aligned}\right\} \qquad (30)$$

S — порядковый номер отсека;
N_S — число отсеков в сечении;
i и j — индексы ограничивающих отсек вертикалей.

4.1.4. В условиях, когда случайная составляющая скорости в среднем по сечению не превышает 10—15 % от v_i, ЛИГ-модель может быть записана в виде упрощенной интерполяционно-гидравлической (УИГ) модели расхода воды [5]:

$$Q = \sum_{S=1}^{N_S} f_S P_S (v_i + v_j)_S, \qquad (31)$$

где

$$P_S = h_S/(h_i + h_j)_S \text{ при } 1 < S < N_S, \qquad (32)$$

и P_S определяется как краевой коэффициент в соответствии с [2] из ряда 0,5; 0,7; 0,8; 0,9 при $S=1$ или $S=N_S$.

4.2. Обоснование применения интерполяционно-гидравлических моделей

4.2.1. ЛИГ- и УИГ-модели могут применяться на гидрологических постах после надлежащего экспериментального обоснования, производимого работниками ГМЦ (ГМС), либо по их заданию. Обоснование выполняется в следующем порядке:

1) для характерных условий набирается ряд не менее 30 расходов, измеренных основным либо детальным способом при $N_v \geqslant 8$—10;

2) по ЛИГ-модели вычисляются 3—5 значений расходов воды при сокращенном числе скоростных вертикалей (например, $N_v = 3$), положение которых фиксировано для всего ряда;

3) оценивается среднее значение отношения $|\Delta v_i/v_i|$ и, если оно менее 0,15, рекомендуется вместо ЛИГ — рассматривать УИГ-модель расхода воды;

4) по ряду N измерений расходов воды при полном числе скоростных вертикалей (Q_o) вычисляются оценки точности рассматриваемой модели сокращенных измерений:

$$\widetilde{S}_Q = \left(\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\delta Q_i^2\right)^{0,5}, \qquad (33)$$

$$\widetilde{m}_Q = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\delta Q_i, \qquad (34)$$

$$\delta Q_i = \left(\frac{Q - Q_0}{Q_0}\right)_i; \qquad (35)$$

5) если одновременно удовлетворяются условия

$$\widetilde{S}_Q \leqslant 0{,}05; \qquad |\widetilde{m}_Q| \leqslant 0{,}02, \qquad (36)$$

то рассматриваемый вариант сокращенных измерений считается обоснованным;

6) в противном случае изменяют положение скоростных вертикалей и повторяют расчеты;

7) если и в этом случае условия (36) не соблюдаются, число скоростных вертикалей увеличивается и вновь производятся расчеты оценок суммарной среднеквадратической погрешности $\widetilde{S}_Q$ и систематической погрешности $\widetilde{m}_Q$ по формулам (33) — (35).

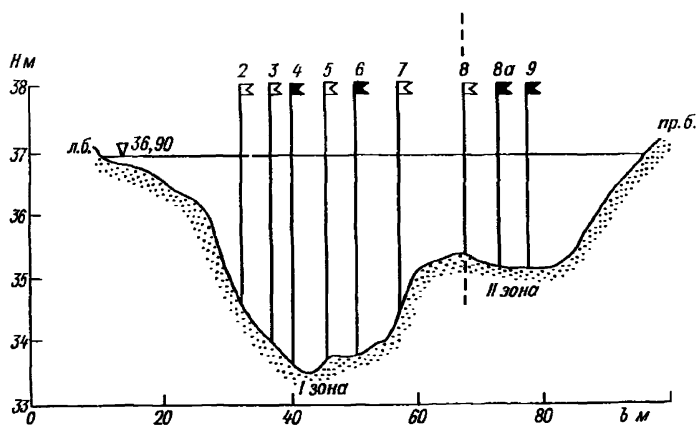


Рис. 6. Пример выбора скоростных вертикалей при наличии гидравлически обособленных зон живого сечения.
Расчет расхода воды представлен в табл. 4.

4.2.2. Вычисление расходов по ЛИГ- или УИГ-моделям предполагает выполнение промеров глубин потока в гидростворе по полной программе, обусловленной в [2, 6].

Таблица 4

Пример вычисления расхода воды по ЛИГ-модели, р. Тверца — ств. IV, 15.08.59

$Q_o = 95{,}6$ м³/с

n_v	h_i м	v_i м/с	$h_i^{2/3}$	$\frac{v_i}{h_i^{2/3}}$	$\overset{\circ}{v}_i$ м/с	Δv_i м/с	Δv_S м/с	f_S м²	b_S м	h_S м	$h_S^{2/3}$	$\overset{\circ}{v}_S$ м/с	v_S м/с	$f_S v_S$ м/с
4	3,84	0,91	2,44	0,373	0,87	0,04	0,03	50,2	27,5	1,82	1,48	0,53	0,56	28,1
6	3,60	0,80	2,35	0,340	0,84	—0,04	0	39,2	10,5	3,73	2,40	0,85	0,85	33,3
(8)			$a_I = 0{,}356$				—0,03	40,9	16,0	2,56	1,86	0,66	0,63	25,8
8а	2,15	0,23	1,66	0,139	0,22	0,01	0,01	11,2	6,0	1,87	1,52	0,20	0,21	2,4
9	2,20	0,22	1,69	0,130	0,23	—0,01	0	10,5	5,0	2,10	1,64	0,22	0,22	2,3
			$a_{II} = 0{,}134$				—0,01	27,0	17,0	1,59	1,35	0,18	0,17	4,6

$Q = 96{,}5$

$\delta Q = +0{,}9$ %

Примечание. n_v — номер скоростной вертикали на рис. 6; (8) — номер вертикали, разделяющей I и II гидравлически обособленные зоны сечения; остальные обозначения — по тексту раздела 4.

4.2.3. При симметричной форме плановой эпюры скоростей оптимальное положение прибрежных скоростных вертикалей выбирается на удалении (0,25—0,30) B от урезов (где B — ширина реки).

4.2.4. Использование интерполяционно-гидравлических моделей наиболее целесообразно в период повышенной водности, а также при ледоставе (в этом случае благоприятными условиями считаются те, при которых зашугованность живого сечения составляет не более 15 %).

4.2.5. При наличии в живом сечении потока нескольких гидравлически обособленных зон частный расход воды в каждой из них вычисляется по ЛИГ- или УИГ-модели как для отдельного потока — с последующим суммированием при определении полного расхода воды. Пример расположения скоростных вертикалей для такого случая приведен на рис. 6, а оформление расчетов по ЛИГ-модели — в табл. 4.

5. ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА ПОЙМЕННЫХ УЧАСТКАХ РЕК

5.1. Размещение и оборудование пойменных гидростворов

5.1.1. Наличие пойм существенно усложняет условия измерений расхода воды. Организация наблюдений на поймах во многом зависит от их особенностей и размеров. При затоплении пойм возникает сложная система течений, когда русловой и пойменный потоки движутся параллельно друг другу, встречаются или пересекаются под разными углами. Все эти особенности должны учитываться при организации наблюдений.

5.1.2. Положение пойменного гидростворa назначается инженером-гидрологом. Для этого предварительно необходимо осуществить детальный анализ материалов картографии, аэрофотосъемки, фотосъемки и, кроме того, в меженный период произвести рекогносцировочное обследование поймы с подробным описанием ситуации на ней. Одновременно выполняется съемка участка, включающая макроформу целиком (пойменный массив и систему протоков). В основе выбора местоположения и направления гидростворa на широких гривистых поймах со старичными образованиями и протоками должна лежать аэрофотосъемка и карты масштаба 1 : 1000 и 1 : 25000.

5.1.3. Гидроствор намечается нормально (перпендикулярно) пойменному потоку в месте, где он протекает в одном направлении с русловым потоком. Пойма в этом месте должна быть наиболее узкая и предпочтительно односторонняя. Линия гидростворa должна пересекать пойменный массив на высоких отметках, где наблюдается перелив из приверха пойменного массива в его нижние уча-

стки. При различно ориентированных потоках гидроствор может представлять собой ломаную линию, удовлетворяющую условию нормальности динамическим осям пойменных потоков. В случае существенных изменений направления течений на пойме (более 30°) по амплитуде уровня назначаются два створа: в условиях начала затопления и при уровне максимального затопления поймы; в обоих случаях пойменный гидроствор должен смыкаться с русловым и представлять собой одну линию.

Полоса поймы на 5 м выше и ниже линии гидроствора расчищается от кустарниковой и древесной растительности.

5.1.4. Местоположение пойменного гидроствора закрепляется на местности прочными столбами, реперами, которые устанавливаются в начале гидроствора, на бровках, разделяющих русло и пойму, на незатопляемых притеррасных склонах. Все повороты гидроствора также закрепляются реперами-столбами, которым передаются отметки от реперов ГУГКа или от основного репера гидрологического поста.

5.1.5. Поперечный профиль гидроствора до незатопляемых отметок долины реки получают в результате производства нивелирования IV класса по колышкам, забитым вровень с землей во всех характерных точках поймы, включая незатопляемые отметки пойменного массива (гривы, валы). Углы поворота гидроствора измеряются теодолитом двумя полуприемами. Направление гидроствора ориентируется относительно магнитного меридиана. Одновременно нивелируются урезы воды, выполняются промеры глубин в пойменных протоках, старицах, болотах, пересекаемых линией гидроствора, а также определяются и нивелируются метки уровня высоких вод. Во время затопления поймы промеры желательно выполнять при помощи эхолотов.

Профиль поперечного сечения пойменного гидроствора строится на миллиметровой бумаге. На нем в характерных местах назначаются промерные и скоростные вертикали, причем, если пойма ровная, расстояния между скоростными вертикалями должны в два раза превышать расстояния между скоростными вертикалями в основном русле.

5.1.6. На профиле необходимо показать: высоту «0» поста, $H_{р.б}$ — уровень воды, соответствующий высоте русловой бровки; уровень выхода воды на пойму. К профилю прилагается подробное описание участка поймы выше и ниже линии гидроствора, длина которого зависит от ширины: так, при ширине поймы $B \leqslant 100$ м дается характеристика участка протяженностью не менее (3—5) B, при условии $100 < B \leqslant 500$ м — описывается полоса поймы, равная (2—3) B, а при наличии поймы более 500 м — характеризуется участок длиной не менее B.

При описании указывается наличие ярко выраженных неровностей поймы, действующих проток, стариц, болот, деформации намывов и размывов, описывается растительность с установлением

ее вида (трава, кустарник, древостой) и густоты (средняя занятость поймы в долях от единицы). Определение производится на характерном участке по квадрату со стороной 5 м. Для травянистой растительности густота не определяется — указывается ее вид и высота.

По ширине поймы выделяются отдельные фрагменты, характеризующиеся относительно одинаковыми условиями протекания потока.

5.1.7. В состав работ, выполняемых в межень, для подготовки пойменных гидростворов входит:

1) выбор местоположения скоростных вертикалей на пойме и закладка якорей-буйков;

2) устройство гидрометрических мостков на мелких поймах;

3) при широких разливах на сильно заросших поймах — предварительная пробивка просек с назначением и закреплением скоростных вертикалей.

5.2. Определение угла между динамическими осями руслового и пойменного потоков

5.2.1. Наиболее благоприятными для измерения расходов воды считаются условий, когда динамические оси руслового и пойменного потока совпадают, либо образованный ими угол α не превышает 10°.

Определение угла α выполняется двумя способами:

1) ориентировочно по крупномасштабным картам или планам участка на основе допущения совпадения динамических осей потоков с геометрическими осями русла и поймы выше и ниже гидростворa. Направление геометрической оси устанавливается отдельно для каждого из пойменных фрагментов в соответствии с преобладающим направлением горизонталей, а направление оси русла — в соответствии с изобатами. Угол между этими осями и принимается равным углу α;

2) натурным измерением угла α при пропуске высоких паводков и половодий (осуществляется с привлечением гидрографической партии).

5.2.2. При узких прирусловых поймах направление динамических осей руслового и пойменного потоков определяется измерителем течений (ГР-42) или бифилярным подвесом (ГР-6), а также привязными поплавками, либо по траекториям движения поверхностных поплавков. Измерения выполняются отдельно в русловых и пойменных потоках. Наиболее эффективным для измерения углов α на широких поймах является применение методов аэрогидрометрии и аэрофотосъемки. На широких поймах (меандрирующие реки, пойменная многорукавность) необходимо при угловых измерениях одновременно производить выделение нетранзитных

(застойных) зон и зон сосредоточенного стока (рукава, протоки и др.).

5.2.3. На поймах сложного строения значение угла α может изменяться при изменении уровня воды, в этом случае необходимо построить график связи $\alpha = f(H)$.

5.3. Измерения расхода воды

5.3.1. Расходы воды на пойменных створах измеряются способом «скорость — площадь» или рассчитываются методом «уклон — площадь». Измерение скоростей течения воды в зависимости от технических возможностей и условий работ производится: вертушками, поплавками, а на очень широких поймах (шириной 1 км и более) — аэрогидрометрическими методами [7].

Для повышения производительности и безопасности труда во время пойменных наблюдений целесообразно, по возможности, использовать измерительный комплекс «Створ», обеспечивающий интеграцию скоростей в заданном слое и эхолотирование глубин [8].

При измерении расходов воды вертушками применяются способы: многоточечный (пятиточечный — поверхность 0,2, 0,6, 0,8, дно), основной, ускоренный, сокращенные (по репрезентативной вертикали), комбинированные. Под последними понимаются сочетания многоточечного и основного и другие комбинации.

5.3.2. Измерения расхода воды многоточечными способами применяются в начальный период наблюдений и ставят целью равномерно осветить амплитуду колебаний уровня воды на пойме. Таких измерений требуется не менее 10. Многоточечные измерения сокращаются или вообще прекращаются после обоснованного (в соответствии с [2]) перехода на основной или другой сокращенные способы.

5.3.3. Комбинированные способы применяются при быстром изменении уровня воды (изменение уровня за время измерения расхода превышает 2 см). Сущность комбинированного способа состоит в том, что на наиболее репрезентативных вертикалях (на стрежне реки, в середине каждого выделенного фрагмента, в зонах резких переломов профиля гидроствора) измерения производятся многоточечным способом, а на остальных вертикалях — основным или одноточечным (при относительном заглублении вертушки 0,6 или 0,5). Если при быстром изменении уровней воды во время измерения расхода воды не удается осветить измерениями скорости на всех репрезентативных вертикалях, то в следующий раз измерениями многоточечным способом освещаются репрезентативные вертикали, на которых применялся основной способ измерения (заглубление вертушки 0,2 и 0,8).

5.3.4. На каждой скоростной вертикали в пойменной части гидроствора измерение направления течений выполняется измерите-

лем течений ГР-42. При отсутствии этого прибора применяются поверхностные поплавки, причем угол γ между направлением течений и нормалью к линии гидроствора определяется с лодки при помощи секстана. Для этих целей на поймах накануне половодья устанавливаются вехи (во время половодья — ярко окрашенные буйки) таким образом, чтобы линии, проходящие через вехи (или буйки) и скоростную вертикаль, составляли нормаль к линии гидроствора. Построение прямого угла производится при помощи теодолита или гониометра. Вехи на нормали к створу устанавливаются: одна — на 5—10 м выше гидроствора, другая — на 5—10 м ниже его. Поверхностная скорость течения определяется по времени прохождения поплавками расстояния между вехами. Эта скорость может быть определена и при помощи сплава лодки от вехи до вехи (при штилевой погоде).

5.3.5. При затопленных поймах желательно произвести аэрофотосъемку поплавков для определения направлений течений в русле и на пойме [7]. Эти работы необходимы также для определения угла между динамическими осями руслового и пойменного потоков.

5.3.6. Все исследования по обоснованию методики измерений выполняются при трех характерных уровнях воды: выходе воды на бровку (минимальное затопление поймы), средних и максимальных затоплениях поймы.

Измерения уровней воды, промерные работы при измерении расхода воды на поймах выполняются в соответствии с требованиями Наставления [2].

5.4. Измерение уклонов водной поверхности на пойменных участках

5.4.1. Наблюдения за уклонами водной поверхности выполняются для получения среднего уклона в пределах одного пойменного массива и частных уклонов на морфологически однородном участке реки. Постоянно действующие уклонные посты располагаются на приверхе пойменного массива, в гидростворе и в конце пойменного массива.

Если пойменный массив расчленяется протоками или по нему проходят спрямляющие протоки (при незавершенном меандрировании), то уклонные посты организуются на входе в эти протоки, на выходе из них и в гидростворе.

Если морфологически однородный участок представляет собой островную многорукавность с крупными островами, то уклонные посты организуются: один в сужении перед островами, второй — в сужении ниже островов.

5.4.2. Определение частных уклонов водной поверхности по урезным кольям в пределах пойменного участка (пойменного массива) выполняется не менее, чем для четырех различных горизон-

тов воды, наблюдаемых: в низкую межень, при средних уклонах (между низкой меженью и уровнем бровки), на уровне бровки берегов и на пике половодья.

5.4.3. *Работы по определению частных уклонов с построением* продольного профиля в пределах пойменного массива продолжаются не менее двух-трех первых лет с начала организации наблюдений за ними. Их можно прекратить после того, как будет обоснован выбор репрезентативного участка для измерения на нем продольного уклона водной поверхности.

5.4.4. Кроме наблюдений за уклонами в стандартные сроки применяется, в случае необходимости, мгновенная связка уровня воды в характерных местах исследуемого участка реки. Забивка урезных кольев в точках мгновенной связки производится одновременно по выверенным часам. В то же время и при нивелировании урезных кольев ведутся учащенные наблюдения за уровнем воды на соседних уклонных постах. Если на участке отсутствуют уклонные посты, то заблаговременно организуются временные уровенные посты. Наблюдения за уровнем на этих постах начинаются за 3—4 дня до забивки урезных кольев и начала их нивелирования.

5.4.5. Уклонные посты, урезные колья показываются на плане участка реки или на картографической основе.

Нивелирование урезных кольев выполняется в соответствии с требованиями [9].

По данным нивелирования урезных кольев, забитых в характерных точках пойменного массива, строится продольный профиль, на котором определяются частные уклоны водной поверхности.

5.4.6. Для характеристики частных уклонов водной поверхности в русле, в пределах пойменного массива, урезные колья забиваются по берегу пойменного массива, обращенного к руслу, на таком протяжении, чтобы в него вошли не менее двух гребней перекатов: один плес полностью (между гребнями перекатов) и по 1/4 плесовых участков, расположенных выше и ниже перекатов (рис. 4).

6. ГИДРОМЕТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА ПРИЛИВНЫХ УЧАСТКАХ РЕК

6.1. Общие положения

6.1.1. Область реки, на которой речной гидрологический режим переходит в морской, называют устьевой областью. Здесь происходит не только смешение, но и взаимодействие речных и морских водных масс.

6.1.2. Устьевая область включает: устьевой участок реки (дельту) и устьевое взморье. Сверху к устьевой области примыкает при-

устьевой участок реки, а снизу — приустьевое пространство моря (рис. 7). Верхней границей устьевого участка является вершина дельты в многорукавном устье и створ максимального проникновения осолоненных вод в однорукавном устье. Верхняя граница при-

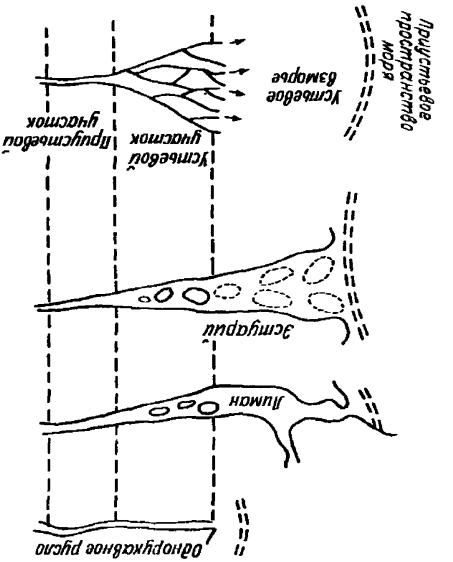


Рис. 7. Типы устьевых областей реки.

устьевого участка совпадает с границей выклинивания в межень приливных колебаний уровня (в сизигию) или значительных нагонных колебаний уровня.

Часть реки, на которой наблюдаются приливно-отливные или нагонные колебания уровня, называют соответственно приливным или нагонным участком.

6.2. Наблюдения за уровнем воды

6.2.1. На приливных участках наблюдается сложно изменяющийся профиль водной поверхности, который во многих случаях, особенно в периоды полной и малой воды, принимает немонотонные очертания (рис. 8).

Если наблюдения за уровнем проводятся только для изучения режима их колебаний, то для этой цели достаточно оборудовать один уровенный пост. Применительно к изучению речного стока на приливном участке должны быть оборудованы не менее трех уровенных постов: один в гидростворе и два уклонных — выше и ниже гидроствора, с таким расчетом, чтобы зафиксировать немонотонный (выпуклый или вогнутый) профиль водной поверхности

в период смены течений от прилива к отливу и от отлива к приливу.

6.2.2. При необходимости комплексного изучения гидрологии устьевой области реки должна быть создана сеть уровенных пос-

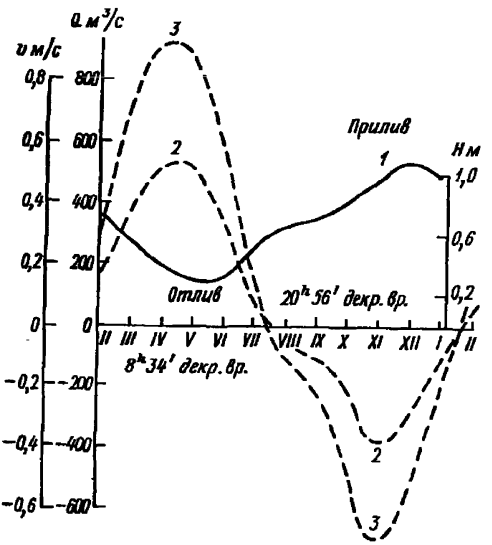


Рис. 8. Совмещенный график хода уровня (*1*), средней скорости (*2*) и расхода (*3*) в приливном устье, построенный на основе данных синхронных измерений скоростей течения.

тов, расположенных в вершине устьевой области, на устьевом взморье, в водотоках дельты или на устьевом участке.

6.2.3. На всех постах, предназначенных для наблюдения за приливными и сгонно-нагонными колебаниями уровня, необходимо устанавливать самописцы уровня или организовать учащенные наблюдения, как минимум четырехсрочные, с обязательной установкой максимальной и минимальной реек.

6.3. Измерения расходов воды

6.3.1. Гидрометрическая сеть для измерения расходов воды в устьевых областях должна состоять из основного, опорных и специальных гидростворов.

Основной гидроствор разбивается на реке в вершине устьевой области или выше нее — вне влияния сгонно-нагонных и приливных колебаний уровня.

Опорные створы располагают в истоках основных рукавов дельты, и также, по возможности, вне влияния сгонно-нагонных и приливных колебаний уровня моря.

Специальные гидрозтворы организуются для изучения распределения стока воды по рукавам и протокам дельты [10].

6.3.2. При организации измерений следует учитывать неустановившийся характер движения воды с изменением во времени не только скорости, но и направления течения. В связи с этим следует пользоваться приборами, которые позволяют фиксировать вектор скорости, например, измерителем направлений течения ГР-42, а также морскими и озерными вертушками.

6.3.3. Измерения на приливных участках рек производятся с целью определения расхода приливной, отливной воды и транзитного расхода для расчета водообмена между рекой и морем в устье и на морском участке при различной водности реки, соответственно фазам прилива (отлива) и сгонно-нагонных явлений. При этом возникает необходимость в непрерывных или учащенных измерениях скорости потока на вертикалях.

6.3.4. Для снижения трудоемкости наблюдений количество точек измерения скоростей и скоростных вертикалей должно быть минимально необходимым. При параболическом русле допустимо измерять расходы при трех скоростных вертикалях, расположенных на середине потока и на расстояниях от каждого уреза, равных четверти ширины русла. Береговые вертикали в этом случае оказываются в репрезентативных зонах, где наблюдаются максимумы скоростей в фазах прилива и отлива.

6.3.5. Измерения скоростей течений производятся в различных вариантах их организации: синхронные, последовательные и одноразовые. В некоторых случаях применяются так называемые асинхронные измерения, требующие сложной обработки получаемых данных (этот вид наблюдений описывается в специальных руководствах).

Синхронные измерения скорости и направления течения за приливно-отливный цикл наиболее точны и незаменимы в условиях многослойной стратификации течений. Они выполняются на протяжении полного приливного цикла для вычисления среднего приливного, среднего отливного и транзитного (речного) расхода. Интервал дискретности наблюдений над течениями принимается: для полусуточных приливов один-два часа, для суточных — два-четыре часа. При использовании автономных приборов, например БПВ-2Р, целесообразно интервал дискретности выбирать не более 20 мин.

Каждую вертикаль обслуживает отдельный отряд (судно). Работы по измерению расходов воды следует начинать за час до полной (малой) воды и заканчивать после смены течений, соответствующей полной (малой) воде.

Особенно тщательно следует вести наблюдения в периоды «кроткой воды» (при смене течений).

6.3.6. Средняя скорость на вертикали измеряется интеграционным [2, 3], либо пяти-, либо трехточечным способами. При пяти-

точечном способе местные скорости следует измерять у поверхности, у дна, и на относительном заглублении 1/4, 1/2 и 3/4. При трехточечном способе — у поверхности, у дна и на 1/2 глубины на вертикали [2, 8]. Вычисление средней скорости при многоточечных измерениях производится графически, в соответствии с [2].

6.3.7. К последовательным измерениям скоростей течения с одного судна за приливный цикл прибегают при отсутствии необходимого количества судов. Поперечное сечение потока разбивают на зоны. При нормальной форме поперечного сечения его можно разбить на равные участки. В противном случае зоны выделяют по однородному рельефу дна. В каждой зоне намечают по одной вертикали, которую закрепляют буями. Одно судно последовательно объезжает все вертикали и производит наблюдения. На каждой вертикали скорости и направление течений измеряются не реже, чем через 2 ч.

6.3.8. Одноразовые измерения скорости и направления производят при однонаправленных течениях, обычно в период весеннего половодья. Расходы измеряют методами, применяемыми на неприливных реках [2, 6]. При наблюдениях за распределением стока по рукавам одноразовые измерения на вертикалях выполняются в период максимальных отливных расходов.

6.3.9. Вычисления расходов воды выполняют в соответствии с [8].

7. НАБЛЮДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕДОСТАВА, МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ И НАЛЕДЕЙ В РУСЛАХ РЕК

7.1. Контроль высотного обоснования измерений уровней при сезоннопромерзающих и многолетнемерзлых грунтах

7.1.1. При грунтах, подверженных сезонному промерзанию (оттаиванию), высотное обоснование измерений уровня осложняется изменчивостью отметок свай уровнемерных постов в течение года. Это явление обусловлено периодическим пучением и проседанием грунтов, слагающих береговые откосы. Сезонные колебания отметок свай наиболее выражены в зонах активного взаимодействия грунтовых вод и речного потока, выклинивания грунтовых вод. При этом размах колебаний в течение года может достигать 50 см и более.

7.1.2. Периодические изменения отметок головок свай должны учитываться при определении приводок. Их значения должны быть зафиксированы для характерных положений свай и затем линейно интерполироваться на соответствующем интервале времени. Интерполяция приводок производится только для тех свай и реек, по которым велись наблюдения в период между нивелированиями. При этом обязательно используются результаты параллельных на-

блюдений при переходе с одной сваи на другую. Поправки к уровням учитываются при подготовке материалов наблюдений для публикации в гидрологическом ежегоднике.

В связи с этим необходимо проводить контрольные нивелировки в сроки:

перед началом ледостава (наинизшее положение головок свай);

в конце зимы перед вскрытием реки (в момент возможного максимума подъема свай в результате пучения грунта);

после спада половодья (смещение головок свай в более низкое положение).

В зависимости от конкретных условий могут быть назначены дополнительные нивелирования головок свай.

7.2. Особенности гидрометрических работ в период ледостава

7.2.1. В районах с низкими температурами воздуха и большой толщиной льда существенная трудность при измерении срочных уровней воды связана с необходимостью постоянно содержать лунку под сваей или возле рейки в рабочем состоянии: обкалывать лед, прочищать. Избежать этого и ускорить наблюдения позволяет устройство простейшего тепляка, используемого на реках Сибири и описанного в приложении 3.

7.2.2. При снижении расходов воды до значений менее 10 м^3/с и ширине реки по нижней поверхности льда менее 50 м в суровых климатических условиях движение подледного потока часто становится напорным. Напор подледного потока зависит от температуры воздуха, высоты снежного покрова и толщины льда. Избыточный напор появляется после прекращения интенсивного снижения расходов воды в начале зимы. Эпизодическое увеличение расходов подледного потока вследствие разгрузки запасов подземных вод в зоне вечной мерзлоты приводит к резкому повышению избыточного напора и интенсивному наледеобразованию.

Для измерения уровня воды около сваи или рейки поддерживается майна, через которую при появлении напора происходит излив воды на поверхность ледяного покрова, в результате чего постепенно формируется локальная наледь и значительно увеличивается толщина льда. С ростом толщины льда соответственно повышается измеряемый уровень воды. Суммарное приращение уровня воды за зиму на таких реках составляет 1—2 м в зависимости от интенсивности наледеобразования.

В этом случае материалы уровенных наблюдений отражают лишь динамику приращения толщины ледяного покрова в искусственных условиях свободного выхода воды на его поверхность. Колебания уровней при этом не связаны с изменением расходов воды, что исключает использование уровенных наблюдений при вычислении стока наледных и перемерзающих рек. Поддержание

майны около рейки во многих случаях провоцирует образование локальной наледи, чем искажается естественный режим реки. В этих условиях наблюдения за уровнем воды в период зимней межени не имеют смысла. Гидрологические посты, на которых наблюдения за уровнем воды зимой должны прекращаться, назначаются ГМЦ Управления по гидрометеорологии на основании анализа материалов наблюдений прошлых лет.

7.2.3. При определении сроков прекращения и возобновления наблюдений за уровнями воды следует учитывать следующие возможные случаи:

1) сток прекращается в начале или середине зимы на длительное время. При отсутствии наледеобразования (интенсивное снижение расходов воды) наблюдения за уровнем должны продолжаться до обсыхания рейки. Если же на посту отмечались случаи наледеобразования, то уровенные наблюдения следует продолжать лишь до первого выхода воды на поверхность льда. Наблюдения за уровнем возобновляются в конце зимы после первых признаков появления руслового стока;

2) русловой сток на участке реки или сохраняется всю зиму при расходах воды менее 10 $м^3/с$, или прекращается только на короткое время (несколько суток). Наблюдения за уровнем воды должны производиться до первого налива воды на поверхность льда около рейки. Возобновляются после начала увеличения стока в конце зимы.

7.2.4. После образования сплошного ледяного покрова вследствие интенсивного уменьшения расходов воды уровень оказывается ниже положения равновесия и лед повсеместно оседает. Когда падение расходов воды стабилизируется, стеснение сечения потока за счет нарастания льда проявляется в первую очередь на мелководных участках, что приводит к появлению здесь избыточного напора. На глубоких местах в это время оседание льда продолжается. И только в случаях эпизодических повышений расходов воды при разгрузке запасов подземных вод в результате промерзаний грунта избыточный напор формируется повсеместно.

Эти закономерности движения подледного потока должны учитываться при размещении гидроствора для измерения расходов воды в период ледостава.

7.2.5. Временные гидростворы для измерения расходов воды подледного потока целесообразно размещать на плесовых участках с большими глубинами, где вероятность выхода воды на лед и образование наледи будет минимальной. Измерения расходов воды при ледоставе должны продолжаться до тех пор, пока под ледяным покровом отмечается движение воды, а глубина подледного потока позволяет применять вертушку.

7.2.6. На реках с малыми скоростями безнапорного течения гидростворы целесообразно размещать на перекатах, где скорости течения повышены по сравнению с плесовыми участками реки.

7.2.7. На реках со значительной толщиной льда целесообразно применение рычажно-поворотных устройств, позволяющих погружать и извлекать вертушку в вертикальном положении через лунку диаметром 12 см, просверленную ледобуром. Тем самым при измерении расхода воды увеличивается и точность наблюдений. Ввиду того что серийный выпуск таких устройств не налажен, следует использовать собственные конструкции, обеспечивающие устойчивость вертушки на вертикали в рабочем положении, безопасные и удобные в работе. Пример подобной простейшей конструкции приведен в приложении 4.

7.2.8. Другой прием, облегчающий и ускоряющий измерение расхода воды при большой толщине льда, заключается в предварительном вмораживании в лед гидрометрических штанг с вертушками на участке неперемерзающего потока (способ предложен В. В. Кравченко, Иркутскгидромет). Для перемещения штанги ее необходимо предварительно разогреть, для чего применяется гидротермобур конструкции В. А. Морева (приложение 5). Стальная трубка-игла гидротермобура вводится в верхнее отверстие вмороженной штанги, куда подается горячая вода из подогреваемой емкости. Оттаявшая штанга без труда перемещается по вертикали.

В конце ледостава штанги с вертушками вырубаются изо льда.

7.2.9. В зимних условиях для ускорения измерений расхода воды целесообразно также применять сокращенное число скоростных вертикалей с последующей обработкой расхода по интерполяционно-гидравлической модели (см. раздел 4).

7.3. Гидрометрические работы при изучении наледей

7.3.1. Наледью называется слоистый ледяной массив на поверхности земли или льда (речного, озерного), образовавшийся при замерзании природных и техногенных (хозяйственных, промышленных) вод.

Наледи речных, озерных, талых снеговых и морских вод относят к одному типу наледей поверхностных вод. Кроме того выделяются наледи подземных и смешанных вод (поверхностных и подземных).

Под наледной поляной подразумевается участок земной поверхности, покрываемый наледным льдом.

7.3.2. Целью исследования наледей является:

выявление закономерностей их географического распространения;

изучение динамики наледей и наледных процессов в годовом и многолетнем циклах и их прогноз с учетом хозяйственной деятельности человека;

оценка и учет влияния наледных явлений на природную среду и инженерные сооружения.

7.3.3. Изучение наледных явлений осуществляется путем сочетания детальных специализированных наблюдений на небольшом количестве выборочных объектов и массовых наблюдений по облегченной программе в большом количестве пунктов, а также наземных маршрутных аэровизуальных обследований, авиадесантных работ, посредством аэрофотосъемки и космического фотографирования.

7.3.4. Специализированные наблюдения на наледных полигонах предназначены для детального изучения механизма и режима формирования и разрушения типичных наледей речных и подземных вод в сочетании с наблюдениями за текущей гидрометеорологической обстановкой. Это наиболее тонкие и ответственные работы, предназначенные для исследования физических сторон наледных процессов, в соответствии с чем они должны проводиться квалифицированными наблюдателями под руководством опытных инженеров, хорошо знакомых с особенностями наледных явлений. Специализированные наблюдения проводятся в течение длительного времени, исчисляющегося годами и десятками лет, с тем, чтобы охватить всю амплитуду влияния гидрометеорологических факторов на интенсивность наледных процессов в многолетнем цикле.

7.3.5. Массовые наблюдения за наледями речных вод по облегченной программе проводятся на сети гидрометеорологических станций (постов) (наледные площадки). Они предназначены для получения большого объема материалов наблюдений за формированием и распространением наледных явлений в разнообразных физико-географических условиях.

7.3.6. Наледные съемки проводятся в дополнение к специализированным и массовым наблюдениям. Они предназначены в основном для получения данных о распространении наледей речных, реже подземных вод, а также природных условий их формирования и выполняются по отдельным участкам рек (например, в районе поста), по всей длине реки, вдоль проектируемых, строящихся или эксплуатируемых линейных сооружений (линейные наледные съемки) и путем сплошного обследования речных бассейнов, горных склонов, межгорных впадин, физико-географических районов и т. п. (площадные наледные съемки). Наледные съемки могут проводиться и попутно в составе различного рода маршрутных работ: гидрографических обследований, ледомерных, гидрометрических и других съемок.

7.3.7. Гидрографические обследования выполняются по отдельным рекам и участкам рек, на которых проводятся наледные съемки. Основная задача работ заключается в изучении гидрографических особенностей мест образования наледей речных вод по сравнению с участками, где этот тип наледей не образуется. Гидрографические обследования проводятся один раз за весь многолетний период наблюдений.

Аэровизуальные и авиадесантные работы проводятся в дополнение к специализированным и массовым наблюдениям. В процессе аэровизуальных наблюдений информация считывается с борта самолета или вертолета преимущественно визуально высококвалифицированными специалистами-наблюдателями, хорошо знакомыми с наледными явлениями и природными особенностями изучаемой территории. Авиадесантные наблюдения производятся только с вертолета с приземлениями на отдельные типичные наледи для производства небольшого комплекса наземных работ.

Аэрофотосъемка и материалы космического фотографирования используются в основном для оценки распространения по территории наледей речных и подземных вод, составления их каталогов, изучения режима в годовом и многолетнем циклах.

7.3.8. Постановка комплексных наблюдений, охватывающих весь спектр природной обстановки наледеобразования, предполагает выполнение следующих видов наблюдений:

1) ледомерные съемки — измерения морфометрических характеристик наледей (площадь, мощность, объем), слоев поверхностного нарастания и стаивания, термоэрозионного разрушения, плотности льда и коры таяния, бурение ледяного покрова (наледного и подстилающего его речного), изучение соотношения различных типов льда по объему и площади, описание и картографирование микроручейковой сети, микрорельефа льда (наледных бугров, каналов стока, трещин, просадок и т. п.), изучение и картографирование явления «вода на льду» зимой;

2) метеорологические — измерение элементов метеорологической обстановки, изучение теплобалансовых условий образования и таяния льда, изучение микроклимата наледных участков;

3) гидрометрические — изучение режима уровней, расходов и температуры воды наледных водотоков, дебитов, наледеобразующих источников, стока взвешенных и влекомых наносов, режима водоотдачи наледей в микроручейковой сети на их поверхности, напора в промерзающих водоносных системах и т. п.;

4) гидрографические — определение особенностей гидрографических характеристик участков водотоков, на которых образуются наледи;

5) гидрохимические — изучение общей минерализации и химического состава наледеобразующих, талых наледных и речных вод, наледного льда, солей микроэлементов и газов в воде и во льду;

6) мерзлотно-гидрогеологических — изучение состава, строения, распространения и свойств подземных наледеобразующих вод, их взаимосвязи с поверхностными водами, многолетне- и сезонномерзлыми толщами грунтов, исследованием динамики мерзлотных процессов на наледных участках и вблизи них.

менее чем в трех точках по ширине русла в приурезных частях и на стрежне потока; на пойме — на всех характерных элементах ландшафта, пересекаемых гидростворами. На каждом из них пробы отбираются с глубины 0,05; 0,5; 0,1 м один раз в год после прохождения волны половодья;

4) описание изменений в ландшафтной обстановке, наблюдения за явлениями просадки, вспучивания, оползания склонов;

5) наблюдения за температурой воздуха и грунтов, высотой, плотностью снега проводятся по обычной программе для гидрометеорологических постов. Причем наблюдения над высотой и плотностью снега производятся на тех же маршрутных линиях и профилях, где определяется положение верхней и нижней кровли мерзлых грунтов.

7.4.4. Отчетными документами стационарных наблюдений являются:

краткое описание мест измерений, изменений в ландшафтной обстановке;

комплексные хронологические графики хода наблюдаемых элементов, глубины протаивания, промерзания, температуры воздуха, грунтов, высоты и плотности снега, изменения влажности, льдистости;

годовые таблицы наблюдаемых элементов.

7.4.5. Кроме стационарных натурных наблюдений за взаимодействием потоков с мерзлыми грунтами, желательны экспериментальные натурные исследования, цель которых состоит в быстром получении результатов по задаваемым известным граничным условиям, т. е. таких результатов, которые в природных условиях наблюдаются редко или трудно выявляются из-за множества других факторов. Для проведения экспериментальных натурных исследований необходимо устроить специальные площадки на поймах и мезоформах. На этих площадках должны быть созданы условия для искусственного увеличения скорости и глубин промерзания, образования перелетков. При этом можно использовать расчистки и снегозадержание, расчистки и навалы торфа, уничтожение и посадки растительности, обводнение площадок и т. п.

8. ИЗМЕРЕНИЕ СТОКА НАНОСОВ

8.1. Уточнение методики измерения стока взвешенных наносов на реках с малой мутностью

8.1.1. На реках зон малой мутности (I—V зоны, рис. 9) допускается не измерять сток взвешенных наносов в меженный период, если мутность воды менее 50 г/м^3, а сток взвешенных наносов за этот период составляет менее 10 % годового стока наносов.

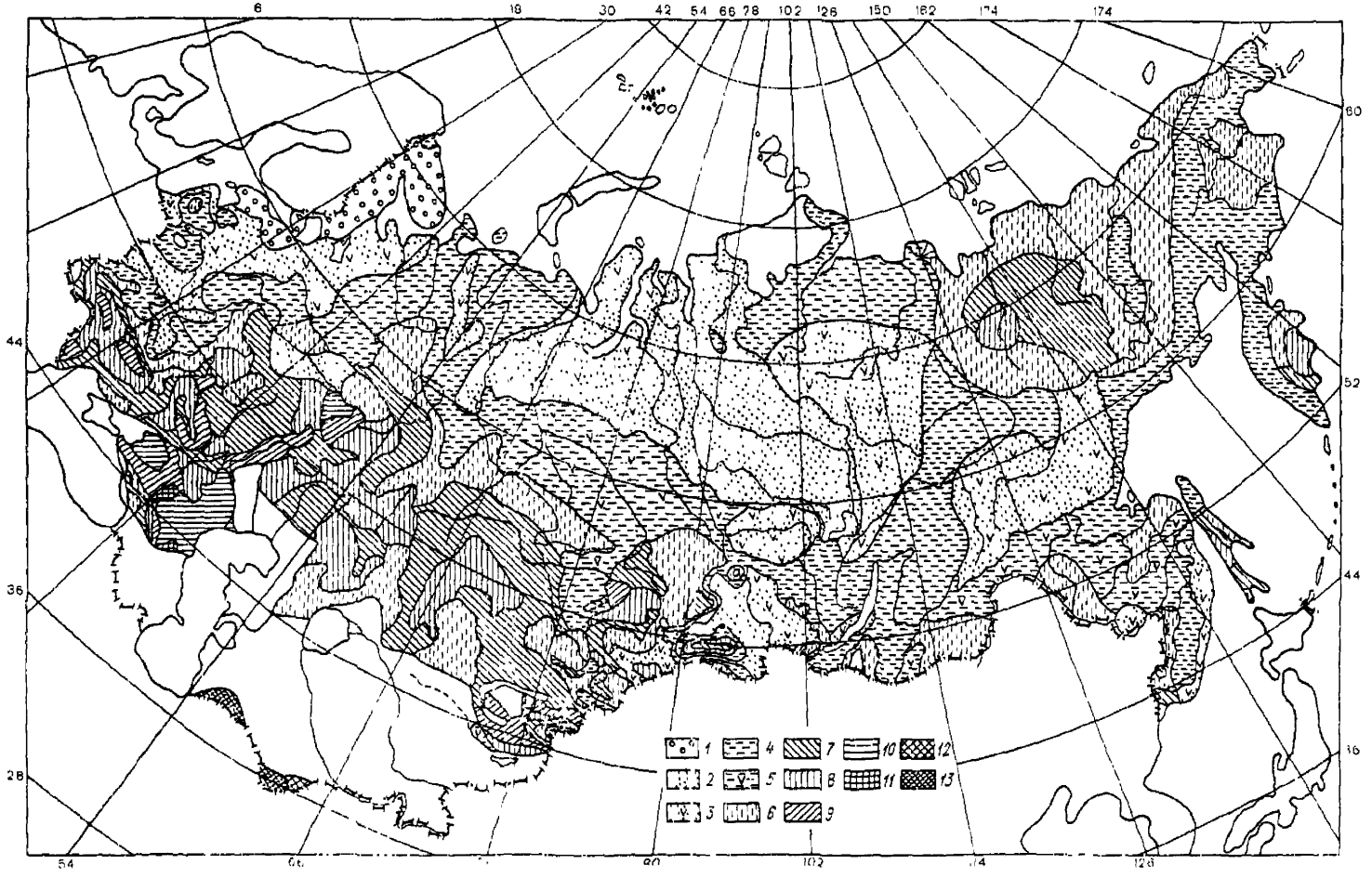


Рис. 9 Карта мутности (г/м³) рек СССР.

1 — <10, *2* — 10—25, *3* — <25, *4* — 25—50, *5* — <50, *6* — 50—100, *7* — 100—250, *8* — 250—500, *9* — 500—1000, *10* — 1000—2500, *11* — 2500—5000, *12* — 5000—10 000, *13* — >10 000.

На реках всех других зон доля неизмеряемого меженного стока взвешенных наносов должна составлять менее 5 % его годовой величины (при мутности воды в этот период менее 50 г/м³).

8.1.2. Сток наносов вычисляется для целого года. В период, когда измерения мутности воды не производились, сток взвешенных наносов учитывается по его доле в годовом стоке. Эта доля устанавливается по результатам полных круглогодичных наблюдений за прошедшие годы. Период, за который вычисляется средняя многолетняя доля стока взвешенных наносов в межень, должен быть достаточно репрезентативным, охватывая, по крайней мере, маловодный и многоводный периоды. Пример выбора приведен в табл. 5, откуда следует, что наблюдения за мутностью воды можно не производить в течение января, февраля, ноября и декабря месяцев, а суммарный сток взвешенных наносов за эти месяцы следует принимать равным 6,3 % годового стока наносов.

Таблица 5

Доля стока наносов за равные периоды года от годового, %

Годы	Доля стока от годового		Годы	Доля стока от годового	
	за половодье и паводки (март—октябрь)	за межень (январь, февраль, ноябрь, декабрь)		за половодье и паводки (март—октябрь)	за межень (январь, февраль, ноябрь, декабрь)
1949	98,0	2,0	1964	96,0	4,0
1950	81,4	18,6	1965	94,5	5,5
1951	95,7	4,3	1966	97,5	2,5
1952	90,9	9,1	1967	95,9	4,1
1953	97,7	2,3	1968	95,2	5,8
1954	95,8	4,2	1969	87,5	12,5
1955	96,2	3,8	1970	95,3	4,7
1956	96,9	3,1	1971	82,0	18,0
1957	95,1	4,9	1972	95,4	4,6
1958	94,7	5,3	1973	90,9	9,1
1959	96,4	3,6	1974	93,1	6,9
1960	89,1	10,9	1975	97,8	2,2
1961	95,2	4,8	1977	93,6	6,4
1962	96,0	4,0	1980	91,1	8,9
1963	97,7	2,3	1981	93,2	6,8
Средний за 1949—1975, 1977, 1980—1981 гг.				93,7	6,3

8.1.3. Для вновь открываемых постов доля меженного стока наносов и период, когда измерения можно не вести, устанавливаются после проведения круглогодичных наблюдений за мутностью воды в течение 2—3 лет.

Средняя годовая доля стока взвешенных наносов может быть рассчитана отдельно для летней и зимней межени, если по вели-

чинам стока наносов периоды значительно отличаются. Однако, в общем, доля неизмеряемого стока не должна превышать 10 % годового стока наносов.

8.1.4. При назначении сокращенного периода, в течение которого производятся наблюдения за мутностью воды, рекомендуется для контроля учитывать внутригодовое распределение мутности, а именно — число суток с мутностью более 50 г/м³. Такие данные за многолетний период наблюдений по 1980 г. помещены в справочном издании «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» (МДС), а за последующие годы в издании «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» (ЕДС).

8.2. Определение расходов влекомых наносов равнинных рек по данным измерений параметров донных гряд

8.2.1. На равнинных реках с грядовой формой движения наносов их расход рекомендуется определять по данным измерения размеров донных гряд: высоты $h_г$, длины $l_г$ и скорости их перемещения (рис. 10).

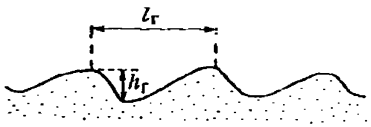


Рис. 10. Схематический профиль донных гряд.
$h_г$, $l_г$ — соответственно высота и длина гряды.

Способ предусматривает получение данных о высоте, длине гряд и скорости перемещения их на прямолинейном участке реки достаточной протяженности, характеризующимся равномерным режимом течения. Длина участка L назначается в зависимости от форм и размеров гряд. Для надежного осреднения параметров гряд длина L должна составлять:

$$L \geqslant (20 - 30) l_г. \qquad (37)$$

Ориентировочно длина гряды определяется по формуле

$$l_г \geqslant (5 - 6) h_{ср}, \qquad (38)$$

где $h_{ср}$ — средняя глубина потока.

Участок измерений выбирается на основании рекогносцировки участка реки и окружающей местности — целесообразно располагать его в районе гидрологического поста.

8.2.2. На выбранном участке измерений параметров донных гряд производится топографическая съемка, включающая:

1) определение границ участка;

2) проложение и закрепление магистрали;

3) разбивку и закрепление поперечных профилей и промерных поперечников;

4) разбивку и закрепление продольных профилей.

Если участок измерений параметров донных гряд располагается в районе гидрологического поста, используются материалы топографической съемки участка поста. Если участок измерений находится вне участка гидрологического поста, при производстве топографической съемки следует руководствоваться рекомендациями, изложенными в [2].

На участке измерений гряд разбиваются и закрепляются три основных поперечных профиля (начальный, конечный и центральный — основной гидроствор) и дополнительные промерные поперечники. Рекомендуется разбивать 9—15 поперечников в зависимости от длины участка. Расстояние между промерными поперечниками должно составлять 25—100 м.

Для получения данных об уровне воды и определения продольного профиля водной поверхности устанавливаются уровнемерные устройства в середине и на границах участка. Закладываются два репера — основной и контрольный, производится высотная привязка реперов и нивелирование уровнемерных устройств. Затем выполняется мензульная съемка участка измерений с точным нанесением на планшет магистрали, всех поперечных профилей и промерных поперечников, реперов, водомерных устройств и урезов воды в момент съемки (см. [2]).

8.2.3. Для правильного размещения продольных створов на участке измерений определяется зона активного влечения наносов в русле путем сопоставления распределения по ширине реки средних скоростей течения на вертикалях ($v_{ср}$) и значений начальной скорости влечения наносов ($v_н$). Начальную скорость влечения частиц рекомендуется определять по формуле

$$v_н = 1{,}15\sqrt{g\,(h_{ср}d_{ср})^{0{,}25}}, \qquad (39)$$

где g — ускорение свободного падения; $d_{ср}$ — средний диаметр наносов на вертикали.

Если данные о распределении гранулометрического состава донных наносов по ширине реки отсутствуют, значение $d_{ср}$ принимается постоянным для всего сечения.

При $v_{ср} > v_н$ происходит движение наносов; при $v_{ср} < v_н$ наносы практически не движутся.

8.2.4. Разбивка продольных створов выполняется с помощью мензулы. Точки пересечения эпюр $v_{ср}$, и $v_н$ и точку с наибольшим значением $v_{рс}$, т. е. местоположение стрежневой вертикали с графика переносят на мензульный планшет. Через эти точки на гидростворе проводят три продольных профиля — стрежневой и два граничных. Затем между стрежневым и граничным намечаются

два дополнительных продольных профиля. Продольные профили наносят на планшет в виде прямых линий, параллельных оси потока (или берегам), проходящих через гидроствор от верхнего до нижнего поперечных профилей.

Намеченные продольные створы переносятся с помощью мензулы на местность и закрепляются в точках трех поперечных профилей. Если позволяет глубина потока, граничные продольные створы закрепляются вехами, а стрежневой и дополнительный — буйками. При необходимости количество продольных створов может быть увеличено.

8.2.5. На оборудованном участке производятся регулярные гидрометрические и промерные работы. В их состав входит:

измерение уровней воды на гидростворе, верхнем и нижнем поперечных профилях;

измерение расходов воды и расходов взвешенных наносов на гидростворе; в точках пересечения гидроствора с продольными профилями отбираются пробы взвешенных и донных наносов для определения гранулометрического состава, плотности частиц донных наносов и плотности смеси наносов активного слоя русла.

Гидрометрические наблюдения, отбор проб наносов и их лабораторная обработка выполняются в соответствии с рекомендациями [13].

8.2.6. Промеры глубин с целью получения параметров донных гряд производятся по продольным профилям, а промеры глубин для получения отметок дна — по поперечным профилям, разбитым на середине и концах участка измерений, а также по промерным поперечникам.

Промеры производятся эхолотом с моторной лодки типа «Прогресс» или с катера. Судно должно перемещаться против течения от нижнего поперечного профиля к верхнему. При длине участка до 600 м скорость движения судна по продольнику не должна превышать 1,4 м/с. Если длина продольных створов более 600 м, скорость движения судна может быть увеличена. Запись глубин при эхолотировании целесообразно делать при скорости протяжки электротермической бумаги, равной 0,33 м/мин. Горизонтальный масштаб записи, примерно равный 1 : 250, позволит выполнить детальную обработку полученных батиграмм.

Основными требованиями, которые необходимо соблюдать при производстве промеров, являются следующие:

судно должно двигаться строго по продольным и поперечным створам;

необходимо выдерживать определенную последовательность выполнения промеров: так, если в первой серии промеры производились начиная с первого, затем на втором, третьем и т. д. продольных профилях, то во всех последующих сериях промеров последовательность должна быть такой же.

Для определения параметров донных гряд выполняются две

последовательные серии промеров через определенный интервал времени.

Оптимальным является интервал

$$\Delta t = (0{,}5 - 0{,}8)\, l_г / c_г, \tag{40}$$

при котором гряда перемещается на (0,5—0,8) $l_г$.

При организации измерений на участке предварительно скорость движения гряд можно вычислить по формуле

$$c_г = 0{,}019 v_{ср}^{3,9} / \sqrt{g h_{ср}^{2,9}}. \tag{41}$$

8.2.7. Для контроля прохождения судна по продольным профилям и плановой привязки промерных точек с помощью мензулы и теодолита производятся засечки при пересечении судном каждого поперечного профиля и промерного поперечника.

После каждой серии промеров на плане участка вычерчивается траектория хода судна по продольному профилю. Проверка точности прохождения судна по продольному профилю выполняется путем наложения траекторий первого и второго хода. Расхождение между точками траекторий не должно превышать 3—5 м.

Если забракованная часть траектории составляет более 30 % общей длины продольного профиля, то промеры на участке повторяются частично или полностью.

8.2.8. Измерение параметров донных гряд производится непосредственно по данным промеров по продольным профилям, т. е. по батиграммам, которые служат исходным материалом для построения графика продольного профиля дна.

При обработке батиграмм скорость судна на участках между поперечными профилями и промерными поперечниками принимается постоянной. Обработка батиграмм ведется по участкам, заключенным между «оперативными отметками» поперечников.

Горизонтальный масштабный коэффициент определяют, сопоставляя расстояния между поперечниками в натуре (ΔL_i) и на батиграмме (Δl_i). Вертикальный масштаб записи на батиграмме постоянный для каждого эхолота.

На каждом участке батиграммы отмечают все характерные точки. Затем, двигаясь от одной «оперативной отметки» к другой (например, слева направо), последовательно снимают координаты каждой характерной точки. Разделив расстояние, снятое с батиграммы, от «оперативной отметки» до характерной точки на горизонтальный масштаб, получим расстояния в натуре между точкой измерения и промерным поперечником или продольным профилем. Глубина потока в данной точке определяется расстоянием по вертикали между базовой линией дна на батиграмме и поверхностью воды, деленным на вертикальный масштаб. Полученные коорди-

наты всех переломных точек дна по продольному профилю выписываются в таблицу и затем вычисляются их отметки.

Аналогично обрабатываются батиграммы второй серии промеров. Отметка дна второй серии промеров вычисляется с учетом срезки уровней и приведения к уровню воды первой серии.

По данным двух серий промеров строят совмещенные графики всех продольных профилей дна.

8.2.9. По совмещенным графикам продольного профиля дна производятся измерения высоты и длины гряд.

Длина гряды определяется расстоянием между гребнями двух соседних гряд, высота гряды — кратчайшим расстоянием от гребня гряды до ее основания (см. рис. 10). По ряду значений $h_{г\,i}$ и $l_{г\,i}$ каждого продольника вычисляются их средние арифметические значения.

Скорость перемещения гряд ($c_г$) определяется двумя способами. Первый предусматривает оценку сдвига между началом первого и второго профилей, что соответствует длине пути смещения гряды. Этот способ рекомендуется применять в случае, когда смещение гряд за период между промерами не превышает расстояния, равного длине одной гряды.

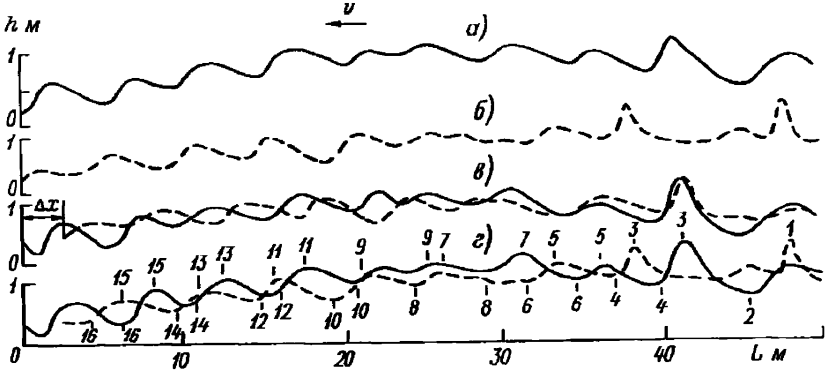


Рис. 11. Образцы продольных профилей дна и способы определения смещения гряд.

Профиль дна первой (*а*) и второй (*б*) серии промеров: определение смещения гряд методом смещения (*в*) и методом характеристик точек (*г*)

Второй способ заключается в определении относительного смещения соответствующих характерных точек гряд на двух совмещенных продольных профилях. С этой целью выбирается характерная (опорная) гряда, которая отчетливо прослеживается на обоих профилях, и ей присваивается фиксированный порядковый номер, после чего нумеруются все остальные гребни и подвалья соответствующих гряд. Затем по расстояниям между характерными точками, имеющими одинаковые номера, определяется среднее арифметическое значение смещения ($\Delta x_г$) гряд на участке.

Скорость движения гряды за время Δt вычисляется по формуле

$$c_г = \Delta x_г / \Delta t. \quad (42)$$

На рис. 11 показаны способы определения смещения гряд.

8.2.10. По результатам обработки материалов измерений определяется элементарный расход влекомых наносов:

$$P_г = \alpha \rho_г \overline{h}_г c_г, \quad (43)$$

где α — коэффициент формы гряды, принимается равным 0,5—0,6;

$\rho_г$ — плотность смеси наносов, формирующих активный слой русла;

$\overline{h}_г$ — средняя высота гряды, м;

$c_г$ — средняя скорость движения гряды, м/с.

Полный расход донно-грядового перемещения наносов $P_г$ (кг/с) вычисляется по формуле

$$P_г = 0{,}5 \sum_{i=1}^{n} P_{г_i} (b_i + b_{i+1}), \quad (44)$$

где $P_{г_1}$, $P_{г_2}$ и т. д. — элементарные расходы влекомых наносов на продольных профилях;

b_1 и b_{n+1} — расстояния между крайними продольными профилями и границами зоны активного перемещения влекомых наносов у правого и левого берегов;

b_2, ..., b_n — расстояния между продольными профилями.

8.3. Усовершенствование лабораторной обработки проб наносов

8.3.1. В практической работе довольно часты случаи, когда в лабораторию поступают пробы для определения гранулометрического состава взвешенных наносов, отобранные в периоды невысоких значений мутности воды и содержащие небольшое количество наносов.

Если можно определить визуально, что поступившая проба содержит недостаточное количество наносов для выполнения анализа пипеточным методом, то не следует выпаривать из нее воду. В этом случае проба направляется на анализ в жидком виде (см. [2]) без предварительного выпаривания.

8.3.2. Для выполнения анализа проба со взвешенными наносами переводится из бутылки в цилиндр пипеточной установки. Наносы с внутренних стенок бутылки смываются дистиллированной водой. Объем пробы в цилиндре доводится дистиллированной водой до метки. Полученная смесь взбалтывается мешалкой, затем оставляется на 15—20 мин для выравнивания температуры

8.3.3. Далее анализ гранулометрического состава выполняется как обычно, согласно рекомендациям, изложенным в [2]. В этом случае процентное содержание каждой фракции, выделенной в результате анализа на пипеточной установке и фракционометре, вычисляется относительно суммы масс наносов всех фракций, а не относительно навески (так как ее нет). При этом в журнале КГ-54 (а затем в частных пояснениях к табл. ГТ-55М и 1.11 ЕДС) следует дать примечание, что анализ выполнен в естественном состоянии наносов.

8.3.4. Примерные нормы выработки на основные лабораторные и камеральные работы по наносам приведены в приложении 6.

9. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ, ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

9.1. Оценка погрешностей измерений расходов воды

9.1.1. В качестве показателей точности измерений расхода воды и его элементов принимаются оценки погрешности как меры близости измеренного и действительного значений искомой величины [14].

В нормальных условиях измерений при соблюдении излагаемой методики обеспечивается относительная суммарная среднеквадратическая погрешность $\widetilde{S}_Q$ не более 5 %. Нормальные условия определяются в соответствии с п. 2.2.

Погрешность $\widetilde{S}_Q$ может быть оценена экспериментальным и теоретическим способами. Последовательность операций по оценке суммарной погрешности $\widetilde{S}_Q$ и расчетные зависимости (45) — (51) приведены на рис. 12.

9.1.2. Экспериментальная оценка $\widetilde{S}_Q$ производится при условии, что известен действительный (условно эталонный) расход воды Q_0, используемый в качестве базы прямого сравнения.

Расходы воды Q_0 должны быть свободны от систематической погрешности (она не должна превышать 1 %).

Случайная погрешность расходов Q_0 должна быть известна и представлена в виде относительного среднеквадратического значения $\widetilde{\sigma}_{Q_0}$. Так, если в качестве Q_0 используются расходы, измеренные детальным способом при числе скоростных вертикалей, определенном согласно п. 2.4.1, для оценки $\widetilde{\sigma}_{Q_0}$ рекомендуется принимать значения 3—4 %.

Суммарная погрешность $\widetilde{S}_Q$ в результате экспериментальных исследований рассчитывается по формуле (45), в которой $(Q, Q_0)_i$ составляют пару расходов, где Q_i измеряется по рабочей (оцени-

ваемой) методике; N — длина ряда измеренных расходов (количество пар); $N \geqslant 30$.

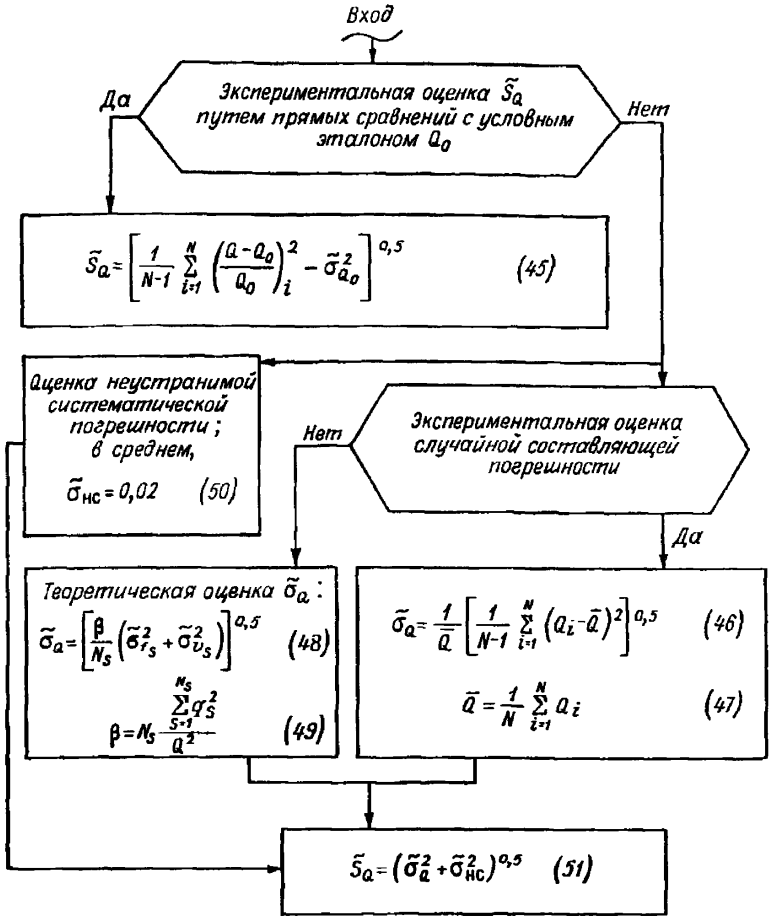


Рис. 12. Блок-схема оценки суммарной относительной среднеквадратической погрешности измерений расхода воды.

9.1.3. При невозможности произвести эталонные измерения расхода воды оценка суммарной погрешности $\tilde{S}_Q$ производится по формуле (51), где $\tilde{\sigma}_Q$ и $\tilde{\sigma}_{нс}$ — соответственно относительные среднеквадратические случайная и неустранимая систематические погрешности измерений расхода. Погрешность $\tilde{\sigma}_{нс}$ определяется главным образом классом точности средств измерений и ориентировочно (при использовании гидрометрической вертушки, штан-

ги, наметки, промерного груза) она может быть оценена по формуле (50).

Случайная погрешность $\tilde{\sigma}_Q$ определяется в результате натурных измерений при стационарных условиях течения ($Q(t)=\text{const}$) по серии из N ($N \geqslant 30$) расходов. Расчет $\tilde{\sigma}_Q$ следует выполнять по формулам (46), (47).

Если натурные измерения произвести невозможно, случайная погрешность $\tilde{\sigma}_Q$ рассчитывается по теоретической зависимости (48), где β — метрологический параметр, отражающий оптимальность положения скоростных вертикалей ($\beta \geqslant 1$) и вычисляемый по формуле (49); N_S — число отсеков между скоростными вертикалями; $\tilde{\sigma}_{f_S}$ и $\tilde{\sigma}_{v_S}$ — соответственно относительные случайные среднеквадратические погрешности измерения площади и средней скорости в отсеках сечения; q_S — частичный расход в отсеке сечения; s — индекс текущей нумерации отсеков.

Оценки погрешностей $\tilde{\sigma}_{f_S}$ и $\tilde{\sigma}_{v_S}$ производятся по графикам на рис. 13 и 14.

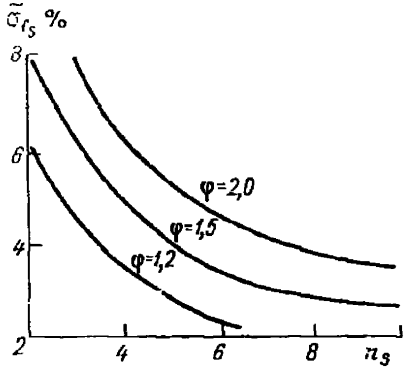


Рис. 13. Зависимость относительной случайной среднеквадратической погрешности измерения площади отсека живого сечения от количества промерных вертикалей и параметра формы сечения.

n_S — количество промерных вертикалей в отсеке; φ — параметр формы сечения: $\varphi = h_{\text{макс}}/h_{\text{ср}}$

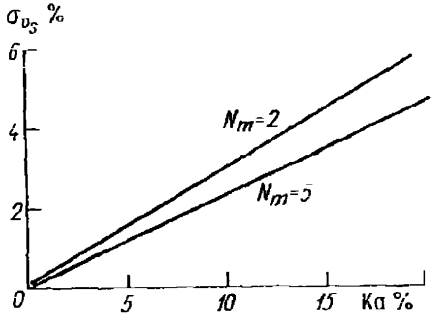


Рис. 14. Зависимость относительной случайной среднеквадратической погрешности измерения средней скорости в отсеке $\tilde{\sigma}_{v_S}$ от числа Кармана Ка и среднего числа точек N_m измерения скорости на вертикали

9.1.4. Оценки $\tilde{S}_Q$ выполняются при отличии условий измерений от нормальных для характерных фаз режима — половодья, летней межени, ледостава и т. п.

Полученные показатели точности заносятся в соответствующие разделы технического дела поста.

9.2. Текущий контроль качества измерений

9.2.1. Контроль качества гидрометрических данных проводится на основе совокупностей измеренных уровней и расходов воды за ряд лет, в течение которых условия протекания потока в гидростворе существенно не менялись, т. е. соблюдалась однородность естественных и антропогенных факторов, влияющих на пропускную способность русла. При этом данные наблюдений за предшествующий период (при условии их достоверности) служат базой сравнения и контроля текущих измерений.

9.2.2. Отклонения уровней, являющиеся результатом систематических погрешностей и промахов, выявляются посредством сопоставления соответственных уровней на постах, расположенных на одной реке. Дополнительная проверка исходной информации производится в случае, если имеет место соотношение

$$\Delta H_{c_i} > 2\sigma_н, \qquad (52)$$

где ΔH_{c_i} — отклонение среднего уровня воды за i-е сутки от осредненной связи соответственных уровней;

$\sigma_н$ — среднее квадратическое отклонение измеренных уровней от этой зависимости, полученной по данным наблюдений за прошлые периоды.

9.2.3. Анализ качества уровенных наблюдений должен включать контроль принятых приводок нулей уровнемерных устройств, моментов их изменений и необходимую корректировку данных.

9.2.4. Текущий контроль и анализ качества измерений расходов воды осуществляется по зависимостям расхода воды и его основных гидравлических элементов (площади водного сечения, ширины русла, средней и наибольшей глубин и скоростей течения, уклона водной поверхности) от уровня, а также по комплексным графикам гидрометеорологических наблюдений. Дополнительно могут быть использованы графики изменения средней и низшей отметок дна в гидростворе, совмещенные профили, а также зависимости от уровня средних скоростей течения на отдельных вертикалях.

В результате анализа устанавливаются промахи и систематические погрешности, связанные с нарушением принятой методики измерений, неисправностью или неправильным использованием измерительных средств. Выявленные систематические погрешности должны быть устранены введением компенсирующих поправок, а промахи — исключены из совокупностей. Анализ изменения элементов расхода позволяет установить также изменение условий протекания потока. Например, при размыве или намыве дна наблюдается резкое отклонение точек в поле графика $F(H)$, а при переменном подпоре или попусках могут образоваться петлеобразные зависимости или дополнительное рассеяние значений скоростей.

9.2.5. Наряду с указанной проверкой и анализом результат каждого измерения должен быть подвергнут контролю, основанному на использовании объективных критериев, устанавливающих допускаемые отклонения измеренных расходов воды от осредненной за многолетие зависимости расходов воды от уровня $Q\,(H)$. Тесноту этой связи выражает относительное среднее квадратическое отклонение $\sigma_{\tilde{q}}$ измеренных расходов воды $Q_и$ от расчетных значений $Q_р$, определяемых по кривой расходов или аналитической зависимости $Q\,(H)$ при тех же уровнях:

$$\sigma_{\tilde{q}} = \left[\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{Q_и - Q_р}{Q_р}\right)_i^2\right]^{0,5}. \qquad (53)$$

В общем случае рассеяние точек измеренных расходов воды $\sigma_{\tilde{q}}$ от осредняющей связи $Q\,(H)$ обусловлено совокупным влиянием погрешностей измерения уровней и расходов воды и гидравлико-морфологических факторов, отражающих естественную изменчивость пропускной способности русла. К их числу относятся деформации русла, переменный подпор, неустановившийся режим, зарастание русла, ледовые явления и др. Значения $\sigma_{\tilde{q}}$, как правило, достаточно постоянны в течение характерных фаз режима (паводок, межень зимняя и летняя) и для года в целом.

9.2.6. При контроле промахов для каждого измерения расхода воды устанавливается его относительное отклонение $\tilde{q}_i$ от кривой расходов.

Если $\tilde{q}_i$ находится в пределах 95 %-ного доверительного интервала рассеяния $Q\,(H)$, т. е.

$$|\tilde{q}_i| \leqslant 2\sigma_{\tilde{q}}, \qquad (54)$$

результат измерения признается достоверным, в противном случае, при $|\tilde{q}_i| \leqslant 2\sigma_{\tilde{q}}$ измеренный расход подвергается дополнительному анализу в соответствии с п. 9.2.4 (например, распространенная причина систематической погрешности заключается в применении двойного слоя наметки промерного каната на барабане лебедки, что приводит к 6 %-ному занижению расхода воды). Если анализ не обнаруживает погрешностей измерений, обусловливающих нарушение требования (54), то большое значение $|\tilde{q}_i|$ объясняется вариацией пропускной способности русла и данный расход включается в рассматриваемую совокупность.

В том случае, если при дополнительном анализе сомнительных значений расходов воды устанавливается источник погрешности (нарушение методики измерений), результаты отбраковывают.

9.2.7. В условиях автоматизированной обработки материалов контроль и анализ данных наблюдений ведется также в соответствии с [1].

9.3. Оптимизация методики измерений расходов воды

9.3.1. Оптимизация детальности измерений

Характеристиками детальности измерений служат:

N_S — число частичных отсеков в сечении потока;

n_h — число промерных вертикалей в сечении;

N_m — среднее по сечению число точек измерения скорости на скоростной вертикали.

Детальность измерений считается оптимальной, если сочетание характеристик детальности — комбинация $(N_S, n_h, N_m)_i$ — удовлетворяет условию

$$\widetilde{S}_Q (N_S, n_h, N_m)_i \leqslant \delta_д, \qquad (55)$$

где $\widetilde{S}_Q$ — относительная суммарная погрешность измерения расхода, определяемая по методике п. 9.1.;

$\delta_д$ — допускаемая погрешность: как правило, $\delta_д = 5\ \%$.

Учитывая неоднозначность оптимальных решений $(N_S, n_h, N_m)_i$, т. е. существование нескольких оптимальных комбинаций характеристик детальности, на практике следует выбрать любую комбинацию $(N_S, n_h, N_m)_i$, удовлетворяющую условию (55), а также обеспечивающую достаточные удобство, безопасность и ускорение измерений.

9.3.2. Оптимизация продолжительности измерений

Минимально допускаемая продолжительность измерений устанавливается в соответствии с п. 2.4.7 с целью достаточного сглаживания пульсационных составляющих скоростей (расходов) воды.

Для устранения погрешностей, связанных с завышением или занижением измеряемых расходов воды при прохождении волн паводков и попусков, продолжительность измерений должна быть ограничена сверху значением [4]:

$$T_и \leqslant 0{,}8 T_п \left(\delta_д \frac{1 + \widetilde{A} \sin \Theta}{\widetilde{A} |\sin \Theta|} \right)^{0{,}5}, \qquad (56)$$

где $T_п$ — период колебания волн попуска (паводка), ч или сут;

Θ — фаза периода колебаний, на которую приходится середина интервала времени измерений $T_и$;

$\widetilde{A}$ — относительная амплитуда волн попуска:

$$\widetilde{A} = \frac{Q_{макс} - Q_{ср}}{Q_{ср}}, \qquad (57)$$

где $Q_{макс}$ и $Q_{ср}$ — максимальный и средний за период попуска расходы воды соответственно.

9.4. Правила округления при обработке данных

9.4.1. При обработке расходов воды все промежуточные вычисления выполняются с точностью на разряд выше точности измерений, а именно: скорости — с точностью до 0,1 см/с; глубины — с точностью не более 0,1 см.

Результирующие (выходные) данные — расход, площадь сечения, средняя скорость потока, средняя глубина и ширина сечения — подлежат округлению до трех значащих цифр, но не точнее 1 см/с (скорость), 1 см (глубина потока, расстояние).

9.4.2. Согласно СТ СЭВ 543-77, устанавливаются следующие правила округлений.

1. Округление числа представляет собой отбрасывание значащих цифр справа до определенного разряда с возможным изменением цифры этого разряда.

Пример. Округление числа 132,48 до четырех значащих цифр будет 132,5.

2. В случае, если первая из отбрасываемых цифр (считая слева направо) меньше 5, то последняя сохраняемая цифра не меняется.

Пример. Округление числа 12,23 до трех значащих цифр дает 12,2.

3. В случае, если первая из отбрасываемых цифр (считая слева направо) равна 5, то последняя сохраняемая цифра увеличивается на единицу.

Пример. Округление числа 0,145 до двух значащих цифр дает 0,15

4. В случае, если первая из отбрасываемых цифр (считая слева направо) больше 5, то последняя сохраняемая цифра увеличивается на единицу.

Пример. Округление числа 0,156 до двух значащих цифр дает 0,16.

5. Округление следует выполнять сразу до желаемого количества значащих цифр, а не по этапам.

Пример. Округление числа 565,46 до трех значащих цифр производится непосредственно на 565.

6. Целые числа округляются по тем же правилам, что и дробные.

10. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИИ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

10.1. Охрана труда при работе с плавсредств

10.1.1. В составе гидрометрических работ на речных гидрологических постах наиболее опасными являются измерения расходов воды и взвешенных наносов, отбор проб воды на химический анализ и другие виды наблюдений, выполняемых с использованием лодочных, паромных и люлечных переправ.

Опасность усугубляется, если эти виды работ производятся на судоходных реках или в районе крупных гидроузлов, работающих в остропиковых режимах нагрузок.

Наиболее опасные условия создаются в периоды весенних паводков, неустойчивого ледостава, при ледоходе и других экстремальных условиях.

Для достижения безопасности выполнения гидрометрических работ, наряду с соблюдением общих правил по технике безопасности, необходимо выполнять некоторые особые технические требования по использованию постового оборудования — для полного исключения возможности травм и угрозы для жизни персонала.

10.1.2. Все сотрудники, выполняющие гидрометрические работы, должны уметь плавать и управлять лодкой, иметь на себе спасательные пояса или жилеты. Ответственным за безопасность производства работ является старший специалист — исполнитель работ.

10.1.3. Участок реки для производства гидрометрических работ должен отвечать ряду требований, обеспечивающих безопасность выполнения измерений, и иметь удобные подходы к урезу воды.

Створы должны быть оборудованы специальными гидрометрическими сооружениями по типовым проектам, разработанным Государственным гидрологическим институтом [15]. Допускается строительство лодочных и паромных переправ по индивидуальным проектам, согласованным с ГГИ. Технические характеристики рекомендуемых плавсредств даны в приложении 6.

10.1.4. При использовании для гидрометрических работ лодочных и паромных переправ производство работ при скорости ветра свыше 5 м/с или волнении более 3 баллов запрещается. При усилении ветра до указанной скорости или увеличении волнения свыше 3 баллов следует прекратить работу и идти к берегу.

При работе на водотоках со скоростью течения свыше 1,5 м/с носовая часть лодки должна быть наглухо заделана на уровне бортов тонкими досками или брезентом. Иначе лодка может зачерпнуть воду носовой частью во время выборки якоря или при переезде по канату.

Особое внимание следует обращать на обеспечение необходимого запаса сухого борта. На реках с бурным течением и при ветровой зыби он должен составлять не менее 20 см при полной загрузке лодки.

Грузоподъемность лодки определяется путем загрузки ее с таким расчетом, чтобы сухой борт лодки в любом месте возвышался над водой в тихую погоду не менее чем на 20 см.

10.1.5. Все маломерные суда, используемые для производства гидрологических работ и не находящиеся под надзором Речного регистра, должны регистрироваться и проходить ежегодное техническое освидетельствование на годность к плаванию в навигационно-технических инспекциях ОСВОДа в порядке, устанавливаемом законодательством союзных республик.

10.1.6. Для управления маломерными судами с механическим двигателем любой мощности и водоизмещения независимо от района плавания допускаются лица, имеющие удостоверение на право управления. Удостоверение выдается после сдачи экзаменов в квалификационных комиссиях, создаваемых в порядке, устанавливаемом законодательствами союзных республик.

10.1.7. Общие требования техники безопасности при работе на плавсредствах регламентируются «Правилами плавания по внутренним судоходным путям», в соответствии с которыми при производстве гидрологических наблюдений и работ запрещается [16]:

двигаться в тумане или других неблагоприятных метеорологических условиях, когда из-за отсутствия видимости ориентирование невозможно;

подходить к транспортному и техническому флоту, пересекать их курс или следовать рядом;

самовольная подбуксовка моторных, парусных, гребных лодок и катеров к транспортному, техническому и вспомогательному флоту (баржам), земснарядам и т. д.;

управлять судном в нетрезвом состоянии, а также перевозить на судне лиц в нетрезвом состоянии;

выходить на гребной лодке в темное время суток без сигнального белого фонаря, а при работе под мотором любой мощности — без сигналов, записанных в судовом билете;

подходить к плавучим знакам судоходной обстановки и навигационного оборудования и швартоваться за них;

передоверять управление судном лицу, не имеющему на это права;

заниматься браконьерством и перевозным промыслом;

купаться с судна или лежать в судне, оставляя без наблюдения окружающую акваторию.

10.1.8. При выполнении гидрометрических работ необходимо правильно размещать в лодках приборы, рабочее оборудование и

выполняющий измерения персонал. Наиболее рациональное их размещение приводится на рис. 15.

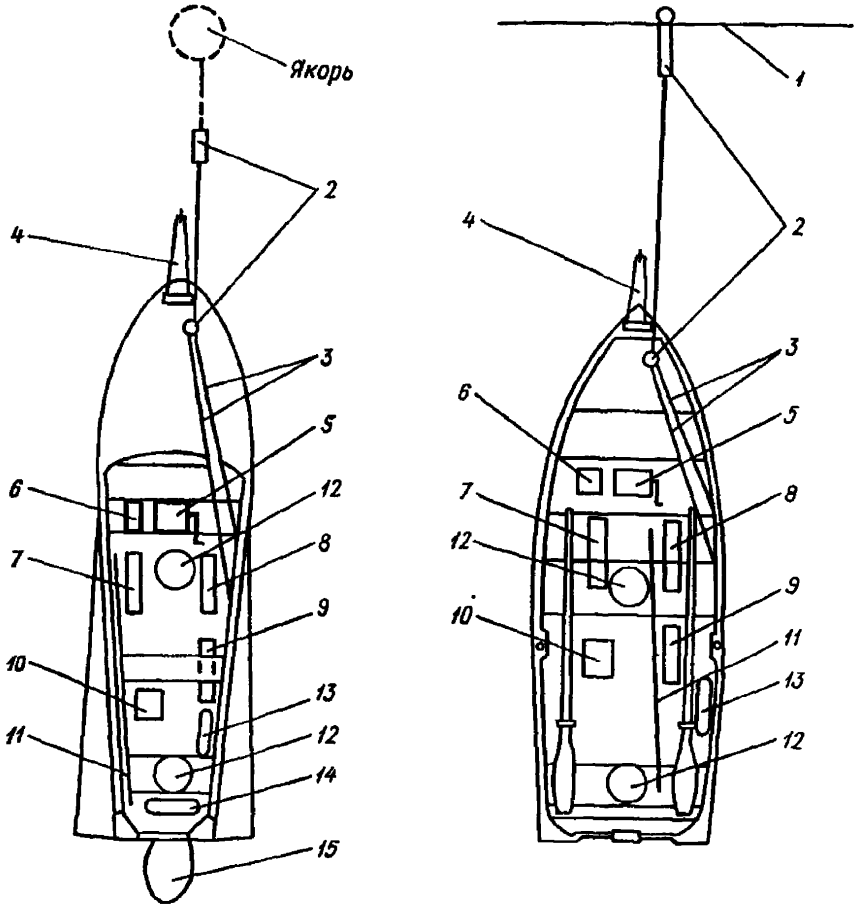


Рис. 15. Пример рационального размещения оборудования в лодке.

1 — ездовой канат, *2* — механизм гибкого крепления, *3* — поводки механизма, *4* — рама откидная, *5* — лебедка гидрометрическая, *6* — вертушка, *7* — груз гидрометрический, *8* — батометр-бутылка в грузе, *9* — прибор для взятия проб донных отложений, *10* — ящик с бутылками для проб взвешенных наносов, *11* — штанга гидрометрическая, *12* — наблюдатели, *13* — круг спасательный, *14* — бак топливный, *15* — мотор подвесной.

10.1.9. Для обеспечения безопасности перед началом гидрометрических работ необходимо проверить техническое состояние оборудования гидрометрического створа, плавсредств, наличие и исправность спасательных средств, исправность гидрологических приборов. При использовании лодочных или паромных переправ на ездовых металлических канатах необходимо применять специальные приспособления, гарантирующие безопасность выполнения

работ. В комплект этих приспособлений должны входить механизм гибкого крепления лодки к канату (ГР-78) и откидная рама (ГР-76), описание которых приводится в приложениях 8, 9.

10.2. Охрана труда при выполнении наблюдений на наледях

10.2.1. Природные особенности наледных массивов, процессы, протекающие при формировании наледей зимой и разрушении льда в теплое время года, в ряде случаев существенно осложняют производство работ и повышают вероятность производственного травматизма. Зимой наледеобразующие воды растекаются по поверхности льда, в связи с чем участок реки, наледная поляна, «парит» при низких значениях температуры воздуха. Для наблюдателя это создает двойную опасность: возможность обморожения лица и легких при сильном морозе и высокой влажности воздуха и обморожения ног при передвижении по участкам наледи, залитым водой, если обувь не имеет защитного покрытия. Кроме того, зимой возможны адвективные туманы с видимостью менее 2 м. В таких случаях рекомендуется: сокращать время пребывания на участках со слоем воды на льду; не проводить работы в тумане с малой видимостью; выполнять ледомерные съемки в специальной или резиновой обуви с меховым или войлочным чулком; соблюдать осторожность при переходе участков с водой поверх льда.

10.2.2. Поверхность наледи сразу после замерзания наледеобразующих вод обычно представляет собой гладкую, скользкую поверхность, в связи с чем передвигаться по ней следует с большой осторожностью, особенно при сильном ветре.

10.2.3. Определенная степень опасности связана с наледными буграми, формирующимися под воздействием напора наледеобразующих вод. Если напор превысит прочность льда, наледный бугор взрывается, куски и даже глыбы льда весом в несколько, иногда десятки тонн разбрасываются на десятки метров. Наиболее часто наледные бугры взрываются в конце зимнего периода. Эту опасность следует иметь в виду при производстве наблюдений за наледями речных и подземных вод.

10.2.4. Зимой на реках пьезометрический уровень воды часто устанавливается выше поверхности ледяного покрова вследствие гидростатического напора подледного потока, в результате чего и формируются наледи речных вод. С точки зрения безопасности работ это необходимо учитывать при бурении льда в период выполнения ледомерных съемок в связи с двумя обстоятельствами: во-первых, на отдельных участках реки напор воды может быть настолько большим, что водяной фонтан выбросит куски еще не пробуренного льда из скважин и, во-вторых, вышедшая на поверхность вода замочит обувь и одежду наблюдателей, а также затруднит выполнение последующих ледомерных работ на участке.

Такие скважины целесообразно тампонировать — забивать деревянными пробками, что позволит выполнить здесь намеченный объем наблюдений в относительно безопасных условиях и исключит создание «искусственной» наледи. Аналогичные случаи бывают при бурении наледей подземных вод, в толще которых имеются пустоты, заполненные наледеобразующими водами или воздухом под давлением. Кроме того, во второй половине зимы на поверхности наледей подземных вод формируются так называемые водно-ледяные гряды — участки поверхности льда высотой до 0,5—0,7 м и площадью в сотни квадратных метров. Циркулирующие в них наледеобразующие воды расположены на небольшой глубине и находятся под напором, увеличивающимся во времени. При значительном понижении температуры воздуха стенки гряд разрушаются, из образовавшегося отверстия длиной до 20—30 м вырывается поток воды с расходом до нескольких кубических метров в секунду. Его энергия такова, что куски льда оказываются отнесенными на десятки метров от места прорыва. Такие явления происходят довольно часто и представляют определенную опасность для наблюдателей. Не рекомендуется находиться длительное время в зонах развития водно-ледяных гряд, особенно в периоды усиления мороза.

10.2.5. В конце зимы запаса холода недостаточно для замерзания наледеобразующих вод, в связи с чем они часто текут по поверхности наледи широким потоком глубиной в отдельных местах до 0,5—0,8 м и более. В таких случаях ледомерные съемки с пересечением водных потоков должны выполнять два наблюдателя, связанные страховочной веревкой.

10.2.6. Весной на пониженных участках наледей подземных вод образуются так называемые наледные болота — смесь кристаллов льда с талыми наледными и снеговыми водами. Эта рыхлая масса глубиной до 1 м представляет опасность при передвижении по наледи, поскольку ее довольно трудно определить по внешним признакам — наблюдатель может внезапно провалиться в болото. Особенно опасны наледные болота в тех местах, где речные воды выходят на поверхность наледи. Лед здесь обычно имеет желтоватый оттенок.

10.2.7. Наиболее опасно передвижение по наледям подземных вод и особенно по наледям в гольцовом поясе во время бурного весеннего снеготаяния, при прохождении гляциальных селей и значительных дождевых паводков. Потоки воды, несущейся по поверхности льда с большой скоростью, нередко имеющие значительную глубину, интенсивно разрушают наледь, прорезают ее до основания, несут обломки и глыбы льда. В таких природных ситуациях не рекомендуется проводить работы на наледи.

10.2.8. Нередко в первой половине летнего сезона в теле наледей подземных вод и под ними образуются подледные каналы стока. Вода размывает лед снизу, особенно интенсивно в период

дождей, в результате сравнительно тонкий слой льда над каналами обрушивается вниз под собственной тяжестью. Опасность связана с тем, что процесс разрушения скрыт от глаз наблюдателя, он может случайно оказаться на таком участке в момент обрушения. В связи с этим рекомендуется до минимума ограничить передвижение людей по наледи во время прохождения дождевых паводков. Возможные места обрушения иногда можно определить по шуму воды, текущей подо льдом. Не рекомендуется переходить водотоки по ледяным нависающим «мостам».

10.2.9. Определенную осторожность необходимо соблюдать при работах у обнажений (вертикальных стенок) льда, образованных водотоками после того, как они прорежут наледь до основания. Текущая вода продолжает размывать лед в зоне его контакта с поверхностью наледной поляны в сторону поперечного уклона последней, что приводит к образованию ледяных карнизов разной толщины. Карнизы обрушиваются в водоток под собственной тяжестью. Нередко летом на наледи можно слышать своеобразную канонаду и видеть столбы воды, поднимающейся вверх на несколько метров от падающих вниз ледяных глыб, иногда весьма внушительных по размерам. В таких случаях опасность подстерегает наблюдателя, стоящего не только внизу у места возможного обрушения льда, но и находящегося на поверхности наледи у кромки обнажения. Поэтому не рекомендуется подходить к краю обнажения, предварительно не осмотрев состояния льда снизу. Опасно также передвигаться по узким протокам с нависающими карнизами льда толщиной более 1 м.

10.2.10. Летом на наледях подземных вод часто наблюдаются адвективные туманы, особенно в вечерние, ночные и утренние часы. Нередко они бывают настолько густыми, что видимость сокращается до нескольких метров. В таких условиях резко уменьшается возможность ориентироваться в пространстве, повышается опасность угодить в трещину, промоину, наледное болото и пр., особенно в ночное время. Работы на наледи в тумане должны выполнять два наблюдателя, находящиеся друг от друга в пределах видимости. Ночью они должны быть снабжены сильными электрическими фонарями.

10.2.11. Не рекомендуется переправляться вброд через наледные ручьи и другие водотоки с ледяным руслом при скорости течения больше 0,5 м/с и глубине воды больше 0,5 м без страховки шестом или веревкой с берега.

10.2.12. В любую погоду работать на наледях необходимо в солнцезащитных очках.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Обязательное

ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА, ЗА КОТОРЫМИ ДОЛЖНЫ ПРОИЗВОДИТЬСЯ НАБЛЮДЕНИЯ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСТАХ

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
		1. Ледовые явления (группа 5 кода КН-15)
		1.1. Образование и разрушение ледяного покрова (соответствует периодам замерзания и вскрытия)
511	Сало	Поверхностные первичные ледяные образования, состоящие из иглообразных и пластинчатых кристаллов льда, по внешнему виду напоминающие пятна застывшего жира на воде. Появляются с наступлением отрицательных температур воздуха
512	Снежура	Плавающие в воде комковатые скопления снега в виде рыхлой вязкой массы. Образуется при обильном выпадении снега на охлажденную водную поверхность
513	Забереги (первичные, наносные); припай, шириной менее 100 м — для озер и водохранилищ	Полосы льда, смерзшиеся с берегами рек и водоемов при незамерзшей основной части водного пространства. Покрытость водного пространства забегами измеряется в баллах
514	Припай, шириной более 100 м—для озер и водохранилищ	Полосы льда, смерзшиеся с берегами озер и водохранилищ, шириной более 100 м
515	Забереги нависшие	Полосы льда, смерзшиеся с берегами и несоприкасающиеся с водной поверхностью, образуются в результате снижения уровня воды
516	Ледоход; для озер и водохранилищ — дрейф льда; снегоход — для пересыхающих рек	Движение льдин, ледяных полей, спрессованных глыб снега и других ледяных образований под действием течения или ветра
517	Ледоход, лед из притока, озера, водохранилища	См. 516. Наблюдается позже прохождения льда основной реки (местного ледохода). Ледяной материал часто отличается по внешнему виду (цвет, размеры)
518	Ледоход поверх ледяного покрова	См. 516. Наблюдается обычно в весенний период на промерзающих реках или реках с мощным ледяным покровом, смерзшимся с берегами. Особенно часто встречается на горных реках и реках, текущих с юга на север
519	Шугоход	Движение шуги по поверхности или внутри водного потока. Покрытость водного пространства шугой (густота) измеряется в баллах
520	Внутриводный лед	Скопление первичных кристаллов льда различных размеров и формы, разрозненных или смерзшихся между собой в виде губчатой, рыхлой непрозрачной массы. Образуется при переохлаждении воды и интенсивном перемешивании на различных глубинах и дне

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
521	Пятры	Скопление донного льда, прочно скрепленное с дном реки и достигшее водной поверхности, часто имеет грибовидную форму
522	Осевший лед	Лед, осевший на дно в прибрежной зоне, у островов и на отмелях при понижении уровня воды
523	Навалы льда на берегах (ледяные навалы)	Нагромождения льдин на берегах и в пойме рек, на берегах озер и водохранилищ. Образуются на реках в период ледохода и при заторах. На водохранилищах навалы формируются под влиянием ветра
524, 525, 526	Ледяная перемычка	Короткий участок ледяного покрова, образующийся на малых реках, в местах смыкания забереговь, а на больших реках вследствие остановки и смерзания плывущих льдин и шуги. Может наблюдаться в створе поста (524), выше него (525) или ниже (526)
530, 531	Затор льда	Нагромождение льда в русле реки, вызывающее стеснение живого сечения и существенный подъем уровня воды выше данного скопления. Относительно поста затор может находиться выше (530) или ниже (531). В зависимости от этого на посту наблюдается соответственно резкий спад или подъем уровня
532	Затор льда искусственно разрушается	Разрушение затора с помощью бомбардировки, подрыва, ледокола или других технических средств
534, 535	Зажор льда	Скопление шуги и мелкобитого льда в русле реки, вызывающее стеснение живого сечения и существенный подъем уровня выше данного скопления. Относительно поста зажор может находиться выше (534) или ниже (535). В зависимости от этого на посту наблюдается соответственно резкий спад или подъем уровня
536	Зажор льда искусственно разрушается	Разрушение зажора с помощью технических средств или иных воздействий
537	Вода на льду	Скопление стоячей воды на ледяном покрове, образующееся во время оттепелей от таяния снега на льду, от берегового стока талой воды или за счет воды, выступившей из-под ледяного покрова
538	Вода течет поверх льда	Поток воды на ледяном покрове вдоль берегов или по всей ширине. Наблюдается при наледях, во время оттепелей перед вскрытием
539	Закраины	Полосы открытой воды вдоль берегов, образующиеся перед вскрытием в результате таяния льда, отхода его от берегов, повышения уровня воды
540	Лед потемнел	Изменение цвета ледяного покрова перед вскрытием после того, как снег на льду растаял
541	Снежница	Неподвижная вода на льду, образующаяся в результате таяния снега при длительных оттепелях
542	Лед подняло (вспучило)	Всплывание ледяного покрова без его разламывания при повышении уровня воды. Возможно отделение льда от берегов

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
543	Подвижка льда	Небольшие перемещения ледяного покрова на отдельных участках реки (водоема) под действием течения, ветра, а также подъема уровня
544	Разводья	Пространства открытой воды в ледяном покрове, образующиеся в результате подвижек льда
545	Лед тает на месте	Очищение реки (водоема) ото льда без ледохода, путем теплового разрушения льда. Наблюдается на малых реках, а также озерах и водохранилищах
546	Забереги остаточные	Полосы неподвижного льда, оставшиеся у берегов весной при разрушении ледяного покрова
547	Наслуд	Лед, образующийся при замерзании талой воды на ледяном покрове после оттепели
548	Битый лед — для озер водохранилищ, устьевых участков рек	Плавающие льдины неправильной формы. Различают крупнобитый (размером от 20 до 100 м в поперечнике) и мелкобитый (размером от 2 до 20 м) лед
549	Блинчатый лед — для озер, водохранилищ, устьевых участков рек	Льдины округлой формы диаметром от 0,5 до 2—3 м, имеющие по краям валик из измельченного льда
550	Ледяные поля — для озер, водохранилищ, устьевых участков рек	Отдельные плывущие льдины или участки ледяного покрова, имеющие большие размеры, порядка десятков и сотен метров в поперечнике
551	Ледяная каша — для озер, водохранилищ, устьевых участков рек	Скопление мелкораздробленного льда с включением снежуры, шуги, сала
552	Стамуха	Торосистое образование, осевшее на мели при разрушении ледяного покрова На больших озерах и в устьях рек высота надводной части стамухи может доходить до 10 м, на средних водоемах — не превышает 3 м
553	Лед относит (отнесло) от берега — для озер, водохранилищ	В соответствии с названием
554	Лед прижимает (прижало) к берегу — для озер, водохранилищ	В соответствии с названием
		1.2. Ледостав — неподвижный ледяной покров на поверхности водотока или водоема
563	Ледостав неполный	Участки с ледяным покровом, образованным путем смерзания заберегов, чередуются с участками чистой воды Для озер и водохранилищ у берегов — ледостав, на середине — чисто
564	Ледяной покров с полыньями (промоинами, пропаринами)	В ледяном покрове остались (или вновь образовались) пространства с открытой водной поверхностью. Наблюдается в местах с быстрым течением, в местах выхода грунтовых вод, нижних бьефах ГЭС, в местах сброса теплых вод промышленных предприятий и в истоках рек

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
565	Ледостав, ровный ледяной покров	В соответствии с названием
566	Ледостав, ледяной покров с торосами	Ледяной покров, имеющий на поверхности нагромождения смерзшихся льдин, образовавшихся в результате подвижек и сжатия ледяного покрова
567	Ледяной покров с грядами торосов для водохранилищ	Ледяной покров, имеющий на поверхность нагромождения смерзшихся льдин в форме валов высотой более 1 м, простирающихся на несколько километров
568	Шуговая дорожка	Часть ледяного покрова, образовавшаяся из смерзшейся шуги в виде продольной полосы между заберегами. Лед шуговой дорожки обычно торосистый
569	Подо льдом шуга	Скопления под ледяным покровом неподвижной или малоподвижной шуги (внутриводного льда)
570	Трещины в ледяном покрове	Разрывы в ледяном покрове, образующиеся под влиянием колебаний температур воздуха и уровня воды, подвижек и других причин
571	Наледь	Ледяное образование, возникшее в результате выхода воды на поверхность льда и ее замерзания. Возникает вследствие стеснения водного сечения нарастающим ледяным покровом и промерзания русла в мелких местах. Наледь может возникнуть в результате выхода грунтовых вод и их замерзания
572	Лед нависший (ледяной мост)	Участок ледяного покрова, отделившийся от водной поверхности при понижении уровня воды и опирающийся на берега. Образуется вследствие резкого падения уровня при ледоставе
573	Лед ярусный	Ледяной покров, состоящий из отдельных слоев, между которыми находится вода или воздушная прослойка. Наблюдается либо на реках с интенсивными колебаниями уровня воды, когда на водной поверхности, возникшей над ледяным покровом, успевает образоваться новый ярус ледяного покрова; либо при неоднократных перегрузках ледяного покрова снегом и частичного промерзания разлившейся по поверхности льда воды
574	Лед на дне	Лед на дне водного потока, оставшийся вследствие предшествующего промерзания реки, либо предшествующего смерзания с дном осевшего льда
575	Река (озеро) промерзла	Все сечение реки до дна заполнено льдом. Наблюдается первоначально на мелководных участках реки и является результатом прекращения поверхностного руслового стока воды вследствие уменьшения или полного истощения подземного питания. При этом сток может перейти в подрусловой или наледный
576	Лед искусственно разрушен (ледоколом, взрыванием и другими техническими средствами)	В соответствии с названием. Должно быть пояснено вторым состоянием водного объекта, указывающим, что наступило после искусственного разрушения льда

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
577	Наледная вода	Скопление стоячей или текущей воды, наблюдающееся во время сильных морозов и приводящее к образованию наледи
		2. Дополнительные сведения о состоянии водного объекта (группа 6 кода КН-15)
600	Чисто	Отсутствие на участке поста ледяных образований, лесосплава, водной растительности, русловых и береговых деформаций, снежных завалов, резких изменений характера течения, вызванного как природными явлениями, так и хозяйственными мероприятиями
		2.1. Лесосплав
611	Лесосплав	Транспортировка леса по течению реки молем (россыпью — отдельно плывущие бревна). Для характеристики состояния реки при лесосплаве оценивается его густота в баллах по степени покрытия водной поверхности плывущим лесом
		Используется три характеристики: 1—3 балла — редкий, 4—6 баллов — средний, 7—10 баллов — густой
614, 615	Залом леса	Завал, возникающий на мелководных или узких участках русел рек в результате скопления вымытых и проносимых рекой деревьев, а также отдельных пней, веток и т. п. Иногда образуется при молевом сплаве леса. Сопровождается существенным подъемом уровня выше залома. Относительно поста залом может находиться выше (614) или ниже (615). В зависимости от этого на посту наблюдается резкий спад или подъем уровня
		2.2. Зарастание
622	Растительность у берега	Растительность у берегов или на затопляемой пойме при поднявшемся уровне, влияющая на условия протекания воды
623	Растительность по всему сечению потока	Водная растительность распространена по длине и ширине участка реки сплошь
624	Растительность по сечению потока пятнами	Водная растительность распространена на участке поста в русле пятнами
625	Растительность стелется по дну	В соответствии с названием
626	Растительность у гидроствора выкошена	В соответствии с названием. Растительность выкашивается для измерения расхода воды. Указывается в КГ-1М(Н), если гидроствор совмещен со створом гидрологического поста или находится в непосредственной близости от него
627	Растительность легла на дно (осенью)	В соответствии с названием. Этот момент важен, так как полегшая растительность оказывает меньшее сопротивление потоку
628	Растительность занесена илом (во время спуска рыбных прудов и т. д.)	В соответствии с названием

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
629	Растительность погибла в результате загрязнения реки	В соответствии с названием
		2.3. Русловые процессы
635, 636, 637	Обвал (оползень) берега—выше, в створе или ниже створа соответственно	Отрыв и падение (сползание) в русло больших масс грунта, слагающих берег. Относительно поста обвал (оползень) может находиться выше, в створе или ниже. В зависимости от этого на посту может наблюдаться спад или подъем уровня. Явление относится к числу береговых деформаций
638	Дноуглубительные работы в русле	Вид хозяйственного воздействия на русло, связанный с изъятием грунта из русла реки. Может осуществляться землечерпанием, средствами гидромеханизации, взрывными средствами при скальных грунтах, слагающих русло. Относится к числу донных деформаций
639	Намывные работы в русле	Вид хозяйственного воздействия на русло, связанный с введением дополнительного грунта в русло реки. Осуществляется обычно средствами гидромеханизации. Грунт для намывки берется из других частей русла, поймы или берега. К этому виду работ относится также обвалование (ограждение русла земляными валами, располагающимися вдоль реки; применяется для предохранения местности от затопления). Относится к числу донных деформаций
640	Проведена расчистка русла	Мероприятие, направленное на придание руслу более правильной геометрической формы. Применяется для улучшения условий судоходства. На малых реках проводится для повышения точности измерения расходов воды
641	Русло реки сужено на гидростворе для измерения расхода воды	В соответствии с названием. Отмечается в книжке КГ-1М(Н), если гидроствор расположен в створе поста или непосредственной близости от него
642, 643	Коса	Низкая намывная полоса суши, причлененная одним концом к берегу. Сложена песком, галькой и другими легко размываемыми грунтами. Коса может в результате руслового процесса как образоваться (642), так и размыться (643)
644, 645	Осередок	Отделенные от берега скопления наносов в русле реки в виде невысоких, обычно лишенных растительности, затопленных или частично обнаженных подвижных островов и отмелей, преимущественно продолговатой, вытянутой формы. Осередок образуется (644) или размывается (645) в результате руслового процесса
646, 647	Остров	Участок суши, окруженный водой, обычно покрытый растительностью. Остров в результате руслового процесса может как образоваться, так и размыться. Острова, в отличие от осередков, затопляются только при редко наблюдаемых уровнях воды

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
648	Смещение русла в плане	Блуждание русла в пределах долины реки. Проявление руслового процесса, относимое к плановым деформациям
		2.4. Прочие сведения
652, 653, 654	Снежный завал	Перекрытие русла реки массой снега, упавшей или сползшей с горных склонов в виде лавины или нанесенной ветром. Относительно поста может располагаться выше (652), ниже (654) или в створе (653)
655	Прорыв снежного завала	Разрушение текущими водами снежного завала, перекрывшего русло реки
656	Прохождение селя	Прохождение на горных реках кратковременного с большой разрушительной силой паводка с очень большим содержанием минеральных частиц и обломков горных пород. Различают грязевые, грязекаменные и водокаменные сели
657	Течение реки изменилось на противоположное	Изменение направления течения реки. Наблюдается в устьях рек, впадающих в море, с приливно-отливными явлениями. Имеет место на реках с малыми уклонами, под действием ветра, временного подпора от впадения ниже лежащего крупного притока и т. п.
658, 659	Сгон (нагон) воды — для устьевых участков рек	Перемещение водных масс из водоема в реку и обратно под влиянием ветра. Сопровождается понижением (сгон) или повышением (нагон) уровня
660	Река пересохла	Полное прекращение стока в русле реки; наступает в периоды, когда вследствие большой водопоглощающей способности почвы от дождей не возникает сколько-нибудь значительного поверхностного стока
661	Волнение слабое, 1 балл	На больших реках высота волны от 0,1 до 0,25 м. На горных реках течение спокойное, поверхность воды ровная или имеется мелкая зыбь
662	Волнение умеренное, 2—3 балла	На больших реках на поверхности волны появляются пена и гребешки. Высота волны 0,26—1,25 м. На горных реках течение неспокойное, поверхность воды неровная, появляются пенистые гребешки
663	Волнение сильное, 4 балла и более	На больших реках вся поверхность воды покрыта большими ($h_в > 1{,}25$ м) волнами и с гребней срывается и стелется на поверхности белая пена. На горных реках течение бурное, поверхность воды почти сплошь покрыта белой клубящейся пеной
664	Стоячая вода (перемерз или пересох расположенный выше или ниже перекат)	Вода, заполняющая плесовый участок русла реки при отсутствии стока вследствие пересыхания (промерзания) реки на перекате или перекрытия русла глухой перемычкой (временной плотиной)
665	Стоячая вода подо льдом	То же при наличии ледостава

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
666	Прекратилась лодочная переправа	В соответствии с названием. При описании состояния водного объекта эти сведения сообщаются как вспомогательные и обязательно сопровождаются данными о других состояниях водного объекта
668	Началось пешее сообщение	
669	Началось движение транспорта по льду	
670	Прекратилось движение транспорта по льду	
671	Началась лодочная переправа	
672	Подпор от озера, реки	
673	Начало навигации	
674	Конец навигации	
		2.5. Хозяйственные мероприятия
677, 678	Забор воды	Изъятие воды из водного объекта для использования ее в хозяйственных или бытовых целях. Сооружение водозабора может находиться выше (677) или ниже (678) поста
679, 680	Забор воды прекратился	В соответствии с названием. Отменяет действие предыдущих явлений 677, 678
681, 682	Сброс воды	Возврат в водный объект вод, ранее изъятых из него, другого бассейна, подземных вод для использования в хозяйственных или бытовых целях. Сбросное сооружение может находиться выше (681) или ниже (682) поста
683	Сброс воды прекратился	В соответствии с названием. Отменяет действие предыдущих явлений 681, 682
685, 686	Плотина (перемычка, запруда, дамба)	Гидротехническое сооружение, перегораживающее реку. Выше сооружение создает подпор (повышение уровней). Ниже сооружения может быть сухое русло, заполненное водой, сбрасываемой через плотину. Плотина относительно поста может находиться выше (685) или ниже (686) по течению реки
687, 688	Разрушена плотина (перемычка, запруда, дамба)	В соответствии с названием. В результате разрушения образуется волна — снижение уровня выше сооружения и повышение ниже. После прохождения волны код не употребляется
689	Подпор от засорения русла. Подпор от мостовых переправ	Повышение уровня воды, сопровождаемое уменьшением скорости течения и уклонов в некотором сечении или на участке потока. Причинами возникновения подпора могут быть: повышение уровня в расположенном ниже озере (море), на впадающем ниже притоке при прохождении паводка, наличие в русле любых как искусственных, так и естественных препятствий

Код	Название явления (вида, состояния водного объекта)	Определение понятия
691	Попуски воды из озера, водохранилища	Искусственные сбросы воды из водохранилища, характеризующиеся резким изменением гидравлических характеристик в течение сравнительно короткого периода времени; осуществляются для целей энергетики, а также для повышения или понижения расходов, уровней и глубин нижележащих участков в связи с запросами народного хозяйства, судоходства, орошения, водопользования и т. д.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Обязательное

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ И РАДИУСА КОРРЕЛЯЦИИ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

1. Обозначения:

C_y — коэффициент вариации случайного процесса $y(t)$:

$$C_y = \sigma(y)/\overline{y}, \tag{58}$$

где $\sigma(y)$ — среднеквадратическое отклонение функции $y(t)$ от нормы $\overline{y}$;

$R(\tau)$ — автокорреляционная функция (АКФ) процесса $y(t)$;

τ — радиус корреляции процесса $y(t)$.

Для п. 2.2.3, 2.4 7:

$y(t) \equiv v(t)$ — функция продольной составляющей скорости от времени для некоторой точки сечения потока;

$C_y \equiv$ Ка — число Кармана, среднее для сечения;

$\tau_к \equiv T_к$ — среднее время корреляции.

Для п. 2.3.3:

$y(t) \equiv h(x)$ — функция глубин потока от положения промерной вертикали на продольнике;

$C_y \equiv C_h$,

$\tau_к \equiv \xi$.

2. Экспериментальное обоснование

При оценке Ка и $T_к$ на трех характерных вертикалях в гидростворе (на стрежне, расстоянии от уреза $0{,}2B$ и $0{,}8B$) следует измерить скорость потока $v(t)$ на заглублении $0{,}6h$ однооборотной вертушкой при непрерывной регистрации суммы оборотов с интервалом $\Delta t = 5$ с в течение 300 с.

При оценке C_h и ξ на трех характерных продольниках (на стрежне, расстоянии от уреза $0{,}2B$ и $0{,}8B$) выполняются промеры глубин $h(x)$ с постоянным шагом $\Delta x \approx 0{,}5h_{ср}$ не менее чем в 50 точках ($h_{ср}$ — средняя глубина продольника).

3. Вычисление характеристик C_y и $\tau_к$

Основной способ

По эмпирической выборке $y(t)$ с помощью ЭВМ (на основе стандартного программного обеспечения) рассчитывается АКФ $R(\tau)$

Расчет $R(\tau)$ можно выполнить и вручную по приближенной формуле

$$R(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{N_\tau} \Delta y_i \Delta y_i'}{N_\tau [\sigma(y)]^2}, \tag{59}$$

где τ — сдвиг исходного ряда $y(t)$ (смещение относительно самого себя на $\tau/\Delta t$ членов);

Δy_i и $\Delta y_i'$ — отклонения исходного и сдвинутого рядов на участке взаимного перекрытия от нормы $\overline{y}$ — среднего арифметического исходного ряда $y(t)$;

N_τ — длина участка (количество членов) взаимного перекрытия исходного и сдвинутого рядов.

Вычисления по формуле (59) рекомендуется производить при сдвигах $\tau/\Delta t = 1, 2, 3, \ldots, 10$, что позволяет получить 11 значений $R(\tau)$. При сдвиге $\tau/\Delta t = 0$ $R(\tau) = 1$.

Радиус корреляции $\tau_к$ является интегралом от значений АКФ $R(\tau)$ на интервале τ от 0 до $+\infty$. Для практики достаточно рассчитать $\tau_к$ на интервале $(\tau/\Delta t)$ от 0 до 10 по приближенной формуле

$$\tau_к \approx \Delta t [1 + R(\Delta t) + R(2\Delta t) + \ldots + R(10\Delta t)], \tag{60}$$

где Δt — принятый интервал дискретизации процесса $v(t)$ или $h(x)$, соответственно в секундах или в метрах.

Расчет $\sigma(y)$ в формулах (58) и (59) выполняется по полным рядам (длиной $N \geqslant 50$ членов) по формуле

$$\sigma(y) = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} \Delta y_i^2 \right)^{0,5}. \qquad (61)$$

Упрощенный способ

Оценка C_y:

рассчитывается среднее из двух наибольших отклонений ряда от нормы $\Delta y_{макс}$;

вычисляется $\sigma(y) \approx 0,5\Delta y_{макс}$;

определяется C_y по формуле (58).

Оценка $\tau_к$:

определяется средний период T колебаний ряда $y(t)$ относительно нормы $\overline{y}$;

вычисляется $\tau_к \approx 0,5T$.

Значения C_y и $\tau_к$ для всего сечения рассчитываются как среднее арифметическое из значений, полученных на трех характерных вертикалях (для Ка и $\tau_к$) или продольниках (для C_h и ξ).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Справочное

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛЯКА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА УРОВНЕМ ВОДЫ СО ЛЬДА

Тепляк *1*, изображенный на рис. 16, устанавливается в зоне непромерзающего потока *2* и снаружи обкладывается снегом *3*. В лунке помещается подвесная рейка *4* с грузом 30–40 кг *5* и противовесом 10—15 кг *6*, перекинутым

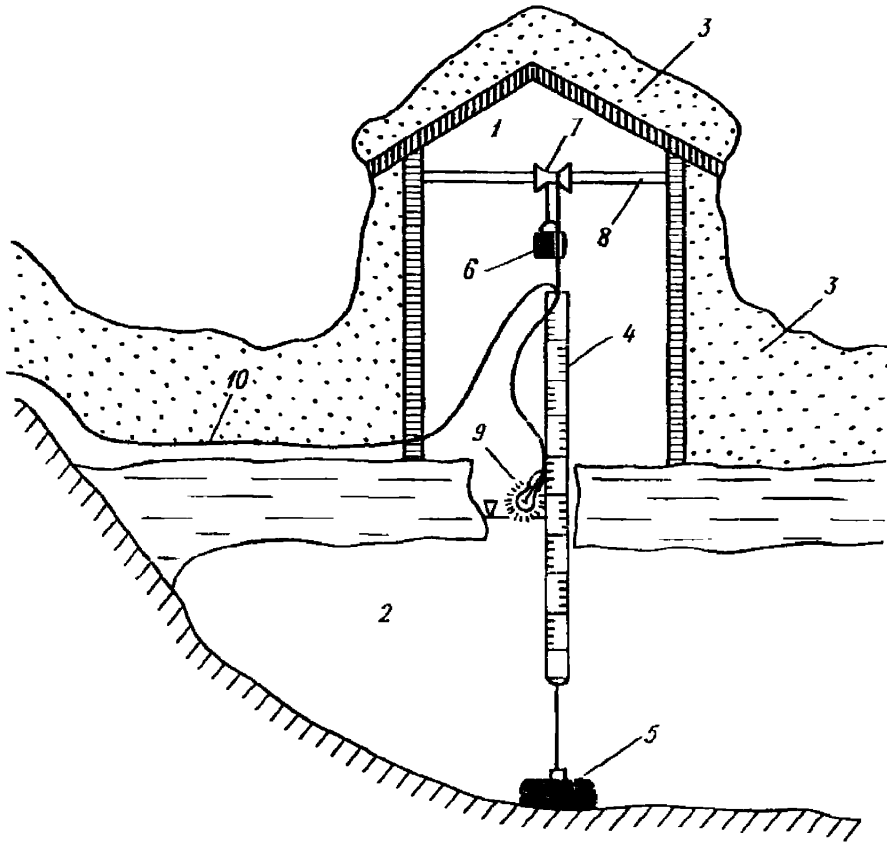


Рис. 16. Тепляк (утепленный балок) для наблюдений за уровнем воды со льда.

на канате через ролик *7* опорной балки *8*. Тем самым обеспечивается фиксированное относительно дна положение рейки при изменении уровня воды и толщины льда. В лунке над поверхностью воды укрепляется электролампочка *9* мощностью 60—100 Вт с проводом электропитания *10*. Благодаря выделяемой ею теплоте вблизи шкалы отсчетов уровня поддерживается майна, достаточная для отсчетов уровней без дополнительной очистки лунки. Нуль рейки увязывается с нулем поста. Приводка регулярно контролируется в течение зимы обычными методами [2, 6]. Аналогичный принцип поддерживания майны на уровенном посту может применяться и на постах без подвесной рейки. При необходимости дополнительной теплоизоляции лунка над лампочкой утепляется крышкой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЫЧАЖНО-ПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГИДРОМЕТРИЧЕСКОЙ ВЕРТУШКИ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА ПОДО ЛЬДОМ

(конструкция В. А. Ременюка)

Устройство (рис. 17) крепится на гидрометрической штанге вплотную к поддону при помощи муфты *1* и прижимного винта *2*. С муфтой соединена подвижная в вертикальной плоскости рама (вид 1), состоящая из щечек *3* и *14*, цилиндрического элемента *11* со штоком с резьбой *12*, на который наворачивается гайка *4*, запирающая щечку *14*. Цилиндрический элемент *11* жестко соединен со щечкой *3*, и на нем крепится вертушка *6*. В щечке *3* находится отверстие *13*, за которое фиксируется тросик *7*. При натяжении тросика рама с вертушкой устанавливаются в рабочем положении (рис. 17 *б*), дойдя до упора *9* — горизонтальной планки, приваренной к муфте *1*. В натянутом положении тросик с коушем *8* фиксируется на стандартном указателе направления вертушки *10*.

Такая схема крепления вертушки обеспечивает разворот ее контактных винтов *6* в горизонтальной плоскости. В связи с этим для обеспечения неподвижного положения вертушки относительно щечки *3* цилиндрический элемент *11* рамы выполняется с уплощенной внутренней стороной *А*.

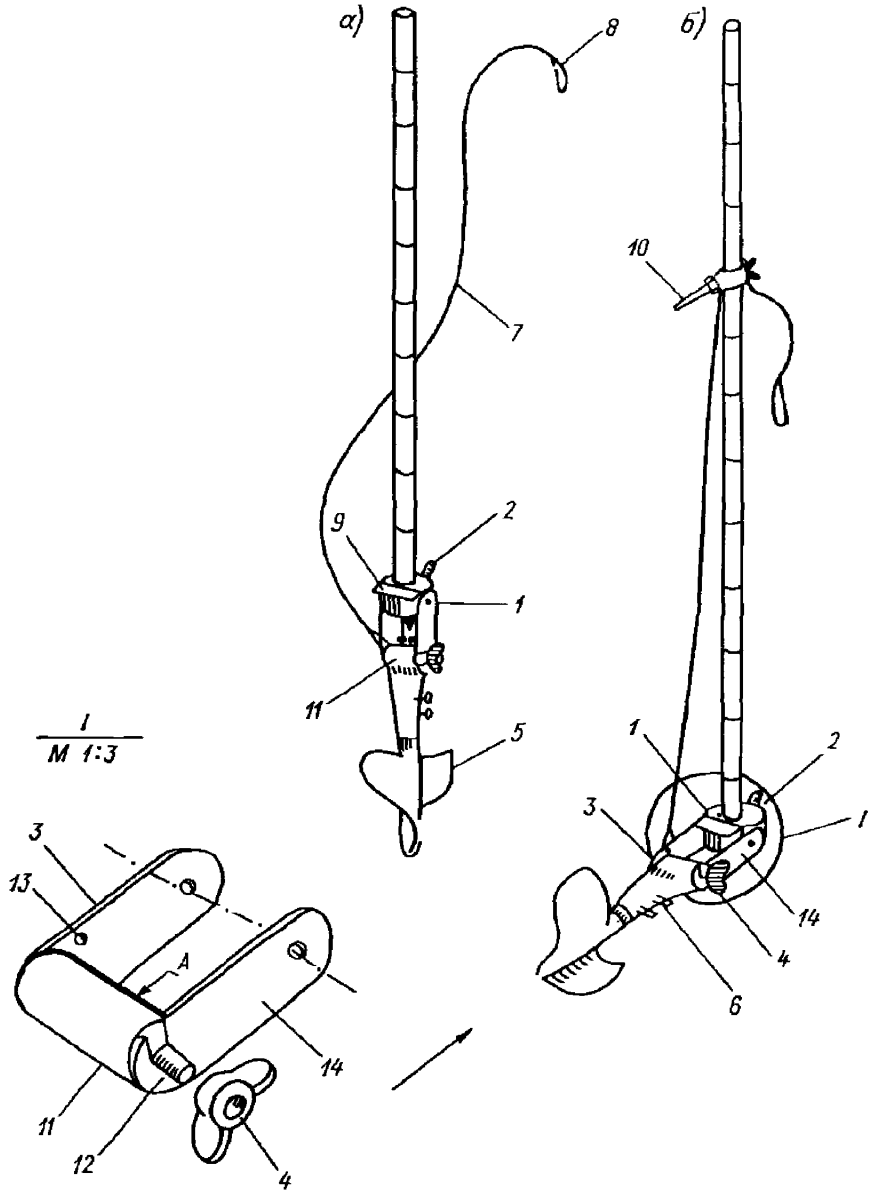


Рис. 17. Рычажно-поворотное устройство.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Справочное

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ГИДРОТЕРМОБУРА И УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Принцип действия гидротермобура основан на разрушении ледяного покрова под направленным действием горячей воды [17].

Рабочим инструментом бура является тонкая медная или стальная трубка-игла (рис. 18) с внутренним диаметром 3—5 мм и суживающимся до 1,0—1,5 мм концом-соплом *1*. Длина иглы зависит от толщины пробуриваемого льда. К игле по прочной соединяющей резиновой трубке подводится из резервуара горячая вода.

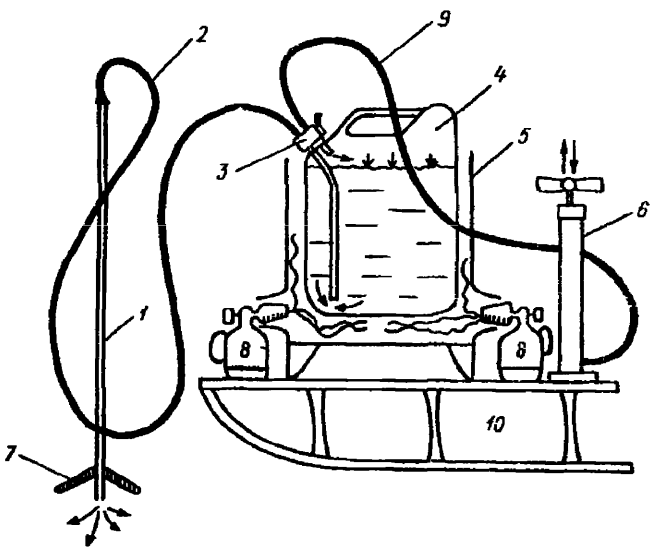


Рис. 18. Схема гидротермобура конструкции В. А. Морева.

Резервуар установлен в металлическом кожухе *5* и нагревается паяльными лампами *8*. Для непрерывной подачи воды к игле в резервуаре должно поддерживаться небольшое избыточное давление (до $0{,}5 \cdot 10^5$ Па). Для этой цели служит насос *6*. Обе трубки (водозаборная *2* и воздухопроводящая *9*) входят в резервуар через герметично закрытую пробку *3*.

Вся конструкция монтируется на легких санях *10*. Порядок работы с гидротермобуром следующий. После заправки резервуара вода в нем доводится до кипения, пробка закрывается и насосом в емкости создается избыточное давление, после чего горячая вода под напором поступает в иглу. Установив иглу под прямым углом к поверхности льда, легким нажимом на нее производят бурение.

На игле *1* крепится резиновая подвижная шайба *7*, используемая для определения толщины льда, а также препятствующая разбрызгиванию воды из лунки при бурении.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Справочное

ПРИМЕРНЫЕ НОРМЫ НА ОСНОВНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ И КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ИЗМЕРЕНИЮ СТОКА НАНОСОВ

Вид работ	Норма * на лаборанта в день (при 8-часовом рабочем дне)
1. Взвешивание бюксов с наносами или фильтрами на аналитических весах типа:	
ВЛР-200	80 штук
ВЛАО-100	100 штук
2. Гранулометрический анализ методом пипетка—фракциометр с подразделением:	
на 8 фракций (от 1,0 до 0,001 мм)	2 ** пробы
на 6 фракций (от 1,0 до 0,01 мм)	3 ** пробы
3. Гранулометрический анализ методом фракциометра (от 1,0 до 0,05 мм)	8 проб
4. Гранулометрический анализ ситовым методом (от 10 до 1 мм)	12 проб
5. Гранулометрический анализ на грохотах или обмером частиц с подразделением на 5 фракций (200—100, 100—50, 50—20, 20—10, $<$10 мм)	5 проб
6. Вычисление процентного содержания фракций по фотографиям	7 снимков
7. Взвешивание и подготовка образцов для определения плотности смеси наносов	20 проб
8. Определение плотности частиц наносов	10 проб
9. Определение процентного содержания гигроскопической влаги	20 проб
10. Определение процентного содержания органических веществ	20 проб

* Нормы на выполнение всех видов работ даются с учетом затрат на подготовительные и вычислительные операции.

** Нормы на гранулометрические анализы методом пипетка—фракциометр даются с учетом того, что на пипеточной установке одновременно анализируются 6 образцов с подразделением на 8 фракций в течение 3 дней, на 6 фракций — 2 дней.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Справочное

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАЛОМЕРНЫХ СУДОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НА СЕТИ ГОСКОМГИДРОМЕТА

Наименование	Основные данные		Примечания
	Катера		
1. Разъездной катер «ЛС-5»	Длина	6,90 м	Изготовитель — Ленинградская экспериментальная судостроительная верфь ВЦСПС. Выпускается по заказам организаций. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	2,45 м	
	Высота борта на миделе	1,20 м	
	Осадка корпуса	0,38 м	
	Водоизмещение порожнее	1,40 т	
	Водоизмещение полное	2,00 т	
	Грузоподъемность	600 кг	
	Мощность двигателя	66 кВт	
2. «Амур-М»	Длина	5,50 м	Изготовитель — авиационный завод им. Ю. А. Гагарина (г. Комсомольск-на-Амуре). Корпус изготовлен из дюралюминия. Предназначен для работы на внутренних водных объектах
	Ширина	1,84 м	
	Высота борта на миделе	0,82 м	
	Осадка корпуса	0,27 м	
	Водоизмещение порожнее	630 кг	
	Грузоподъемность полезная	500 кг	
	Мощность номинальная—максимальная двигателя	40/44 кВт	
3. Служебно-разъездной «С-54»	Длина	5,32 м	Выпускается производственным объединением «Патриот» (Ленинград). Корпус изготовлен из стеклопластика. Выпускается по заказам организаций
	Ширина	2,30 м	
	Высота борта на миделе	0,96 м	
	Осадка корпуса	0,51 м	
	Водоизмещение порожнее	1,40 т	
	Водоизмещение полное	2,02 т	
	Мощность двигателя	66 кВт	
4. Катер-Лимузин «ЛМЧ-87М»	Длина	7,10 м	Изготовитель — Свирская судостроительная верфь. Корпус изготовлен из древесины хвойных пород, обшивка из бакелизированной фанеры. Предназначен для эксплуатации на внутренних водных объектах
	Ширина	2,14 м	
	Высота борта на миделе	0,96 м	
	Осадка корпуса	0,30 м	
	Водоизмещение порожнее	1,19 т	
	Водоизмещение полное	1,75 т	
	Грузоподъемность	600 кг	
	Мощность двигателя	58 кВт	

Наименование	Основные данные		Примечания
	Моторные лодки		
5. «Москва-2»	Длина	5,11 м	Проектант — ЦКБ «Нептун». Корпус из алюминиево-магниевого сплава. Непотопляемость обеспечена блоками плавучести
	Ширина	1,98 м	
	Высота борта на миделе	0,86 м	
	Угол килеватости днища у транца	14°	
	Водоизмещение	100 кг	
	Масса с оборудованием	390 кг	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	44 кВт	
6. «Сарепта»	Длина	4,60 м	Проектант и изготовитель — Волгоградский судостроительный завод Корпус типа «тримарана» с плоскокилевым днищем в корме. Обшивка лодки изготовлена из листов алюминиево-магниевого сплава. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	1,60 м	
	Высота борта на миделе	0,65 м	
	Угол килеватости днища у транца	8,5°	
	Водоизмещение	825 кг	
	Масса с оборудованием	240 кг	
	Грузоподъемность	450 кг	
	Допустимая мощность двигателя	37 кВт	
7. «Ладога-2»	Длина	4,65 м	Корпус стеклопластиковый. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	1,85 м	
	Высота борта на миделе	0,88 м	
	Водоизмещение	940 кг	
	Масса с оборудованием	400 кг	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	44 кВт	
8. «Крым-3»	Длина	4,70 м	Изготовитель — Пермский судостроительный завод «Кама». Корпус изготовлен из алюминиево-магниевого сплава
	Ширина	1,80 м	
	Высота борта на миделе	0,80 м	
	Угол килеватости днища у транца	15°	
	Грузоподъемность	500 кг	
	Допустимая мощность двигателя	37 кВт	
	Масса с оборудованием	245 кг	
9. «Прогресс-4»	Длина	4,69 м	Корпус лодки изготовлен из дюралюминиевых сплавов. Непотопляемость обеспечивается блоками пенопласта. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	1,72 м	
	Высота борта на миделе	0,69 м	
	Масса с оборудованием	220 кг	
	Полезная грузоподъемность	475 кг	

Наименование	Основные данные		Примечания
	Допустимая мощность двигателя	39 кВт	
10. «Прогресс-2»	Длина	4,65 м	Корпус — клепаной конструкции из дюралюминия. Непотопляемость обеспечена габаритными отсеками — в носу и корме. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	1,70 м	
	Высота борта на миделе	0,65 м	
	Масса с оборудованием	223 кг	
	Грузоподъемность	500 кг	
	Угол килеватости днища у транца	7°	
	Допустимая мощность двигателя	22 кВт	
11. «Днепр»	Длина	4,40 м	Изготовитель — Херсонский судостроительный завод. Корпус клепаный из дюралюминия. Непотопляемость обеспечивается герметичными отсеками. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,7 м
	Ширина	1,59 м	
	Высота борта на миделе	0,68 м	
	Угол килеватости днища у транца	14,5°	
	Масса с оборудованием	190 кг	
	Полезная грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	22 кВт	
12. «Казанка-5М»	Длина	4,5 м	Выпускается Казанским авиационным заводом им. С. П. Горбунова. Корпус изготовлен из дюралюминиевого сплава. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	1,6 м	
	Длина габаритная под моторным кронштейном	4,90 м	
	Высота борта на миделе	0,72 м	
	Угол килеватости днища у транца	7°	
	Масса с оборудованием	190 кг	
	Полезная грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность подвесного двигателя	22—40 кВт	
13. «Нептун-3»	Длина	4,21 м	Проектант — ЦКБ «Нептун». Изготовитель — Сосновский судостроительный завод. Корпус пластмассовый
	Ширина	1,80 м	
	Высота борта на миделе	0,87 м	
	Масса с оборудованием	200 кг	
	Угол килеватости днища у транца	8°	
	Полезная грузоподъемность	400 кг	
	Максимальная мощность двигателя	18 кВт	

Наименование	Основные данные		Примечания
14. «Крым»	Длина	4,20 м	Корпус изготовлен из алюминиевого сплава. Непотопляемость лодки обеспечивается блоками пенопласта, закрепленными под кормовым сиденьем и в носу. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	1,55 м	
	Высота борта на миделе	0,65 м	
	Угол килеватости днища у транца	4,5°	
	Масса с оборудованием	190 кг	
	Полезная грузоподъемность	400 кг	
	Максимальная мощность двигателя	22 кВт	
15. «Ока-4»	Длина	4,25 м	Проектант — ЦКБ по проектированию судов на подвесных крыльях. Корпус лодки изготовлен из дюралюминия. Непотопляемость обеспечена кормовым и носовым блоками плавучести из пенопласта
	Ширина	1,48 м	
	Высота борта на миделе	0,71 м	
	Угол килеватости днища у транца	14°	
	Масса с оборудованием	170 кг	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	18 кВт	
16. «Ладога»	Длина	4,16 м	Корпус изготовлен из стеклопластика. Непотопляемость обеспечена блоками пенопласта, расположенными под палубой, по бортам и днищем. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,5 м
	Ширина	1,54 м	
	Высота борта на миделе	0,70 м	
	Угол килеватости днища у транца	10°	
	Масса с оборудованием (без мотора)	215 кг	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	29 кВт	
17. «Обь-М»	Длина	4,24 м	Проектант и изготовитель — Новосибирский авиационный завод им. В. П. Чкалова. Разрешается эксплуатировать при высоте волны до 0,75 м
	Ширина	1,52 м	
	Высота борта на миделе	0,61 м	
	Угол килеватости днища у транца	4°	
	Масса с оборудованием	170 кг	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	22 кВт	
18. «Воронеж»	Длина	4,20 м	Изготовитель и проектант — Воронежский авиационный завод. Корпус изготовлен из дюралюминия. Непотопляемость обеспечивается блоками пенополистирола. Рекомендуется использовать на реках всех катего-
	Ширина	1,50 м	
	Высота борта на миделе	0,674 м	
	Угол килеватости днища у транца	4°	
	Масса лодки с оборудованием	152 кг	

Наименование	Основные данные		Примечания
	Грузоподъемность	400 кг	рий при высоте волны до 0,5 м
	Допустимая мощность двигателя	22 кВт	
19. «МКМ»	Длина	4,10 м	Проектант — Ярославский судостроительный завод. Корпус изготовлен из дюралюминия. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,25 м
	Ширина	1,52 м	
	Высота борта на миделе	0,57 м	
	Угол килеватости днища у транца	2°	
	Масса с оборудованием	150 кг	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	(18) кВт	
20. «Казанка» и ее модификации («Казанка-М» и «Южанка»)	Длина	4,63 м	Плоскодонная дюралюминиевая лодка. Эксплуатация лодок допускается при высоте волны до 0,75 м
	Ширина наибольшая 1,24	(1,60) м	
	Угол килеватости днища у транца	4°	
	Масса лодки с оборудованием	138 (145) кг	
	Высота борта на миделе	0,68 м	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	14 (18) кВт	
21. «Неман»	Длина	3,58 м	Корпус выполнен из алюминиево-магниевого сплава. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,25 м
	Ширина	1,30 м	
	Высота борта на миделе	0,55 м	
	Угол килеватости днища у транца	2°	
	Масса с оборудованием	110 кг	
	Грузоподъемность	300 кг	
	Допустимая мощность двигателя	15 кВт	
22. «Неман-2»	Длина	3,80 м	Корпус штампованно-сварной конструкции из дюралюминиевого сплава. Непотопляемость обеспечивается блоками пенопласта. Эксплуатация допускается при высоте волны до 0,5 м
	Ширина	1,40 м	
	Высота борта на миделе	0,75 м	
	Угол килеватости днища у транца	8°	
	Масса с оборудованием	130 кг	
	Грузоподъемность	400 кг	
	Допустимая мощность двигателя	19 кВт	
	Гребные и гребно-моторные лодки		
23. «Фофан»	Длина	4,40 м	Лодка-шлюпка изготовлена из дерева, может использо-
	Ширина	1,45 м	

Наименование	Основные данные		Примечания
	Высота борта на миделе	0,50 м	ваться с подвесным двигателем мощностью 4 кВт. Эксплуатация возможна при высоте волны до 0,25 м
	Масса	75 кг	
	Пассажировместимость	4 чел.	
24. «Охтинка»	Длина	3,94 м	Деревянная шлюпка с одной парой весел
	Ширина	1,45 м	
	Высота борта на миделе	0,50 м	
	Масса	75 кг	
	Пассажировместимость	4 чел.	
25. «Охта»	Длина	4,46 м	Деревянная лодка с двумя парами весел
	Ширина	1,48 м	
	Масса с оборудованием	133 кг	
	Пассажировместимость	4 чел.	
26. «Фофан-Ф2»	Длина	4,60 м	Деревянная лодка-двухместка. Эксплуатация возможна при высоте волны не более 0,25 м
	Ширина	1,22 м	
	Масса	100 кг	
27. «Форель» «Кефаль»	Длина	3,75 м	Гребная шпоновая лодка. Проектирует ЦКБ «Нептун». Непотопляемость обеспечивается материалом корпуса и блоками плавучести из пенопласта. Может использоваться при высоте волны до 0,5 м
	Ширина	1,25 м	
	Высота борта на миделе	0,47 м	
	Масса с оборудованием	80 кг	
	Грузоподъемность	300 кг	
	Пассажировместимость с двигателем (без двигателя)	4(3) чел.	
	Допустимая мощность двигателя	6 кВт	
28. «Пелла»	Длина	4,10 м	Лодка пластмассовая — двухвесельная. Непотопляемость обеспечивается блоками пенопласта. Допускается эксплуатация при высоте волны до 0,5 м
	Ширина	1,40 м	
	Высота борта на миделе	0,50 м	
	Масса с оборудованием	116 м	
	Грузоподъемность	300 кг	
	Пассажировместимость	4 чел.	
	Мощность двигателя	4 кВт	
29. «Онега»	Длина	2,63 м	Корпус лодки из двух стеклопластиковых оболочек. Плавучесть обеспечивается пенопластовыми блоками. Может эксплуатироваться при высоте волны до 0,25 м
	Ширина	1,30 м	
	Высота борта на миделе	0,40 м	
	Масса лодки с оборудованием	60 кг	
	Полезная грузоподъемность	225 кг	

Наименование	Основные данные		Примечания
	Пассажировместимость	3 чел.	
	Мощность двигателя	4 кВт	
30. «Октябрина»	Длина	3,60 м	Двухместная гребномоторная лодка. Корпус изготовлен из стеклопластика
	Ширина	1,20 м	
	Вес	45 кг	
	Мощность двигателя	4 кВт	
31. Лодка-ботик	Длина	4,0 м	Трехместная лодка. Изготовитель — Городецкая верфь (Горьковская обл.) и Киевский завод «Ленинская кузница»
	Ширина	1,27 м	
	Высота	0,44 м	
	Вес порожний	76 кг	
32. Шпоновая лодка «ШПЦ-3М» — «Березка»	Длина	3,98 м	
	Ширина	0,47 м	
	Высота	0,47 м	
	Вес с оборудованием	80 кг	
	Лодки местных типов		
33. Лодка-долблеика	Длина	5,20 м	Изготавливают в Псковской области
	Ширина	1,40 м	
	Высота	0,40 м	
	Вес	60 кг	
	Грузоподъемность	480 кг	
34. Лодка «Великовражка»	Длина	6,20 м	Изготавливают в г. Горьком. Может использоваться как на веслах, так и с мотором
	Ширина	1,52 м	
	Высота	0,64 м	
	Мощность двигателя	4 кВт	
35. Астраханская бударка	Длина	7,00 м	
	Ширина	1,50 м	
	Высота	0,75 м	
36. Черноморская фелюга	Длина	6.40 м	
	Ширина	2,00 м	
	Высота	0,80 м	
	Мощность двигателя	4—22 кВт	
37. «Гдовка»	Длина	7,00 м	Изготавливается на Северо-Западе страны. Основной вид передвижения — на веслах
	Ширина	2,20 м	
	Высота	0,72 м	
	Вес корпуса	615 кг	
38. «Бурмантовка»	Длина	7,80 м	Уральская плоскодонная лодка. Используется как на веслах, так и с подвесным мотором
	Ширина	1,24 м	
	Высота	0,34 м	
	Мощность двигателя	4—15 кВт	
39. Лодки Приморского края	Длина	3—8 м	Гребная лодка плоскодонка
	Ширина	0,8—2 м	
	Высота	0,4—0,7 м	

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Справочное

ОПИСАНИЕ МЕХАНИЗМА ГИБКОГО КРЕПЛЕНИЯ ЛОДКИ К КАНАТУ

Механизм предназначен для удержания лодки за поводок на створном ездовом канате или якоре и включает устройство для мгновенного отсоединения лодки, необходимое при работе в условиях быстрого течения и наличии на реке плывущих предметов (рис. 19).

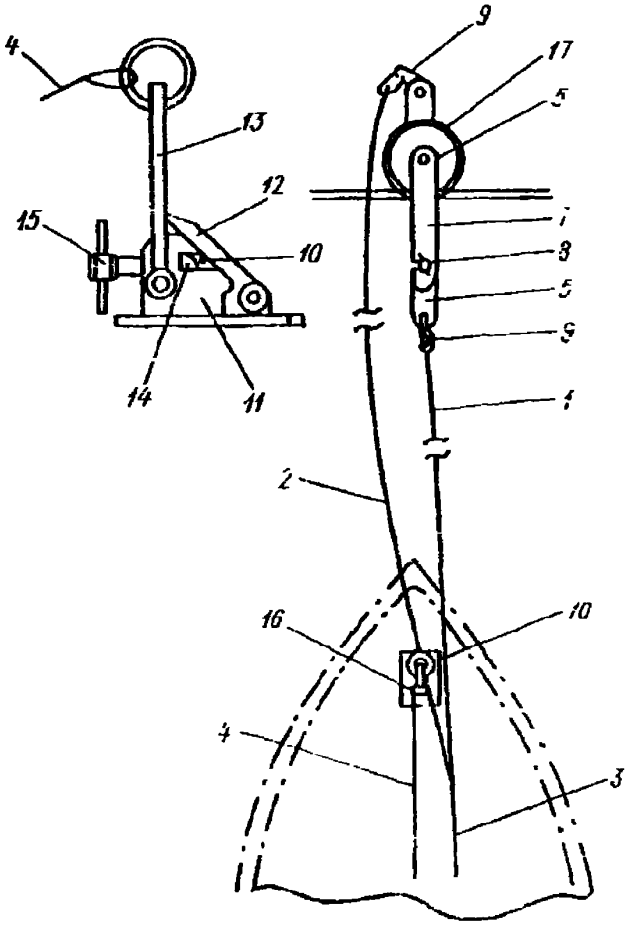


Рис. 19. Механизм гибкого крепления лодки.

1, 2 — стальные поводки; *3, 4* — шнур; *5* — звено с роликом; *6, 7* — планки; *8* — гайка; *9, 10* — кольца; *11* — основание зажима; *12* — собачка; *13* — откидной рычаг; *14* — прижим; *15* — винт; *16* — мгновенно открывающийся зажим; *17* — ролик.

Механизм состоит из специального опрокидывающего звена с роликом *5*, подвешиваемого на створном канате, мгновенно открывающегося зажима *16*, устанавливаемого на носовой части лодки, и системы поводков, на одном из которых *1* лодка удерживается подвижно на ролике, а на втором *2* удерживается фиксированно. Шнур *3* служит для управления звеном *5*, а шнур *4* для открывания зажима *16*.

Специальное опрокидывающееся звено с роликом *5* состоит из двух планок: основной — длиной *6* и откидной — короткой *7*. Откидная короткая планка служит для размыкания звена на период надевания его на створный канат. Обе планки, образующие звено, в месте сочленения с роликом расположены параллельно друг другу, а далее сходятся под острым углом, образуя узкую щель, служащую для заклинивания в ней створного каната. Откидная планка крепится к основной винтовым соединением с барашковой гайкой *8*. На концах длинной планки этого звена расположены кольца *9*, к которым крепятся повод-

ки *1* и *2*. Свободные концы поводков *1* и *2* связаны вместе и прикреплены к кольцу *10*. Это кольцо зажимается мгновенно открывающимся зажимом *16*, укрепленным на носовой части лодки. Лямки каждого из поводков *1* и *2* имеют длину порядка 3 м. Необходимая длина поводков устанавливается на месте в зависимости от условий работ. При этом лямка *1* делается длиннее лямки *2* на величину, несколько превышающую половину длины планки *6* опрокидывающегося звена. К лямке *1* на расстоянии 0,5 м от кольца *10* привязывается шнур *3*, управляющий опрокидывающимся звеном.

Мгновенно опрокидывающийся зажим *16* имеет основание *11*, обычно крепящееся шурупами к носовой части лодки, и собачку *12*, между которыми захватывается кольцо *10* поводка. Собачка удерживается в замкнутом положении при помощи откидного рычага *13*.

Мгновенно открывающийся зажим может быть использован для замыкания не только кольца *10*, но и непосредственно ездового каната. В этом случае канат удерживается от возможного его скольжения прижимом *14*, подпираемым винтом *15*. В верхней части рычага *13* помещено кольцо, к которому крепится шнур *4*, служащий для экстренного раскрытия зажима и освобождения зажатого кольца *10* или ездового каната.

Опыт применения механизма гибкого крепления лодки к канату показывает, что этот механизм может быть использован для управления направлением перемещения лодки к правому или левому берегу потока, для чего служит шнур *3*.

Описанный механизм может быть применен и при установлении лодки на якоре. В этом случае вместо поводка *1* в механизм гибкого крепления вводится якорный канат.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Справочное

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОТКИДНОЙ РАМЫ ДЛЯ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

Схема откидной рамы показана на рис. 20.

Рама представляет собой жесткую трапецию, сваренную из труб. Широкое основание трапеции — труба *1*, из торцов которой выступают полуоси *2*, находящиеся в подшипниках *3*. Узкое основание трапеции — распор *4* содержит щеки *5*, между которыми заключен ролик *6*. Боковые стороны трапеции, или подкосы

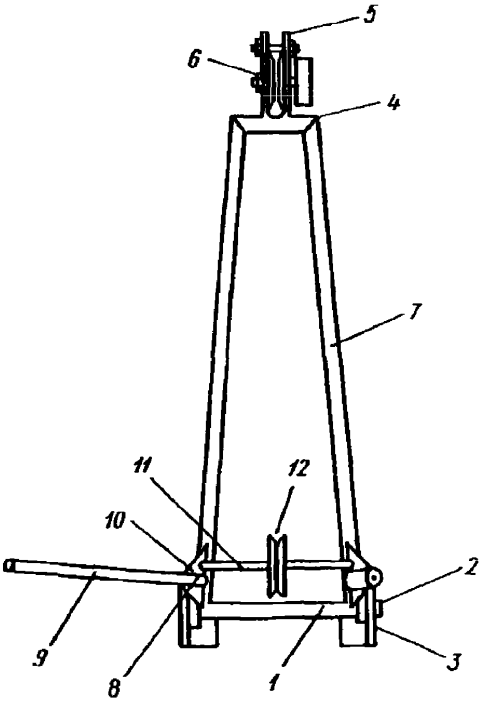


Рис. 20. Откидная рама.

1 — труба, *2* — полуоси, *3* — подшипники, *4* — распор, *5* — щека, *6* — ролик, *7* — подкос, *8* — патрубок, *9* — трубчатый рычаг, *10* — косынки, *11* — ось, *12* — ролик.

7, имеют длину около 1 м. Откидная рама, кроме того, имеет патрубок *8*, в который может вводиться трубчатый рычаг *9*, служащий для перевода рамы из горизонтального положения в вертикальное и удержания ее в этом положении, а также для обратного действия. Патрубок *8* крепится на раме при помощи косынок *10*. На одной из них укреплена ось *11* с роликом *12* на ней.

Откидная рама крепится болтами или глухарями в носовой части лодки таким образом, чтобы в рабочем положении, близком к горизонтальному, канат, сбегающий с ролика отвесно в воду, находился от носа лодки не менее чем на 50 см. Кроме того, рама должна быть расположена так, чтобы в отвесном ее положении конец рычага надежно фиксировал ее для удобства снаряжения гидрометрических приборов. Ролик *12* служит для прокладки каната по удобной кинематической схеме, при которой перевод рамы из горизонтального положения в вертикальное и обратно не вызывает заметного перемещения каната по роликам.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Справочное

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по ведению Государственного водного кадастра, разд. 1, вып. 6, ч. 1. — М.: Изд-во ВНИГМИ—МЦД, 1983. — 209 с.

2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. — Вып. 6, ч. I. — Л.: Гидрометеоиздат, 1978. — 382 с.

3. Карасев И. Ф. Речная гидрометрия и учет водных ресурсов. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — 310 с.

4. Методические рекомендации: Методы ускоренных измерений расхода воды. — Л.: Изд-во ГГИ, 1983. — 60 с.

5. Артемов А. К., Серяков А. Е. Применение интерполяционно-гидравлических моделей при экспресс-измерениях расхода воды (на примере рек Дагестана). — Тезисы докладов V Всесоюзного гидрологического съезда. Секция системы гидрологических наблюдений и водного кадастра. — Л.: Гидрометеоиздат, 1986, с. 49—50.

6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. — Вып. 2, ч. II. — Л.: Гидрометеоиздат, 1975. — 264 с.

7. Методические рекомендации: Авианизмерения скоростей потоков при съемках планов поверхностных течений. — Л.: Изд-во ГГИ, 1981. — 69 с.

8. Карасев И. Ф., Шумков И. Г. Гидрометрия. — Л.: Гидрометеоиздат, 1985. — 384 с.

9. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV класса. — М.: Изд-во ГУГК, 1978. — 60 с.

10. Методические указания РД 52.08.21-84: Учет вод замкнутых и полузамкнутых морей и морских устьев рек. — В сб.: РД 52.08.18—84 — РД 52.08.25—84: Правила ведения учета поверхностных вод. — Л.: Изд-во ГГИ, 1984. — 130 с.

11. Методическое пособие: Изучение наледей. — Л.: Гидрометеоиздат, 1984. — 255 с.

12. Методика мерзлотной съемки/Под ред. В. А. Кудрявцева. — М.: Изд-во МГУ, 1979. — 358 с.

13. Указания по расчету стока наносов. ВСН 01-73. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974. — 29 с.

14. Наблюдения на гидрометеорологической сети СССР. Определение понятий гидрометеорологических элементов и оценка точности наблюдений/Под ред. О. А. Городецкого. — Л.: Гидрометеоиздат, 1970. — 90 с.

15. Альбом типовых проектов: Переправы лодочные и паромные. ПЛП. — Изд-во ГГИ, 1985. — 60 л.

16. Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета. — Л.: Гидрометеоиздат, 1983. — 317 с.

17. А. С. кл. B63B 35/12 B63 5/00. Судовое устройство для разрушения льда/В. А. Морев (СССР) — № 844465; Заявлено 20.08.79.

СОДЕРЖАНИЕ

Руководящий документ 3
1. Визуальные наблюдения за состоянием водных объектов 5
1.1. Общие положения . . . . . —
1.2. Контроль и обработка информации с СВО на гидрологических станциях . . . . . —
2. Измерение уровней и расходов воды 6
2.1. Оптимизация измерения ежедневных уровней воды по двухсрочным наблюдениям . . . . . —
2.2. Требования к участку гидрометрического створа для обеспечения нормальных условий измерений 8
2.3. Координирование промерных и скоростных вертикалей в гидростворе 9
2.4. Рациональная организация измерения скоростей потока гидрометрической вертушкой 12
2.5. Оптимизация измерений средней скорости на вертикали основным способом 15
3. Измерение продольного уклона водной поверхности . . . . . —
3.1. Общие определения и организация наблюдений . . . . . —
3.2. Обработка результатов наблюдений за уклоном водной поверхности 18
4. Ускоренные измерения расходов воды 19
4.1. Интерполяционно-гидравлические модели расхода воды . . —
4.2. Обоснование применения интерполяционно-гидравлических моделей 20
5. Гидрометрические работы на пойменных участках рек 23
5.1. Размещение и оборудование пойменных гидростворов . . . —
5.2. Определение угла между динамическими осями руслового и пойменного потоков 25
5.3. Измерения расхода воды 26
5.4. Измерение уклонов водной поверхности на пойменных участках 27
6. Гидрометрические работы на приливных участках рек 28
6.1. Общие положения 28
6.2. Наблюдения за уровнем воды 29
6.3. Измерения расходов воды 30
7. Наблюдения в условиях ледостава, многолетней мерзлоты и наледей в руслах рек 32
7.1. Контроль высотного обоснования измерений уровней при сезонно-промерзающих и многолетнемерзлых грунтах . . . . . —
7.2. Особенности гидрометрических работ в период ледостава . . 33
7.3. Гидрометрические работы при изучении наледей 35
7.4. Наблюдения за мерзлотными явлениями 38
8. Измерение стока наносов 40
8.1. Уточнение методики измерения стока взвешенных наносов на реках с малой мутностью 40
8.2. Определение расходов влекомых наносов равнинных рек по данным измерений параметров донных гряд 43
8.3. Усовершенствование лабораторной обработки проб наносов . . 48
9. Оценка погрешности, текущий контроль качества и оптимизация гидрологических наблюдений 49
9.1. Оценка погрешностей измерений расходов воды . . . . . —
9.2. Текущий контроль качества измерений 52
9.3. Оптимизация методики измерений расходов воды 54
9.4. Правила округления при обработке данных 55
10. Основные требования охраны труда при организации и выполнении гидрометрических работ 56

10.1. Охрана труда при работе с плавсредств 56
10.2. Охрана труда при выполнении наблюдений на наледях . . 59
Приложение 1. Перечень видов состояния водного объекта, за которыми должны производиться наблюдения на гидрологических постах 62
Приложение 2. Методика оценки коэффициента вариации и радиуса корреляции случайного процесса 71
Приложение 3. Описание конструкции тепляка для наблюдения за уровнем воды со льда 73
Приложение 4. Описание конструкции рычажно-поворотного устройства для крепления гидрометрической вертушки при измерениях скоростей потока подо льдом (конструкция В. А. Ременюка) 74
Приложение 5. Описание конструкции гидротермобура и указания по его эксплуатации 76
Приложение 6. Примерные нормы на основные лабораторные и камеральные работы по измерению стока наносов . . 77
Приложение 7. Технические характеристики маломерных судов, рекомендуемых к использованию на сети Госкомгидромета . . 78
Приложение 8. Описание механизма гибкого крепления лодки к канату 85
Приложение 9. Описание конструкции откидной рамы для гидрометрических работ 87
Приложение 10. Список литературы 88

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РД 52.08.163—88

Дополнения к Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам (вып. 6, ч. 1):
Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках

Номер изменения	Номер листа (страницы)				Номер документа	Подпись	Дата внесения изменений	Дата введения изменения
	измененного	аннулированного	нового	замененного				

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Дополнение к Наставлению гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 6, ч. 1

Редактор Г. Г. Доброумова. Технический редактор Н. Ф. Грачева.
Корректор Алексеева Т. В.

Н/К

Сдано в набор 25.05.89. Подписано в печать 13.09.89. М-34238. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная. Литературная гарнитура. Печать офсетная. Печ. л. 5,75. Кр.-отт. 5,88. Уч.-изд. л. 5,92. Тираж 3380 экз. Индекс ГЛ-62. Заказ № 624. Цена 30 коп. Заказное.

Гидрометеоиздат. 199226. Ленинград, ул. Беринга, д. 38.

Типография им. Котлякова издательства «Финансы и статистика» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 195273, Ленинград, ул. Руставели, 13

gost.e-ecolog.ru