В 573

Н. П. ВЛАДИМИРОВ, К. П. ЧЕНЦОВ

ОБЩАЯ ЛОЦИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Редактор профессор Л. И. КУСТОВ

Допущено Учебно-методическим советом при Управлении кадров и учебных заведений МРФ в качестве учебного пособия для слушателей курсовой сети пароходств

00146084

БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ»
МОСКВА — 1963

В книге даются основные сведения по речной гидрологии, метеорологии и различным процессам, наблюдающимся в речном потоке (формирование русла рек, деформация берегов озер и водохранилищ и т. д.), рекомендации судоводителям по плаванию на водохранилищах, озерах, каналах и наиболее затруднительных речных участках пути, приводятся основные данные по составлению и использованию лоцманских карт и планов участков рек, озер и водохранилищ. Книга предназначена в качестве учебника для подготовки судоводителей в школах командного состава и курсовой сети, а также может быть использована в качестве учебного пособия учащимися средних учебных заведений водного транспорта.

...итальный ...
...бщежи...
НИИВТа

Рецензенты: *Головушкин М. П.*,
Белоглазов В. И.

Обложка художника *Степанова Ю. И.*

6731

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга «Общая лоция внутренних водных путей» предназначена в качестве учебного пособия для школ командного состава речного флота по подготовке судоводителей для работы с совмещением профессий.

В книге даются основные сведения о гидрологическом и метеорологическом режимах рек, водохранилищ, озер и устьевых участков больших рек, впадающих в моря с приливно-отливными течениями.

Даны краткие рекомендации по составлению и использованию навигационных карт, описаны способы ориентировки на внутренних водных путях в различных условиях плавания, приведены сведения по обстановке и кратко описаны способы улучшения судоходного состояния внутренних водных путей.

Особое внимание уделено рекомендациям судоводителям по управлению судами при плавании на водных объектах (водохранилищах, озерах, устьевых участках больших рек), а также при прохождении затруднительных участков пути на реках.

Книга может также служить пособием для широкого круга судоводителей и работников эксплуатации флота. Главы I, II, III, IV, VI, VII написаны инж. Н. П. Владимировым, введение и главы V, VIII, IX, X, XI, XII — инж. К. П. Ченцовым.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам, начальнику службы пути Главного управления внутренних водных путей и гидросооружений инж. М. П. Головушкину и капитану теплохода «Октябрьская Революция» Волжского объединенного речного пароходства В. И. Белоглазову за ценные замечания и указания и редактору профессору Л. И. Кустову, выполнившему большой труд по редактированию рукописи.

Замечания по учебнику и пожелания по улучшению его следующих изданий просьба направлять в адрес издательства.

ВВЕДЕНИЕ

В принятой XXII съездом КПСС программе построения коммунистического общества в нашей стране указывается, что «Главная экономическая задача партии и советского народа состоит в том, чтобы в течение двух десятилетий создать материально-техническую базу коммунизма»[1]. Исходя из этого, объем промышленной продукции в течение ближайших 10 лет должен увеличиться примерно в два с половиной раза, что потребует ускоренного развития всех видов транспорта, в том числе и водного.

За семилетие грузооборот речного транспорта Российской Федерации увеличится в 1,64 раза. В 1965 г. по внутренним водным путям РСФСР будет перевезено 230 млн. *т* грузов, а грузооборот достигнет 130 млрд. *ткм*. Особенно возрастет грузооборот водных бассейнов Сибири и Востока.

Объем смешанных железнодорожно-водных перевозок увеличится в 1965 г. по сравнению с 1958 г. в 2 раза. Наиболее интенсивно будут расти смешанные железнодорожно-водные перевозки угля, леса, целинного хлеба, алюминия, металла, соли, хлопка, нефти, сульфата, аппатитов и других грузов в Волжском, Камском, Волго-Донском и в Восточных бассейнах.

Работники речного транспорта Российской Федерации с большим воодушевлением встретили исторические решения XXII съезда КПСС и ноябрьского Пленума КПСС (1962 г.). Как и все трудящиеся нашей страны, они добились значительных успехов, увеличив за истекшие четыре года семилетки грузооборот на 30% и переработку грузов в портах на 77%. Смешанные перевозки за этот же период возросли на 48%.

Из года в год увеличиваются перевозки сельскохозяйственных грузов по основным водным магистралям и малым рекам.

---

[1] Материалы XXII съезда КПСС, Госполитиздат, 1961, стр. 369.

С окончанием строительства Волго-Балтийского водного пути станет возможным сквозное плавание крупных грузовых и пассажирских судов от Ленинграда до Москвы и до Каспийского и Азовского морей. В единую водно-транспортную систему будут объединены до 70 тыс. *км* речных путей, что позволит перевозить грузы на дальние расстояния с высокой экономической эффективностью.

Сооружение Нижне-Камского гидроузла, завершающего каскад гидроузлов на Каме от Березников до устья, позволит установить на Каме транзитную глубину, одинаковую с глубиной на Волге после введения в эксплуатацию Саратовского и Чебоксарского гидроузлов.

По решению XXII съезда КПСС будет создана единая глубоководная система, которая соединит основные внутренние водные пути европейской части СССР.

План создания единой глубоководной магистрали предусматривает, кроме реконструкции Волго-Балтийского водного пути, реконструкцию Днепра и Немана и соединение их верховьев каналом. К каскаду сооружений на Днепре прибавятся новые — Киевское и Каневское, ряд гидроузлов будет построен на Немане. Откроется новый внутренний водный путь, который соединит Черное и Балтийское моря. Сооружение этого пути имеет огромное экономическое значение. Перевозка грузов по нему обойдется в 1,5 раза дешевле, чем морским путем вокруг Европы. На Балтику пойдет уголь Донбасса, руда Криворожья, хлеб, металл и др., а на Черное море — лес, апатиты, химическое сырье и др. Для судоходства будут использованы каналы, которые соединят Азовское море с Каховским водохранилищем на Днепре.

В конце семилетки намечено развернуть работы по переброске стока северных рек в Волгу. На реках Печоре и Вычегде в районах Усть-Воя и Усть-Кулома будут сооружены плотины, и часть речного стока Печоры и Вычегды направится в Каму. Образующиеся при этом новые водные пути протяженностью около тысячи километров свяжут Волжско-Камский бассейн с богатыми лесом и углем бассейнами верхней Печоры и Вычегды.

Создание единой глубоководной системы Европейской части СССР увеличит удельный вес речного транспорта в перевозках.

Возникнут новые транзитные грузопотоки хлеба, соли, нефти, леса и других грузов между Северным, Северо-Западным, Волжско-Камским, Днепро-Донским бассейнами и южными экономическими районами нашей страны.

Создадутся благоприятные условия для лучшего транспортного обслуживания предприятий совнархозов, министерств и ведомств.

Водные пути реконструируют и в Сибири. Вступили в эксплуатацию Новосибирское, Иркутское водохранилища, заканчивается строительство Бухтарминского, Братского и Красноярского гидроузлов. Все это будет способствовать успешному развитию производительных сил в восточных районах СССР.

Вместе с водными путями неизбежно меняется флот За прошедшие четыре года речной флот значительно пополнился комфортабельными пассажирскими судами типа «Родина», «Октябрьская революция», танкерами и сухогрузными теплоходами грузоподъемностью 2000, 3000, 5000 *т*, толкачами мощностью 1200 *л. с.*, быстроходными пассажирскими судами на подводных крыльях типа «Ракета», «Метеор», «Спутник».

Современные суда оборудованы дистанционным управлением, позволяющим широко использовать совмещение профессий, а средства связи и навигационные приборы дают возможность правильно ориентироваться и безостановочно идти по судовому ходу в озерных и в сложных метеорологических условиях плавания.

Изменившиеся условия плавания и новый состав флота способствуют повышению производительности труда на речном флоте, увеличению скоростей движения судов, сокращению времени доставки грузов потребителям и снижению себестоимости перевозок. Вместе с этим новые речные и озерные условия плавания требуют от судоводителей хороших знаний судоходных качеств судов, особенностей гидрометеорологического режима водного пути, судоходной обстановки, уменья пользоваться навигационными картами и навигационными приборами на судах с тем, чтобы безаварийно водить суда и составы в сложных условиях ветро-волнового режима на водохранилищах.

Недооценка этих требований приводит к серьезным перебоям в ритмичной работе флота по графику, а нередко и к прямым потерям времени и материальных ценностей.

Настоящая книга ставит целью помочь судоводителям в изучении: а) гидрологического режима рек, озер и водохранилищ; б) влияний различных гидрометеорологических факторов на движение судов; в) судоходной обстановки водного пути; г) особенностей движения судов в речных и озерных условиях плавания; д) основных способов ориентировки на водных путях.

Все это входит в состав лоции, являющейся частью курса о судовождении. Она делится на морскую и речную, на общую и специальную. Морская лоция рассматривает условия плавания на морях, а речная на внутренних водных путях (реках, каналах, озерах и водохранилищах).

Общая лоция служит теоретической базой для изучения «Специальной лоции», в которой рассматриваются особенности конкретных реки, озера, водохранилища или их отдельных участков и всех находящихся на них препятствий для судоходст-

ва. В ней подробно описывается судовой ход, характеристика отдельных перекатов, берегов со всеми приметными ориентирами, а также особенности условий плавания по отдельным участкам плеса.

Глубокое знание «Общей лоции внутренних водных путей» способствует правильному использованию водного пути для ускорения движения флота и безаварийной его работы.

ГЛАВА I

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ СУДОХОДНЫХ ПУТЕЙ

§ 1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ВОДНЫЕ ПУТИ

Советский Союз обладает огромной сетью внутренних водных путей, к которым относятся реки, озера, водохранилища и каналы.

В 1960 году внутренние водные пути эксплуатировались Министерством речного флота РСФСР на протяжении 101 124 *км*.

Реки находятся или в свободном состоянии или имеют частично или полностью зарегулированный сток.

Рекой в свободном состоянии, или естественным водным путем, называется река, которая используется для судоходства без возведения на ней гидротехнических сооружений (плотин и шлюзов). К естественным водным путям относятся и те участки рек с частично зарегулированным стоком, естественный режим которых почти не изменился под влиянием построенных на них гидротехнических сооружений. Например участки реки, которые находятся вне подпора, или на сток вод которых влияние вышерасположенного сооружения сказывается слабо.

Если же построенные на реке гидротехнические сооружения создают подпор воды на всем ее протяжении, то такая река называется рекой с зарегулированным стоком. Режим рек с зарегулированным стоком отличается от их режима в естественном состоянии.

Реки с зарегулированным стоком, а также искусственно созданные каналы и водохранилища называются искусственными водными путями.

К числу судоходных рек СССР, находящихся в свободном состоянии, относятся: Северная Двина, Нева, Вятка, Белая, Урал, Печора, Обь, Лена, Амур и др.

Кроме рек, в нашей стране имеется свыше 2000 озер, из них для судоходства используются: Байкал с площадью водной поверхности 31,5 тыс. *км*^{2}, Ладожское — 18,4, Балхаш — 17,3, Онежское — 9,9, Иссык-Куль — 6,2 и Зайсан — 1,8 тыс. *км*^{2}.

Протяженность эксплуатируемых искусственных водных путей СССР достигла к 1960 г. 10 839 *км*. Перед Октябрьской Революцией протяженность искусственных водных путей составляла 2200 *км*.

К числу искусственных водных путей, которые имеют наиболее важное транспортное значение, относятся:

Беломорско-Балтийский канал протяжением 227 *км*, соединяющий Белое море (у порта Беломорск) с Онежским озером (у порта Повенец), а через р. Свирь — Ладожское озеро и р. Неву с Балтийским морем, введенный в эксплуатацию в 1933 г.;

канал имени Москвы, протяжением 128 *км*, соединяющий р. Волгу и р. Москву, введенный в эксплуатацию в 1937 г.;

Днепро-Бугский канал, протяжением 192 *км*, соединяющий р. Припять с р. Западным Бугом через их притоки—р. Пину (у г. Пинска) и р. Мухавец (у г. Бреста), введенный в эксплуатацию в 1940 г.;

Волго-Донской канал имени В. И. Ленина, протяжением 101 *км*, соединяющий р. Волгу с р. Доном, канал и Цимлянское водохранилище на р. Дону, введенные в эксплуатацию в 1952 г.

Краткая характеристика основных эксплуатируемых и строящихся водохранилищ по данным А. П. Субботина приведена в табл. 1.

§ 2. КРАТКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Габариты водных путей

Судовым ходом называется часть акватории реки, водохранилища, канала или озера с глубинами, достаточными для безаварийного плавания судов, составов и плотокараванов с определенной осадкой, огражденная береговыми и плавучими знаками обстановки.

На естественных речных путях расположение судового хода меняется в зависимости от изменения плановых очертаний и форм русла реки под воздействием течения, а также в зависимости от уровня воды. Судовой ход при повышенных паводочных уровнях (преимущественно в половодье) и судовой ход при низком уровне (межени) обычно на значительной части пути не совпадают.

На водохранилищах, озерах и каналах, где отсутствуют течения и колебания уровня менее значительны, чем на реках, положение судового хода более постоянно, за исключением отдельных участков на водохранилищах, где его положение меняется при понижении уровня воды в результате сработки гидроэлектростанцией в конце навигации.

Судовой ход делится на транзитный и внетранзитный.

Таблица 1

Река и водохранилище	Длина водохранилища в км	Наибольшая ширина в км	Наибольшая глубина в м	Площадь зеркала при НПУ в км²	Высота волны в м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
р. Волга						
Иваньковское	117	5	11	327	1,0	НПУ — нормальный подпорный уровень Длина указана только по Волге
Угличское	114	3	14	320	1,0	
Рыбинское	140	55	18	4550	3	
Горьковское	440	15	18—20	1570	2	
Чебоксарское	340	20	20	2240	2	По проекту
Куйбышевское	555	27	34—36	6448	2,9	По проекту при нормальном подпорном уровне
Саратовское	355	15	15	1950	2	По проекту
Волгоградское	548	14	31—32	3470	2,7	
р. Кама						
Камское	265	27	17,5	1750	2,3	По проекту
Воткинское	350	15	17	1120	2,6	
Нижне-Камское	360	25	20	5400	2,9	По проекту (створ Беляхчинской)
р. Дон						
Цимлянское	275	38	25	2610	3,5	
р. Днепр						
Днепровское (озеро Ленина)	129	3,5	43	410	1,0	До створа Днепродзержинской ГЭС
Каховское	220	23	20	2155	3,0	
Днепродзержинское	123	10	12	567	2,7	
Кременчугское	165	25	20	2252	3,1	До створа Каневской ГЭС
р. Иртыш						
Бухтарминское	382	35	25	5510	2,7	
р. Обь						
Новосибирское	200	20	15	1070	2,0	
Каменское	н/св.	30	25	4500	3,5	
р. Енисей						
Красноярское	350	15	100	2140	—	
р Ангара						
Иркутское	54,6	—	—	31500*		
Братское	527	25	100	5550	3,7	

* Включая озеро Байкал.

Транзитный судовой ход — судовой ход между портами, пристанями, внетранзитный — судовой ход на подходах с транзитного судового хода к пристаням, портам, к грузовым причалам, затонам, убежищам и т. п. Транзитный судовой ход на отдельных участках разделяется на основной и дополнительный (на водохранилищах и озерах) или второй (на реках).

На реках второй судовой ход образуется при разделении русла на рукава или в обход какого-нибудь препятствия.

На водохранилищах или озерах дополнительный судовой ход чаще всего прокладывают вдоль берегов, защищающих суда от ветров и волнения, или на удаленных от берегов спрямляющих участках, по которым возможно плавание при отсутствии ветра или при ветрах определенных направлений.

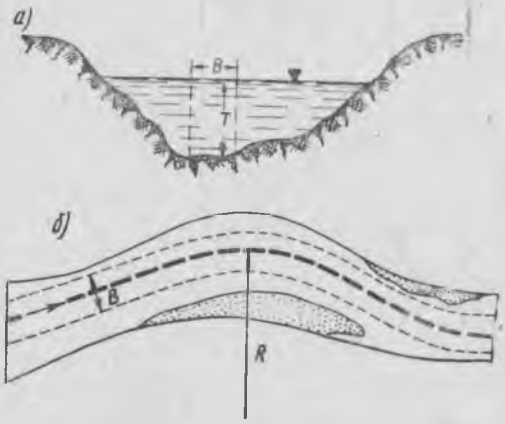


Рис. 1. Схема габаритов пути:
а — поперечный профиль реки; *б* — план участка реки; *B* — ширина; *T* — глубина; *R* — радиус закругления оси судового хода

Судовой ход характеризуется глубиной *T*, шириной *B*, радиусом закругления оси *R* (рис. 1), а также подмостовыми габаритами, габаритами шлюзов и расстоянием от уровня воды до проводов воздушных переходов электролиний.

В зависимости от габаритов судового хода устанавливаются размеры (в плане) и осадки судов, судовых составов и плотов, допускаемых к плаванию по данным участкам пути.

На водохранилищах радиус закруглений, как правило, может лимитировать судоходство только на отдельных участках при сработке уровня.

На большинстве внутренних водных путей для меженных условий плавания устанавливают гарантированные габариты судового хода, т. е. наименьшие габариты, которые обеспечиваются на всем водном пути или на отдельном его участке при определенном, так называемом проектном, уровне воды и при уровнях выше его. В некоторых случаях устанавливают дифференцированные габариты судового хода, т. е. габариты, меняющиеся в зависимости от уровней воды в реке (рис. 2).

Для рек РСФСР гарантированные и дифференцированные габариты судового хода устанавливает Министерство речного флота на основании технико-экономических расчетов в зависимости от грузопотоков и характеристики водного пути. Габа-

риты искусственных водных путей определяют с учетом развития грузопотоков в перспективе.

На искусственных водных путях размеры и осадку судов и плотов лимитируют полезные длина и ширина камер, глубины на порогах ворот (королях), габариты каналов.

Правилами плавания устанавливаются минимальные запасы по глубине и ширине.

Например запасы по ширине с каждого борта судна или плота в шлюзах должны быть: при ширине камеры шлюза до 10 *м* не менее 0,2 *м*, при ширине камеры до 18 *м* — 0,4 *м* и при ширине камеры свыше 18 *м* — 0,5 *м*; в каналах при двухпутном движении эти запасы составляют 0,3 общей ширины расходящихся судов и составов, а при однопутном — 0,5 ширины судна (состава, плота).

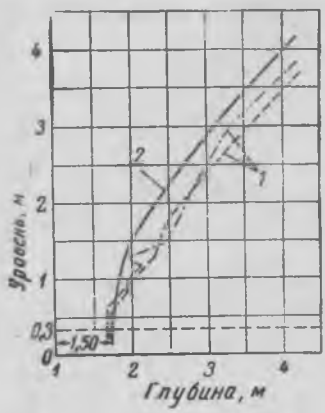


Рис. 2. Кривая дифференцированных глубин:
1 — фактические глубины за две навигации; *2* — дифференцированная глубина

Запас воды под днищем судна на водохранилищах и озерах определяется местными правилами плавания с учетом высоты волны. На свободных реках и судоходных каналах запас воды под днищем устанавливается Правилами плавания в зависимости от глубины пути и типа судна в пределах от 5 до 30 *см*. Меньшая цифра относится к несамоходным судам, плавающим на реках с глубиной до 1,5 *м* и с песчаным дном, большая — к плотам на реках и ко всем судам на каналах при глубинах и на реке и на канале более 3 *м*. Наименьший допускаемый запас воды под днищем на каналах 15 *см*.

Судоводителям крупнотоннажных и быстроходных судов при прохождении лимитирующих по глубине участков пути, в целях выравнивания осадки судна, Правилами плавания рекомендуется убавлять ход до малого.

Запас под днищем в шлюзах устанавливается при наинизших расчетных уровнях воды и при осадке наибольшего расчетного судна в полном грузу в зависимости от типа шлюза и глубины на выступающих частях днища шлюза, которыми обычно являются пороги ворот (короли). Например, в деревянных шлюзах с глубиной заложения короля до 1,0 *м* он составляет 10 *см*, а с глубиной заложения более 1,0 *м* — 15 *см*, в железобетонных шлюзах с глубиной заложения короля до 2,5 *м* — 25 *см*, а с глубиной свыше 2,5 *м* — 40 *см*.

Длина судов и судовых составов должна быть при следовании вниз в 4 раза и при следовании вверх в 2 раза меньше лимитирующих радиусов закруглений.

Подмостовые габариты устанавливают по нормам проектирования в зависимости от класса водного пути.

Высота над уровнем воды воздушных линий электропередач, прокладываемых через реку, определяется специальным стандартом.

По путевым условиям внутренние водные пути подразделяются на 7 классов (табл. 2).

Таблица 2

Классы внутренних водных путей	Глубина судового хода в *м*		Характеристика наибольших типовых несамоходных и грузо-пассажирских судов	Ширина плотового состава в *м*
	наименьшая гарантированная	средняя навигационная		
1	2	3	4	5
I (сверхмагистральные пути)	Более 2,0	Более 3,0	Нефтеналивное судно грузоподъемностью 12000 *т*; трехдечное грузо-пассажирское судно	100 и более
II (магистральные пути)	1,6—2,6	2,4 - 3,0	Нефтеналивное судно грузоподъемностью 8000 *т*; трехдечное и двухдечное пассажирские суда	До 100
III (магистральные пути)	1,1 - 2,0	1,65—2,4	Нефтеналивное судно грузоподъемностью 4000 *т*; двухдечное грузо-пассажирское судно	До 85
IV (пути местного значения)	0,8—1,4	1,35—1,65	Нефтеналивное судно грузоподъемностью 2000 *т*; двухдечное и полуторадечное пассажирские суда	До 55
V (пути местного значения)	0,6—1,1	1,0—1,35	Нефтеналивное судно грузоподъемностью 500 *т*; полуторадечное грузо-пассажирское судно	До 40
VI (пути местного значения — малые реки)	0,45 - 0,8	0,75—1,0	Нефтеналивное судно грузоподъемностью 250 *т*; пассажирский катер и буксирное судно	До 30
VII (пути местного значения — малые реки)	Менее 0,6	Менее 0,75	Нефтеналивное судно грузоподъемностью 100 *т*; пассажирский катер и буксирное судно	До 14

Требования, предъявляемые к внутренним водным путям

Необходимо, чтобы:

1) на внутренних водных путях поддерживались установленные габариты судового хода,

2) внутренние водные пути имели судоходную обстановку,

3) судовой ход был свободен от препятствий,

4) на водохранилищах было достаточное количество убежищ для судов и плотокараванов.

О состоянии и изменении условий плавания на отдельных участках пути судоводители должны получать систематическую информацию.

Основные препятствия для судоходства на внутренних водных путях

На водных путях существуют две группы препятствий для судоходства: случайные и естественные.

К случайным препятствиям относятся карчи, камни, топляки, утерянные якоря, лоты, затонувшие суда и их части, а также сооружения, возведенные в русле реки или перекрывающие ее, например, мосты, водозаборы, трубопроводы, кабели и т. п.

Естественные препятствия:

1. Перекаты, перевалы, пороги, гряды и другие элементы рельефа русла реки.
2. Большие скорости течения, особенно в узких местах и порожистых участках, затрудняющие движение в обоих направлениях.
3. Неправильные течения: майданы, суводи, свальные и прижимные течения и т. д.
4. Узкие участки реки и крутые изгибы русла в плане.
5. Разделение русла на рукава, из которых ни в одном нет нормальных условий плавания.
6. Высыпки из оврагов и притоков.
7. Ветер и волнение, особенно на водохранилищах и озерах.
8. Плавающие торфяные острова на новых водохранилищах.

§ 3. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИМИ ВОДНЫМИ ПУТЯМИ

Внутренние водные пути РСФСР находятся в ведении Министерства речного флота РСФСР.

Центральным органом в системе Министерства, который руководит развитием, устройством, реконструкцией и содержанием в исправности внутренних водных путей и регулирует использование их, является Главное управление водных путей и гидротехнических сооружений (Главводпуть).

Главводпути подчиняются бассейновые управления пути и управления каналов. Им и их линейным организациям принадлежит главная роль в обеспечении надлежащего состояния водных путей. На них возложено проведение русло- и берегоочистительных, дноуглубительных и выправительных работ, ограждение судовых ходов обстановкой и поддержание ее и гидротехнических сооружений в исправности.

Бассейновым управлениям пути и управлениям каналов подведомственны линейные производственные организации — технические участки пути и районы гидросооружений, выполняющие путевые работы и эксплуатирующие гидросооружения на определенном участке водных путей.

В распоряжении технических участков пути и районов гидросооружений находится технический флот и другие средства, необходимые для выполнения путевых работ.

В состав технических участков пути или районов гидросооружений входят прорабские участки, возглавляемые производителями работ (прорабами), под руководством которых проводятся все виды путевых работ на отведенном участке.

Прорабские участки пути в свою очередь подразделяются на участки путевых мастеров (обстановочных бригад), являющиеся основными, первичными производственными единицами по обслуживанию водных путей.

Путевое хозяйство рек в союзных республиках (Украинской, Белорусской и др.) находится в системе главных управлений речного транспорта при советах министров республик.

Пароходство в союзных республиках подчиняется главным управлениям речного транспорта при советах министров соответствующих республик.

Центральным органом в системе Министерства речного флота РСФСР, который руководит эксплуатацией водных путей, является Управление перевозок и эксплуатации флота, а на местах — пароходства, которые на основании Устава внутреннего водного транспорта являются организацией, осуществляющей перевозки грузов и пассажиров по водным путям. Для выполнения перевозок пароходства имеют транспортный флот, порты и пристани, заводы, ремонтно-эксплуатационные базы, средства связи и все необходимые обслуживающие предприятия.

Порт или пристань является основной линейной организацией пароходства, обеспечивающей прием, хранение, отправление и сдачу грузов, обслуживание пассажиров и снабжение судов топливом и материалами.

Надзор за безопасностью плавания по внутренним водным путям возложен на Регистр РСФСР и Управление главного ревизора по безопасности движения и их линейные организации: судоходную инспекцию и инспекцию регистра. Судоходная инспекция следит за содержанием в исправном состоянии внутренних водных путей, за правильностью оборудования и снабжения судов и плотов и контролирует выполнение всеми учреждениями, предприятиями, организациями и гражданами законов, правительственных постановлений, а также инструкций и приказов МРФ по вопросам судоходства и сплава.

Указания судоходной инспекции являются обязательными для всех ведомств, организаций и лиц, связанных с судоходством и использованием водных путей.

Инспекция регистра является органом государственного технического надзора, который обеспечивает выполнение условий, гарантирующих безопасность плавания морских, речных и озерных судов, классифицирует суда, рассматривает и утверждает проекты их строительства и переоборудования, ведает техническим надзором за судами, находящимися в эксплуатации, а также надзором за постройкой, переоборудованием и капитальным ремонтом судов.

ГЛАВА II

ОСНОВЫ ГИДРОЛОГИИ

§ 4. ПОНЯТИЕ О ГИДРОЛОГИИ

Гидрология, относящаяся к комплексу наук, изучающих физические и географические свойства Земли, представляет собой учение о всей совокупности деятельности вод в природе.

Предмет изучения гидрологии — океаны, моря, реки, озера, водохранилища, болота, снежный покров, ледники, почвенные и подземные воды.

Гидрология делится на гидрологию суши и гидрологию моря (океанология).

Гидрология суши включает гидрологию рек, озер и прудов, ледников, почвенных и подземных вод, болот и состоит из трех частей — гидрометрии, гидрографии и общей гидрологии. Гидрометрия рассматривает методы измерения гидрологических величин: скоростей течения воды, уровней, глубин, количеств переносимых потоком наносов и т. п. Задачей гидрографии является изучение и описание отдельных водных объектов, выявление закономерностей географического распространения вод на земном шаре и особенностей их режима, а также хозяйственного значения. В задачу общей гидрологии входит установление общих закономерностей деятельности воды на поверхности земли, в частности, закономерностей движения речных наносов и формирования речных русел под действием текучей воды, возникновение, рост и таяние снежного и ледяного покрова, образование поверхностного и подземного стока воды и т. д.

С гидрологией тесно связана гидротехника, занимающаяся вопросами наиболее целесообразного и полного использования природных запасов воды для культурных нужд человечества. Также тесно связана гидрология с метеорологией, изучающей физическое состояние атмосферы и происходящие в ней явления (температуры, влажность, давление, облачность, осадки, ветер и т. п.). На основе данных гидрологии дается полная и

2 Зак. 1950
БИБЛИОТЕКА
Новосибирского института
инженеров водного транспорта

точная оценка режима водных объектов и его прогноза на будущее, что необходимо для удовлетворения потребностей в воде — для снабжения городов и промышленных пунктов, использования силы падения текучих вод с целью получения электроэнергии, развития водного транспорта, осушения и обводнения земель и решения ряда других важнейших задач.

Гидрология имеет большое значение и для водных путей, поскольку в ее задачу входит установление закономерностей переформирования речного русла, питания рек, вскрытия и замерзания рек, изменения скоростей течения и т. п.

Знание основ гидрологии способствует правильной организации работ по улучшению судоходных условий рек и судоходства.

§ 5. ВОДА В ПРИРОДЕ

Вода занимает 70,8% общей площади земного шара, образуя так называемый Мировой океан.

Объем воды рек земного шара по приблизительным подсчетам составляет 1200 *км*³, озер — 750 000 *км*³, Мирового океана — 1330 млн. *км*³. Суммарный объем воды примерно в 13 раз больше объема суши, расположенной выше уровня океана.

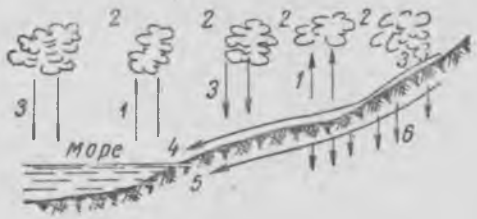


Рис. 3. Схема круговорота воды в природе:
1 — испарение; *2* — перенос паров в атмосфере; *3* — осадки; *4* — поверхностный сток (реки, ручьи); *5* — подземный сток; *6* — просачивание

Все реки, протекающие на земном шаре, ежегодно приносят в Мировой океан в среднем 36 300 *км*³ воды.

Вода в природе совершает непрерывный круговорот. Под влиянием солнечной энергии до 519 000 *км*³ воды испаряется с поверхности суши и океанов в среднем за год.

Поднятые водяные пары переносятся ветрами в том или ином направлении и выпадают в виде атмосферных осадков обратно в море или в океан (примерно 411 600 *км*³) и на поверхность суши (примерно 107 000 *км*³).

Атмосферные осадки, выпавшие на земную поверхность, частично испаряются и уходят вновь в атмосферу (с поверхности суши за год испаряется примерно 70 700 *км*³), частично стекают по уклонам земной поверхности, частично просачиваются в толщу земли до водонепроницаемых слоев (глины, вулканических пород и т. д), стекая по которым, образуют подземный сток. Насыщенные водой слои земли носят название водоносных пластов. Речной сток содержит до 35% атмосферных осад-

ков, выпавших на сушу. Воды поверхностного и подземного стока в виде ручьев, рек, ключей и родников вновь попадают в Мировой океан.

Этот, всегда действующий процесс, называется большим круговоротом воды в природе (рис. 3); выпадение испарившейся воды с поверхности Мирового океана опять в океан называется малым круговоротом.

Круговорот воды в природе поддерживает некоторое равновесие (баланс) между осадками, испарением и стоком.

Общее количество воды, испаряющейся с поверхности океана и суши, равно общему количеству осадков, выпадающих на поверхность океана и суши.

§ 6. ОБРАЗОВАНИЕ РЕК И ИХ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Образование больших равнинных рек относится к тому периоду истории Земли, когда шло формирование поверхности суши. Геологические факторы (вулканические, тектонические и др.) имели большое значение в образовании и развитии рек.

С появлением гор появились и впадины, заполняемые водой, образовались озера. По мере переполнения озер водой из них начинали вытекать ручьи, заполняя своей водой впадины, расположенные ниже по уклону. Вода размывала на своем пути грунты, создавала долины и русла будущих рек.

Рекой называется естественный поток пресной воды сравнительно больших размеров, текущий в разработанном им русле с повышенных мест земной поверхности к пониженным.

Главным и непосредственным фактором питания рек являются атмосферные осадки.

Река, размывая дно, начинает дренировать водоносные пласты, и подземные воды получают в нее сток. Этими водами река питается в засушливое время года и зимой, когда поверхностный сток почти или полностью отсутствует.

Территория, с которой поверхностные и подземные воды стекают в данную реку, водохранилище, озеро или море, называется водосборным бассейном реки, озера или моря (рис. 4), а совокупность рек данного бассейна, несущих воды в один водоем — озеро, водохранилище, море, океан или реку со всеми притоками, называется речной системой.

Граница между двумя смежными речными бассейнами называется водоразделом. Обычно это возвышенность земной поверхности, иногда горные хребты, отделяющие бассейн одной реки от бассейна другой (см. рис. 4).

В речной системе различают главную реку и притоки. Главной рекой считается наиболее многоводный поток данной речной системы, впадающей в конечный водоем.

Реки, впадающие непосредственно в главную реку, называются притоками первого порядка, реки, впадающие в приток первого порядка,— притоками второго порядка и т. д. (см. рис. 4).

Место, где река берет свое начало, называется **истоком**. Началом реки может быть небольшой ручей, ключ, болото, озеро, ледник или место слияния двух других рек. Например, за начало р. Амура принимается место слияния рр. Шилки и Аргуни; за начало р. Оби — место слияния рр. Бии и Катуни; истоком р. Невы является место ее вытекания из Ладожского озера, р. Ангары — из озера Байкал. Исток р. Волги — небольшой родник (ключ) у д. Волговерховье (Волгино) на Валдайской возвышенности.

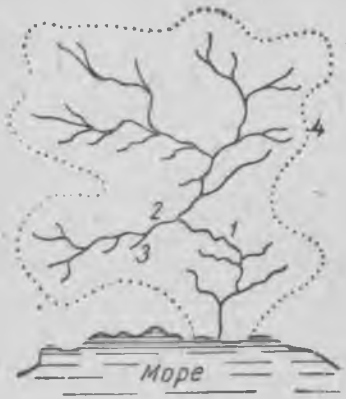


Рис. 4. Речная система и водосборный бассейн:

1 — главная река; *2* — приток первого порядка; *3* — приток второго порядка; *4* — контур водораздела

Устьем называется место впадения реки в другую реку, озеро, водохранилище, море, океан или место, где река полностью расходуется на водохозяйственные нужды.

Некоторые реки теряются в песках, имеют «слепой конец».

Устья рек, впадающих в моря и океаны, могут представлять собой дельту, лиман или эстуарий.

Дельта (рис. 5) — это многорукавное устье, образовавшееся в результате выноса потоком и отложения наносов. Приустьевой участок в этом случае имеет вид треугольника.

Лиман — однорукавное расширенное устье. Лиман чаще всего является узким морским заливом, отделенным от моря невысокими косами. Устье в виде лимана имеют в основном реки, впадающие в Черное море (Днепр, Днестр, Буг).

Эстуарий — однорукавное, воронкообразное устье реки, обычно переносящей небольшое количество наносов и впадающей в море, с приливно-отливными явлениями. Эстуарии имеют большие глубины и доступны для больших морских судов. Устье в виде эстуария имеют рр. Таймыр, Анабар, Темза и др.

Долиной реки называется сравнительно узкая полая форма рельефа земной поверхности с руслом современного потока и наклоном дна от истока реки к устью (рис. 6).

Высокие, не затопляемые в половодье, склоны речной долины, сложенные из коренных пород, называются **коренными берегами** или **кряжами**. Русла большинства рек северного полушария на значительной части расположены вблизи правого коренного берега долины, обычно высокого, обрывистого (горный берег). Левый берег у этих рек низкий, отлогий

(луговой), например, у рр. Днепра, Дона, Волги, Оби, Иртыша, Лены и др. У рек, текущих в южном полушарии, наоборот, правый берег низкий, а левый высокий. Линия пересечения поверхности воды в реке, озере, канале, водохранилище с берегом называется урезом воды. Положение уреза воды изменяется в связи с изменением высоты уровня воды.

Дно речной долины от реки до склонов долины называется поймой, а берега, образованные поймой, — пойменными или меженными.

К характерным в навигационном отношении очертаниям рельефа речных берегов относятся:

рынок гор — выступ коренного берега в сторону русла,

яр — обрывистый, размываемый, обычно вогнутый, пойменный берег реки, против которого у противоположного берега располагаются песчаные скопления. Верхняя по течению часть яра, где более пологий берег переходит в крутой размываемый, называется верхним плечом яра, а место, где прекращается размыв берега и яр переходит в низкую косу, называется нижним плечом яра. Яры бывают чистые и засоренные (рис. 7).

Рис. 5. Дельта реки

Элементами берега являются (рис. 8):

бровка — линия пересечения крутого откоса берега с поверхностью поймы,

обрыв (откос) — склон берега в сторону русла реки,

подошва обрыва (откоса) — линия пересечения обрыва (откоса) с заплеском,

заплесок — узкая береговая полоса, выработанная волнением,

полица — уступ яра в виде площадки вдоль яра, которая с повышением уровня затапливается водой и представляет опасность для судоходства.

Пониженная часть дна речной долины, по которой в межень протекает река, называется руслом (см. рис. 6). Различают русла симметричное (нормальное или правильное), в котором наибольшая глубина расположена, примерно, по середине русла, и несимметричное (неправильное), в котором наибольшая глубина находится у одного из берегов. Симметричное русло встречается на прямолинейных участках, а несимметрич-

ное — на изгибах, где течение прижимается к вогнутому берегу, подмывает его, делая обрывистым (рис. 9).

Речное русло, как правило, извилисто (рис. 10). Извилины речного русла называют меандрами.

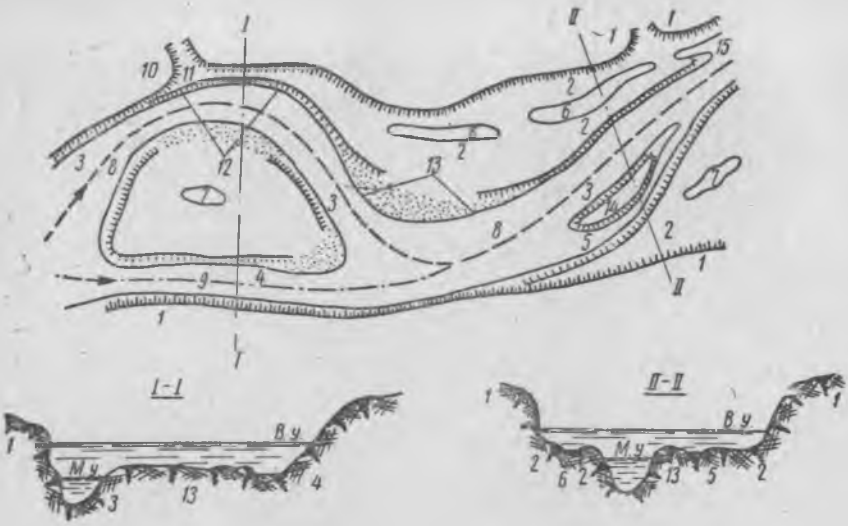


Рис. 6. Схематический план и поперечные профили речной долины:

1 — коренные берега; *2* — пойма; *3* — меженное русло; *4* — второй рукав (воложка), *5* — протока; *6* — староречье; *7* — озеро; *8* — основной меженный судовой ход; *9* — весенний судовой ход; *10* — рынок горы; *11* — яр; 12 — вогнутый берег; *13* — выпуклый берег; *14* — остров; 15 — затон; В у. — уровень высоких вод; М.у. — меженный уровень вод

Извилистость реки характеризуется коэффициентом извилистости, представляющим собой отношение длины реки к рас-

Рис. 7. Нечистый яр

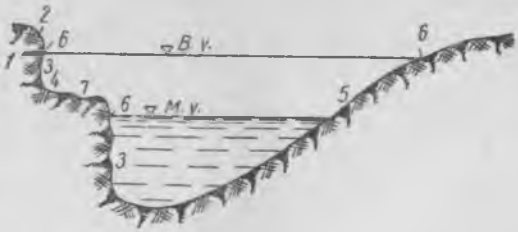


Рис. 8. Элементы берега реки в поперечном разрезе:

1 — яр; *2* — бровка яра; *3* — обрыв или откос; *4* — подошва обрыва; *5* — заплесок; *6* — урез воды; *7* — полица

стоянию между истоком и устьем, измеренному по прямой линии (см. рис. 10,*б*)

$$K = \frac{L}{l}.$$

К характерным очертаниям русла относятся:

колено — крутая и короткая извилина;

излучина (лука) — длинная и крутая извилина, расстояние между началом и концом которой по пойме мало по сравнению с длиной ее по судовому ходу.

Каждый проток разветлившегося русла реки называется рукавом. Рукава в бассейне р. Волги называют воложками.

Новый судоходный рукав, образованный при спрямлении извилин, носит название прорвы.

Старое русло, бывшая излучина, спрямленная новым руслом — прорвой и отделенная от главного русла пойменным островом, называется старицей (староречьем).

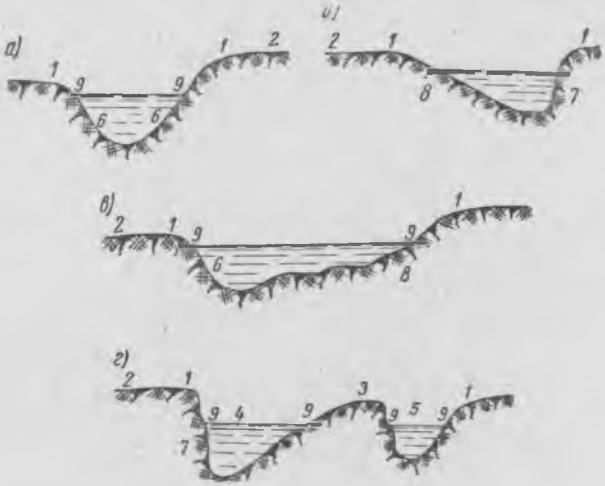


Рис. 9. Схема поперечных профилей речных меженных русел:

а — симметричное; *б* — несимметричное; *в* — неправильной формы; *г* — при двух рукавах;
1 — бровка меженного русла; *2* — пойма; *3* — остров; *4* — основное русло; *5* — второй рукав; *6* — крутой берег; *7* — обрывистый берег; *8* — пологий берег; *9* — заплесок

Часть русла реки, отделенная от основного русла и имеющая слепой конец, называется затоном.

Реки характеризуются изменением стока и расхода воды под влиянием физико-географических условий.

Сток — количество воды в кубических километрах или кубических метрах, протекающей через данное поперечное сечение русла за определенный период времени, например за год, за месяц, за декаду.

Расход — количество воды, протекающей через данное поперечное сечение русла в единицу времени. Он обычно измеряется в кубических метрах в секунду.

Поперечным сечением (рис. 11) называется площадь, ограниченная контуром берегов, дна и поверхностью во-

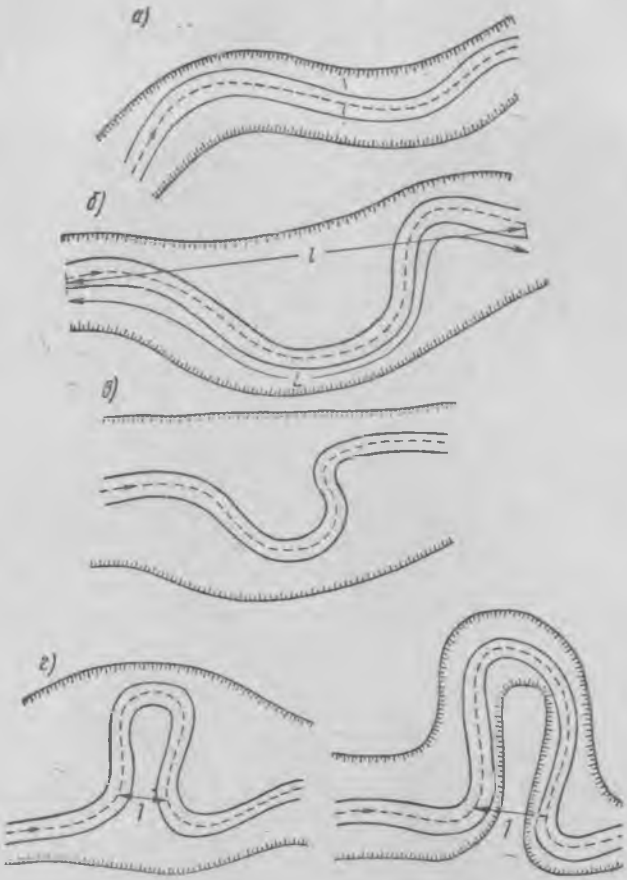


Рис. 10. Схема изгиба речного русла:

а — извилина долины; *б* — извилина русла; *в* — колено; *г* — лука; *l* — перешеек; *L* — длина реки по руслу, *l* — расстояние между началом и концом по прямой линии

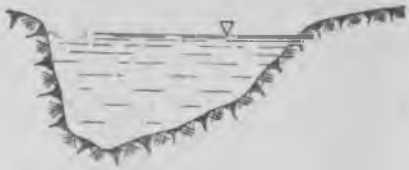


Рис. 11. Поперечное сечение русла

ды при пересечении потока плоскостью, перпендикулярной направлению течения.

Расход воды определяется по формуле

$$Q = \omega v,$$

где ω — площадь поперечного сечения реки в $м^2$;
v — средняя скорость потока в данном поперечном сечении в *м/сек*.

§ 7. КОЛЕБАНИЯ УРОВНЕЙ ВОДЫ В РЕКАХ. ВОДОМЕРНЫЕ ПОСТЫ

Уровни воды в реках претерпевают почти непрерывные колебания. С увеличением расходов воды в реке они повышаются, а с уменьшением — понижаются.

Разница между минимальным и максимальным уровнями воды называется амплитудой колебания уровней.

Положение уровней воды ежедневно в одно и то же время регистрируется на водомерных постах.

Существует три типа водомерных постов: реечные, свайные и автоматические — самопишущие (лимниграфы).

Реечный пост (рис. 12, *а*) представляет собой рейку с делениями, равными 2 *см*, прочно укрепленную на одном из сооружений, находящимся в русле (на стенках шлюза, устоях моста, плотины, стенке набережной и т. п.).

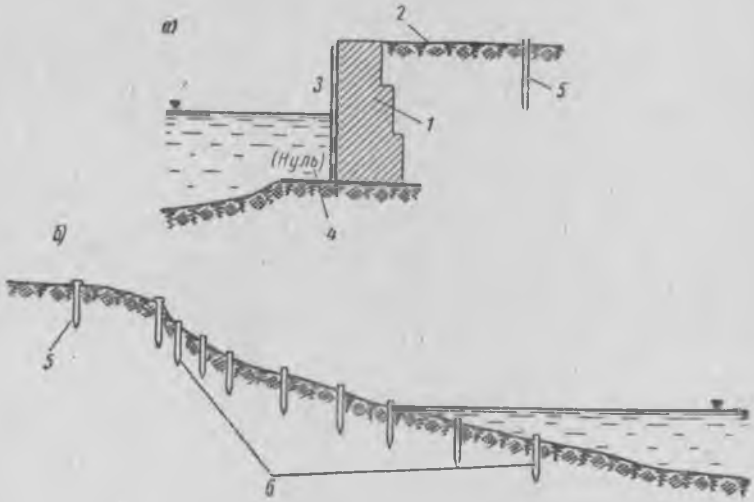


Рис. 12. Схема водомерных постов:
а — реечного; *б* — свайного;
1 — набережная стенка; *2* — мостовая; *3* — водомерная рейка у стенки набережной; *4* — нуль рейки (наблюдений); *5* — репер; *6* — сваи

Иногда рейку устанавливают наклонно на укрепленном откосе берега.

Высоту положения уровня воды отсчитывают непосредственно по этим рейкам.

Свайный пост (рис. 12,*б*) состоит из нескольких деревянных или чугунных свай, расположенных по откосу берега перпендикулярно направлению течения. Часть свай устанавливают в русле.

Величина возвышения головки одной сваи над другой получается при установке поста обычно неодинаковой, что зависит от уклона откоса и удобства наблюдений. Чаще всего она колеблется в пределах 0,75—1 *м*. Число свай выбирается таким, чтобы можно было наблюдать за всеми уровнями воды от самого максимального значения до самого минимального.

Высоту уровня воды на свайном посту измеряют с помощью переносной рейки, устанавливая ее вертикально на головку ближайшей к урезу сваи, покрытой водой.

Автоматический пост представляет собой самопишущий прибор (лимниграф), установленный в специальном помещении и непрерывно регистрирующий колебания уровня воды. Прибор имеет перо, которое при помощи тросика связано с поплавком, опушенным в колодец, соединенный с рекой, и барабан, приводимый во вращение часовым механизмом, кривая колебания уровня вычерчивается пером по клетчатой бумаге, навернутой на барабан.

Уровни воды на водомерных постах отсчитывают от условной плоскости, называемой нулем графика. Зная превышение головки сваи над нулем графика и получив с помощью переносной рейки высоту уровня воды над головкой сваи, определяют уровень воды над нулем графика водомерного поста.

На каждом водомерном посту устанавливают прочный геодезический знак — репер (чугунную сваю), имеющий абсолютную отметку, с помощью которого контролируют высоту головок свай.

Кроме наблюдений за колебаниями уровней, на водомерных постах ведутся наблюдения за температурой воды и воздуха, за ветром и волнением, за замерзанием и вскрытием реки.

Посты организованы в ряде пунктов на реках, водохранилищах, озерах. Находятся они в ведении управления Гидрометеорологической службы СССР.

Данные водомерных наблюдений после соответствующей обработки ежедневно передают заинтересованным организациям, в том числе бассейновым управлениям пути, управлениям каналов, пароходств и др.

На рис. 13 приведен график изменения уровня воды по времени за два года по одному из водомерных постов равнинной реки. При построении чертежа по вертикальному направлению откладываются уровни, а по горизонтальному — даты их наступления. Такой чертеж носит название графика колебания уровней воды. Уровни воды обычно откладывают от нуля графика или от какой-либо другой условной горизонталь-

ной плоскости, отметку нуля графика или принятой плоскости записывают на полях графика.

В верхней части графика горизонтальными линиями наносят периоды ледохода (пунктирная линия) и ледостава (сплошная линия).

Из приведенных графиков колебания уровней воды видно, что по одному из постов, начиная с марта, а по другому — с апреля, наблюдается резкий подъем уровня воды, достигающий максимума (наивысшего подъема) по первому посту 20 апреля, а по второму 11 мая. Этот весенний подъем уровня воды на равнинных реках связан с таянием запасов снегов, накопившихся в бассейне рек за зимний период. У горных рек такие подъемы вызываются таянием ледников в горах, а у ряда рек, находящихся в области муссонных зон,— дождями.

Достигнув максимального значения, уровень воды понижается и к началу июня на рассматриваемых графиках дохо-

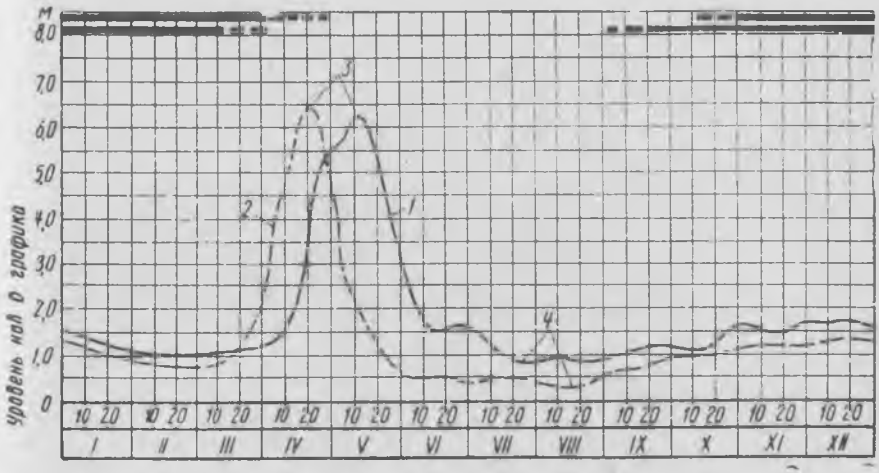


Рис. 13. График колебания уровня воды за два года:

1, 2 — кривые уровней воды; 3 — максимальный весенний уровень воды (пик паводка); 4 — наинизший меженный уровень воды; 5 — ледоход; 6 — ледостав

дит до некоторого более или менее стабильного стояния, нарушаемого лишь небольшими и кратковременными повышениями — при выпадении летних и осенних осадков.

На равнинных реках период с марта по июнь, характерный резким повышением уровней воды в результате усиления питания, называется **половодьем**, а период с июня, характерный более или менее однообразным стоянием уровней,— **меженью**. Кратковременное повышение уровня, вызванное ливнями или продолжительными дождями, называется **паводком**.

Половодья наблюдаются примерно в одно и то же время, паводки же возникают нерегулярно.

Меженный период на наших равнинных реках продолжается обычно до октября. С октября начинается медленный подъем уровней воды, связанный с осенними дождями. В зимний период подъем уровня воды достигает максимума в декабре, после чего снижается и в феврале доходит до наименьшего значения.

Весенний ледоход на равнинных реках наблюдается в марте и осенний во второй половине октября.

Ледостав продолжается с ноября по март.

На основании данных многолетних наблюдений на водомерных постах подсчитывают так называемые характерные уровни, знать которые необходимо при проектировании и постройке гидротехнических сооружений, проведении путевых работ, эксплуатационных расчетах, работе флота и т. д.

Характерными уровнями считают:

1) наивысший, или максимальный, уровень воды или пик половодья, знать который необходимо для определения границ затопления территорий и дорог, для определения высоты судоходных пролетов мостов;

2) наинизший меженный уровень, знать который необходимо для определения минимальных глубин, мест расположения причалов и т. п.;

3) уровни меженных паводков, знать которые необходимо при эксплуатации гидротехнических сооружений и для определения временных мест складирования грузов и т. п.;

4) уровни весеннего и осеннего ледоходов и ледоставов, знать которые необходимо для определения отметок выправительных и иных инженерных сооружений и разработки мероприятий по безопасному отстою флота и т. п.;

5) максимальные и минимальные уровни в зимний период, знать которые необходимо для выбора безопасной стоянки флота в зимний период.

По каждому из характерных уровней выбирают из многолетних данных самых высокий, средний и самый низкий и указывают даты их наступлений самые ранние, средние и поздние.

Характер происходящих в реке явлений, обусловленный физико-географическими особенностями бассейна, в первую очередь климатическими, носит название **режима реки**. Поэтому говорят о режиме речного стока, изменяющегося и во времени и по длине реки, о термическом режиме, о ледовом режиме и т. д.

Период в режиме реки, когда она свободна от льда, называется навигационным периодом, когда она покрыта льдом — зимним периодом.

О колебаниях уровней воды на озерах и водохранилищах изложено в главе V.

§ 8. ПАДЕНИЯ И УКЛОНЫ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ В РЕКАХ

Разность отметок водной поверхности в двух пунктах по длине реки называется падением реки (рис. 14) между этими пунктами. Величина падения (в метрах или в сантиметрах) между двумя пунктами на реке, разделенная на расстояние (в *км*) между ними, представляет собой среднее или километрическое продольное падение, а отношение величины подения на участке к длине этого участка, выраженных в одних и тех же мерах, — продольный уклон реки на данном участке.

Пример. Длина участка 20 *км*. Падение на этом участке равно 1 *м* (100 *см*), среднее или километрическое падение будет

$$h_{ср}=\frac{100}{20}=5\ см/км,$$

а уклон реки

$$i=\frac{1\ м}{20000\ м}=0,00005.$$

При изучении характеристики реки для транспортных целей удобнее пользоваться километрическим падением. По длине реки падения и продольные уклоны изменяются неравномерно в зависимости от колебания уровня воды в реке.

В верхних участках реки продольные уклоны больше, к устью они уменьшаются и даже могут быть равны нулю при впадении реки в море или озеро.

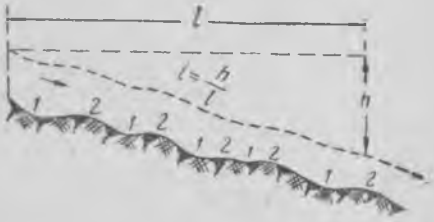


Рис. 14. Продольный разрез речного потока:

— длина участка; h — падение или понижение уровня на данном участке; $i=\frac{h}{l}$ — продольный уклон поверхности воды; *1* — плесы; *2* — перекаты

При меженных уровнях воды в реке уклоны на перекатах больше, чем на плесах, при повышении уровня воды продольные уклоны на перекатах уменьшаются, а на плесах возрастают, и в период половодья уклоны на плесах могут быть больше уклонов на перекатах. Когда воды выходят из меженных берегов и затопляют пойму, продольные уклоны перераспределяются в зависимости от конфигурации речной долины, например, в суженных частях речной долины они будут больше, чем в расширенных ее частях.

Кроме продольного уклона, поверхность воды в реке имеет и поперечные уклоны в сторону одного из берегов, от середины русла к берегам или от берегов к середине русла (рис. 15).

Поперечные уклоны вызываются рядом причин, одна из которых — действие центробежной силы на повороте русла. В этом случае поверхность воды наклонена от вогнутого бе-

рега к выпуклому (см. рис. 15). Вторая постоянная причина — действие силы центробежных ускорений от вращения Земли, в результате которого уровень воды у правого берега в реках се-

Рис. 15. План участка реки (*а*) и схема поперечного уклона поверхности воды на изгибе русла (*б*):

1 — вогнутый берег; *2* — выпуклый берег; *3* и *4* — наклон уровня воды; *B* — ширина зеркала воды; *h* — превышение поверхности воды у вогнутого берега: $i=\frac{h}{B}$ — поперечный уклон поверхности воды

верного полушария всегда выше, чем у левого. Поперечные уклоны возникают и в зависимости от характера изменений уровней воды. Когда вода прибывает, поперечные уклоны устанавливаются от средины русла к берегам (рис. 16, *а*), а при убыли — от берегов к средине русла (см. рис. 16, *б*). Кроме того, причи-

Рис. 16. Схема поперечных уклонов:

а — при резкой прибыли воды; *б* — при резкой убыли воды

нами поперечных уклонов водной поверхности могут быть ветер, приливно-отливные течения и т. п.

§ 9. ТЕЧЕНИЯ В РЕЧНОМ ПОТОКЕ

Скоростью течения называется расход воды, проходящей через единицу поперечного сечения потока; выражается она в метрах в секунду или в километрах в час.

Различают два режима движения жидкости: ламинарный и турбулентный.

При ламинарном режиме отдельные струйки жидкости движутся параллельно друг другу, а скорость в каждой точке движущейся жидкости постоянна по величине и направлению. Такое движение возможно в потоках с очень небольшой глубиной и очень малой скоростью течения. В природе оно встречается при движении воды по порам грунта.

Движение воды в реках носит турбулентный характер, при котором струйки жидкости беспрерывно перемешиваются меж-

ду собой, а направление и величина их в каждой точке непрерывно изменяются. Такое изменение величины и направления скорости называется пульсацией скорости.

Интенсивность перемешивания масс жидкости в турбулентном потоке зависит от шероховатости русла и скорости течения. При большой скорости течения и шероховатом русле перемешивание масс жидкости, т. е. степень ее турбулентности будет выше, чем при гладком русле и малой скорости движения.

Скорости течения в каждой точке турбулентного потока изменяются по величине и направлению. Поэтому для того чтобы получить осредненное значение скорости в данной точке, которым и пользуются на практике, необходимо наблюдать за ско-

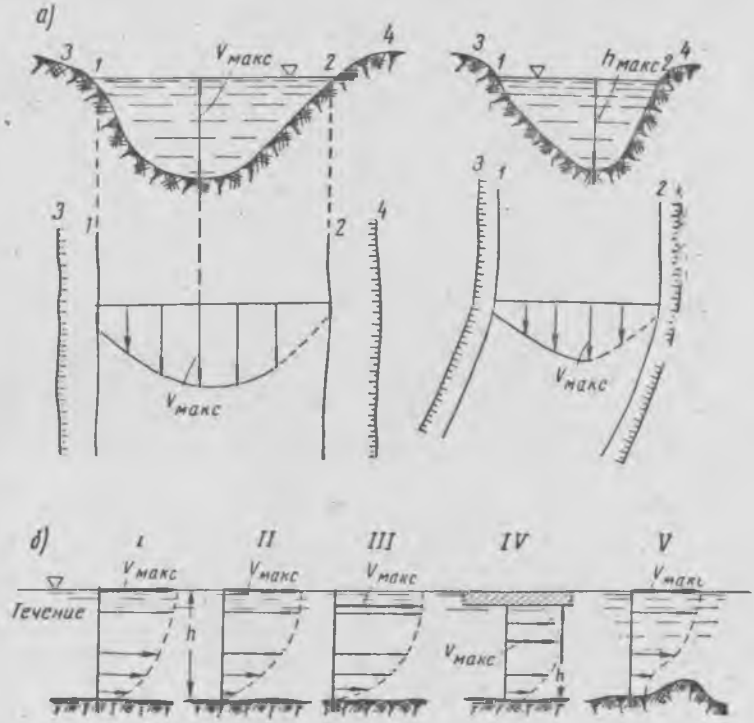


Рис. 17. Схемы изменения скоростей течения:

а — в плане; *б* — по вертикали; *1* — урез воды правого берега; *2* — урез воды левого берега; *3* — бровка правого берега; *4* — бровка левого берега; $h_{макс}$ — максимальная глубина; $v_{макс}$ — максимальная скорость

ростью несколько минут (3—5). Результаты измерения скоростей течения показали, что они не одинаковы в различных точках потока и меняются и по глубине, и по ширине.

Наибольшие скорости течения наблюдаются вблизи поверхности и соответствуют наибольшим глубинам. На прямолиней-

ном участке они располагаются примерно на середине русла, на криволинейном (в межень) — у вогнутого берега. Наименьшие скорости течения — у дна и у берегов.

На рис. 17,*а* показано распределение поверхностных скоростей по ширине русла. Скорости, измеренные по створу в различных точках поверхности, отложены в этих точках в виде векторов. Соединив концы их плавной кривой, получают эпюру скорости на поверхности по ширине.

Распределение скоростей по глубине потока можно также изобразить графически. Для этого на вертикальной оси надо отложить глубины, в которых измерялись скорости течения, а по горизонтальной оси против каждого значения глубины — величины измеренных скоростей в виде векторов. Соединив концы векторов скоростей плавной кривой, получают кривую распределения скоростей по вертикали. Такую кривую называют эпюрой скоростей (рис. 17,*б*).

Если вычислить площадь эпюры скоростей по глубине и разделить ее на глубину, то будет получена средняя скорость по вертикали. Находится она приблизительно на 0,6 глубины ниже поверхности воды.

На характер распределения скоростей течения по вертикали влияют различные факторы: рельеф дна, шероховатость русла, форма потока в плане и т. п. Поэтому эпюры скоростей течения, измеренных на различных вертикалях, имеют различную форму.

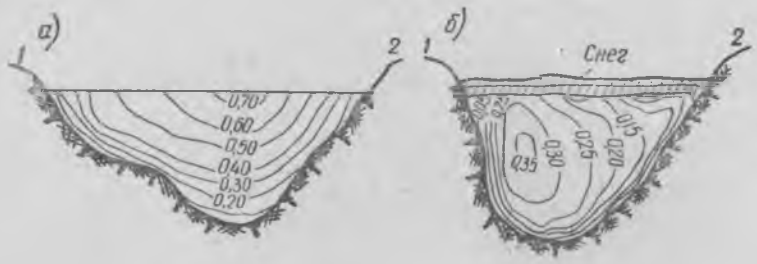


Рис. 18. Схема распределения скоростей течения в поперечном сечении русла реки:

а — в открытом русле; *б* — в русле подо льдом,

0,05, 0,15, 0,20, 0,50 — линии равных скоростей течения (изотахи);

1 — бровка правого берега; *2* — бровка левого берега

Наибольшая скорость течения, как это видно из эпюр скоростей по вертикали, наблюдается у поверхности воды или несколько ниже, примерно до $0{,}2T$ — $0{,}3T$ (T — глубина потока); а наименьшая — у дна. Ледяной покров также меняет характер скоростей течения. Максимальная скорость в этом случае

расположена ближе к середине вертикали и находится примерно на расстоянии 0,37T от нижней поверхности льда.

Такой характер кривой объясняется наличием сопротивлений со стороны нижней поверхности льда.

Если измерить в поперечном сечении потока скорости течений на ряде вертикалей, и точки с одинаковыми скоростями соединить плавными кривыми, то будут получены линии с одинаковыми значениями скоростей в поперечном сечении (рис. 18), называемые изотахами.

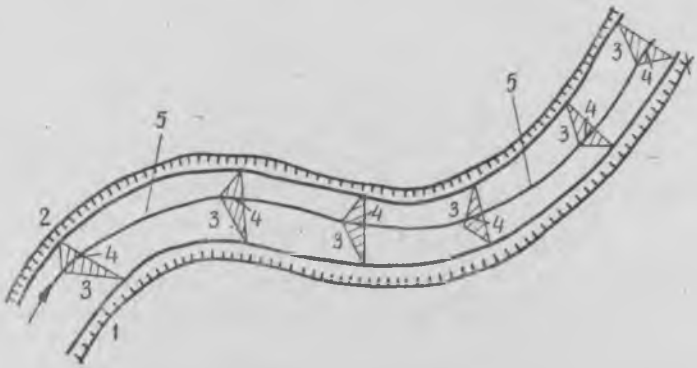


Рис. 19. Схема расположения стрежня в речном потоке:

1 — меженный правый берег; *2* — меженный левый берег; *3* — поперечные сечения русла; *4* — наибольшие скорости в поперечном сечении потока; *5* — стрежень речного потока

Линия, соединяющая в плане точки с наибольшими скоростями течения в смежных поперечных сечениях потока, называется стрежнем потока (рис. 19). Судоводители используют стрежень при ходе вниз, а при ходе вверх, наоборот, уклоняются от стрежня к одному из берегов, где скорости течения меньше.

Направление течения в реке определяется или по отношению к берегам или по отношению к оси судового хода.

Направления течений, так же как и величины скоростей течения, могут значительно изменяться как по длине потока, так и с течением времени.

В верховьях рек скорости течения больше, чем в низовьях; на плесах в меженный период они меньше, чем на перекатах, а в половодье, наоборот, на плесах они больше, чем на перекатах. Например, скорости течения на плесах р. Волги в межень имеют значения 0,25—0,40 *м/сек* (0,9—1,44 *км/час*), а на перекатах — 0,5—1,0 *м/сек* (1,8—3,6 *км/час*). В половодье скорости на плесах увеличиваются до 1,5—2,0 *м/сек* (5,4—7,2 *км/час*). В половодье происходят и резкие изменения направления течений по сравнению с направлением их в межень, как это вид-

но из рис. 20, на котором весеннее течение образует значительный угол с течением по меженному руслу.

В зависимости от формы рельефа русла и гидрологических условий, в речном потоке образуется ряд неправильных течений, неблагоприятных для судоходства.

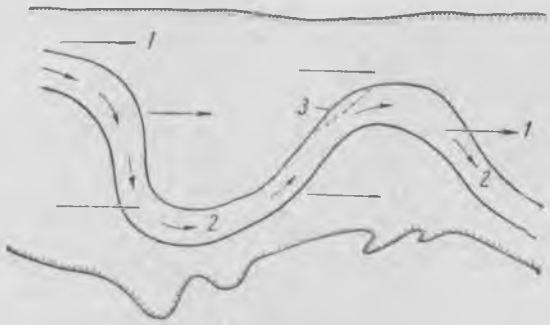


Рис. 20. Схема течений в межень и в половодье:
1 — направление течений в половодье (в период паводка); *2* — направление течений в межень; *3* — весенние побочни

В местах поворота русла под действием центробежной силы (рис. 21) возникают течения, направленные в поверхностных слоях к вогнутому берегу (что вызывает повышение здесь уровня воды и перекос водной поверхности, как это отмечалось выше), а в донных слоях — от вогнутого берега к выпуклому. В результате повышается гидростатическое давление у вогнутого берега по сравнению с выпуклым. Вследствие взаимодействия продольного и поперечного перемещений вод на поворотах русла создается винтообразный характер их движения (см. рис. 21).

Рис. 21. Схема образования прижимных течений:
1 — прижимные течения (на поверхности); *2* — донные течения; *3* — размыв вогнутого берега; *4* — отложения у выпуклого берега

Рассмотренные течения в поверхностных слоях носят название прижимных или навальных. Они тем больше, чем поворот круче и чем скорости течения больше.

Отметим, что такие же внутренние течения возникают в потоке под действием вращения Земли; в реках северного полушария Земли они направлены в поверхностных слоях к правому берегу, а в донных — к левому, т. е. по ходу часовой стрел-

ки, если смотреть вниз по течению. Эти течения значительно слабее течений в местах поворота русла.

Навальные течения опасны для судоходства, особенно для буксирных судов, и главным образом тогда, когда яры засорены или затоплены во время половодья.

При быстром течении выступ берега или сооружения в русло реки вызывает образование за ними водоворотов (суводей) — вращательного движения воды с вертикальной осью вращения.

У правого берега водовороты имеют вращение по часовой стрелке, у левого берега — против часовой стрелки (рис. 22) и могут действовать весной и в межень, или только весной, или только в межень.

При движении через суводь суда теряют управление, испытывают рыскливость. Буксируемое судно, попавшее в суводь, получает ускорение или зарыск в сторону, в связи с этим вначале ослабевает буксирный трос, а затем судно испытывает рывок, который может привести к обрыву троса.

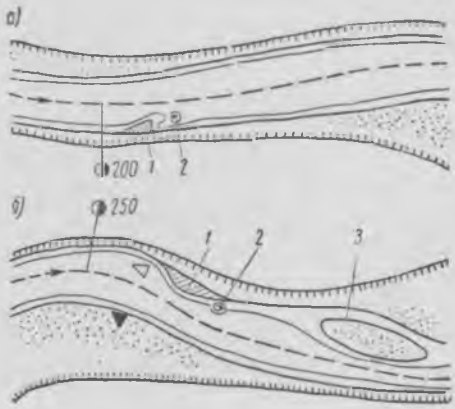


Рис. 22. Схема образования суводей у вогнутого берега:

а — у правого берега; *б* — у левого берега; *1* — печина; *2* — суводь; *3* — побочень ниже суводи

Волнообразное и вращательное в разные стороны движение воды вокруг вертикальной оси, которое происходит при слиянии струй двух потоков или ниже какого-либо подводного препятствия, называется **майданом** (рис. 23).

Майдан также вызывает рыскливость судов.

Течения, вызываемые поперечным уклоном водной поверхности и пересекающие ось судового хода под некоторым углом, называются **свальными течениями**. Они наблюдаются обычно на перекатах.

Преимущественно в половодье возникают поперечные течения, направленные из главного русла реки в протоки или в прорвы. Такие течения называются **затяжными**. Их следует обходить по возможности дальше.

Все отмеченные течения, смещая суда и плоты с оси судового хода, могут вызвать их навалы на берег, на отмели, на опоры мостов и т. п., что необходимо учитывать при судовождении.

Участки реки с небольшими скоростями течения, расположенные в стороне от основного судового хода, называются

тиховодами. Тиховоды с достаточными глубинами следует использовать при движении вверх. Однако небольших тиховодов за косами, за выступами следует избегать, так как они представляют опасность, особенно для буксирных составов. Если в такой тиховод первым попадет буксировщик, то скорость его движения увеличивается по сравнению со скоростью движения барж, а это может привести к обрыву буксирного

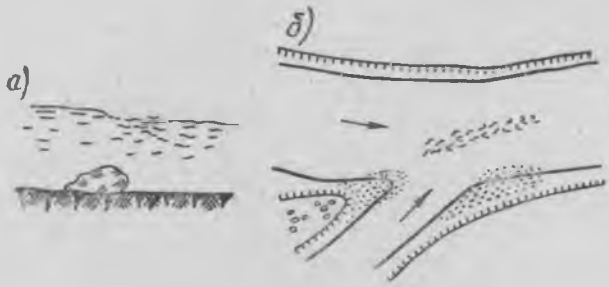


Рис. 23. Схема образования майданов:
а — над подводным препятствием; *б* — при слиянии потока двух рек (спорное течение)

троса. Если первыми попадут баржи, то вследствие ослабления троса они начинают рыскать. Для толкаемых составов такие тиховоды не опасны.

§ 10. ЗИМНИЙ РЕЖИМ РЕК, ВОДОХРАНИЛИЩ И ОЗЕР

Зимний режим может быть разделен на три характерные периода: замерзание, ледостав и вскрытие.

Замерзание реки. При понижении температуры воздуха понижается и температура воды. Когда температура воды на поверхности дойдет до нуля, на реке появляется сало — тонкие мелкие льдины, представляющее собой скопление кристаллов льда в виде игл и тонких пластинок неправильной формы, образовавшихся в поверхностном слое воды в начальный период ледообразования. По внешнему виду эти скопления напоминают пятна застывшего жира. Одновременно с салом появляется у берегов, в тех местах, где небольшие глубины и слабое течение, забереги.

При снегопаде на реке образуется снежура, или снежница,— комковатые скопления снега в виде несмерзшихся масс, похожие на вату. При таянии снежура поглощает часть тепла, охлаждая воду и ускоряя процесс ледообразования.

Ледоставу предшествует образование внутриводного льда, состоящего из кристалликов льда, возникших в поверхностных

слоях воды при переохлаждении их на несколько сотых долей градуса ниже нуля. Турбулентным перемешиванием они увлекаются внутрь потока, образуя так называемую шугу, попадают на дно, где, оседая на подводных предметах или выступах дна, образуют так называемый донный лед, представляющий собой массу рыхлого льда. Когда сила плавучести его преодолеет силу сцепления с грунтом, он всплывает на поверхность, зачастую увлекая за собой грунт, камни, железо и т. п.

Всплывшие шуга, донный лед и сало с добавлением мелкобитого льда заберегов и снежницы называется поверхностной шугой.

Постепенно отдельные комья шуги при снижении температуры воздуха смерзаются вместе и образуют льдины. На реке наступает осенний ледоход.

В момент, когда плывущими льдинами покрыта вся поверхность реки, под влиянием ряда причин (крутые повороты русла реки, сужение русла, наличие в русле островов, кос, мелких мест и т. п.) льдины останавливаются, при отрицательных температурах воздуха смерзаются и образуют сплошной ледяной покров — происходит местный ледостав. Он служит причиной остановки приплывающих сверху льдин и образования ледостава выше по течению. При ледоставе нижняя поверхность льда усиливает сопротивление движению воды, что приводит к повышению уровней воды. Это повышение уровней воды всегда наблюдается при ледоставе и им пользуются в затонах для постановки судов на клетки. В дальнейшем поверхность льда сглаживается и уровни снижаются.

Вода, выступающая через трещины на лед при подъеме уровней, носит название черной воды.

На изгибах реки и в местах стесненного русла иногда при ледоставе происходят зажоры, т. е. скопление в русле реки больших масс шуги, забивающих поперечное сечение потока, в результате чего происходит резкий подъем уровня воды выше зажора, уменьшение расхода воды и резкое снижение уровня воды ниже зажора, что может неблагоприятно повлиять на отстой флота в затонах, расположенных непосредственно выше или ниже места образования зажора.

В зимний период, когда реки питаются только за счет грунтовых вод, лед опускается в середине русла и зачастую обламывается у берегов.

Ледостав. При ледоставе на реке ледяной покров в начале имеет небольшую толщину. Дальнейший рост ледяного покрова происходит под действием отрицательных температур воздуха. Отметим, что толщина льда у берегов и на плесах значительно больше, чем на перекатах и в середине русла. Толщина ледяного покрова на северных реках СССР достигает 2 *м*, на южных — 0,6 *м*.

Отдельные участки реки при больших скоростях течения или под влиянием других причин не замерзают в течение продолжительного времени. Такие незамерзающие участки рек называются полыньями (рис. 24).

При отрицательных температурах воздуха полыньи служат местом интенсивного образования внутриводного льда, который способствует образованию зажоров и может вызвать их и в зимних условиях.

Рис. 24 Полынья и торосы

В настоящее время большие полыньи наблюдаются ниже плотин гидроэлектростанций. Эти полыньи достигают в длину несколько десятков километров.

Опасны полыньи перед затонами, так как приводят к накоплению шуги в затонах. Одна из мер борьбы с полыньями — закрытие их с помощью сена, соломы, щитов, что приводит к замерзанию полыньи.

Выступающая зимой на лед вода при ее прибыли, замерзая, образует наросты на льду — наледи.

Вскрытие реки. Весной с наступлением положительных температур воздуха и усилением энергии солнечной радиации начинается постепенное таяние снега и льда. Одновременно усиливается сток вод с поверхности речного бассейна и происходит подъем уровня в реке. Лед поднимается и отрывается от берегов, образуя закраины (рис. 25) — свободное от льда водное пространство у берегов.

При дальнейшем повышении уровня воды в реке происходит подвижка льда, а затем и ледоход.

Весенний ледоход отличается от осенного бо́льшими массами льда и размерами льдин.

На реках, которые текут с севера на юг, весенний ледоход имеет более спокойный характер, чем на реках, протекающих с юга на север. На последних весенний подъем воды в верхних

Рис. 25. Закраины

участках реки бывает ранее наступления весенней теплой погоды на ее нижних участках, и лед, не ослабленный действием тепла и солнца, взламывается прибылой водой.

В период весеннего ледохода на многих реках образуются заторы льда, т. е. скопление в русле реки больших масс льда при ледоходе. Заторы образуются в местах сужения или поворота русла, расположения островов, мостов, гидротехнических сооружений и т. п. В результате заторов наблюдается та же картина, что и при зажорах, т. е. уменьшается расход воды и снижается ее уровень ниже места образования затора и резко повышается уровень воды выше него, но все это происходит с большей интенсивностью, чем при зажорах. Поэтому заторы льда более опасны, чем зажоры. Они могут привести к затоплению прилегающей местности, сооружений и пр., а резкое повышение уровней воды выше затора — к образованию обратных течений и к перемещению приплывающего льда в затоны и на пойму. При прорыве заторов лед бурно движется вниз по течению и может повредить гидротехнические сооружения или зайти в близлежащие затоны, расположенные ниже.

Для предупреждения затора лед заранее дробят на отдельные карты. Одна из эффективных мер борьбы с заторами —

разрушение их с помощью взрывчатых веществ. В последние годы для предупреждения затора льда применяются ледоколы.

Зимний режим водохранилищ и озер отличается от зимнего режима свободных рек характером и сроками ледообразования в осенний период и вскрытия в весенний период. В осенний период при снижении температуры воздуха у берегов водохранилищ и озер появляются забереги, которые быстро растут к середине и при отсутствии волнения в 2—3 дня появляется сплошной ледяной покров.

Замерзание водохранилищ происходит на 7—10 суток ранее, чем на реках, а вскрытие — на 10—15 суток позже. При ветре ледяной покров может нарушиться, и процесс замерзания водохранилищ и озер проходит по отдельным частям их неравномерно.

В зимнее время при понижении температуры на льду озер и водохранилищ появляются разводья, при потеплениях лед расширяется и образует торосы

Сроки ледообразования на озерах также сдвинуты по времени по сравнению с реками.

§ 11. НАНОСНЫЕ И КАМЕНИСТЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В РЕЧНОМ РУСЛЕ

Сыпучие минеральные частицы, возникающие в результате выветривания, склоновой и русловой эрозии изверженных и осадочных пород и прикрывающих их почв, перемещаемые потоком, носят название *речных наносов*.

Попадая теми или иными путями в русло реки, они увлекаются течением и принимают участие в общем движении водного потока как в виде отдельных частиц, так и в виде наносных песчаных образований, к которым относятся: заструги, косы, побочни, осередки, перевалы и перекаты.

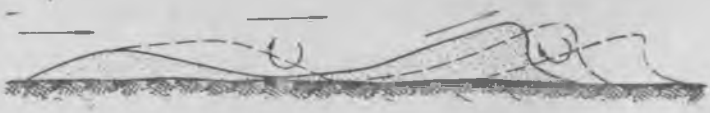


Рис. 26. Схема образования и передвижения донных заструг

Заструга представляет песчаную гряду с пологим напорным скатом, обращенным против течения и крутым тыловым скатом, называемым подвальем заструги. Вследствие смыва наносов с напорного ската и отложения их в подвалье, заструги непрерывно перемещаются вниз по течению (рис. 26).

Различают донные и прибрежные заструги. Прибрежные

заструги имеют форму небольших кос, примыкающих к более крупным косам своей широкой частью и вдающихся в русло острыми клиньями — зубьями (рис. 27).

Косой называется скопление наносов в виде одиночной значительных размеров заструги, примыкающей одним концом к берегу и имеющей в плане удлиненную клинообразную форму.

Косы образуются за нижними плечами яров, у выпуклых берегов и в ухвостьях осередков и островов и располагаются в русле под разными углами к направлению течения (см. рис. 27).

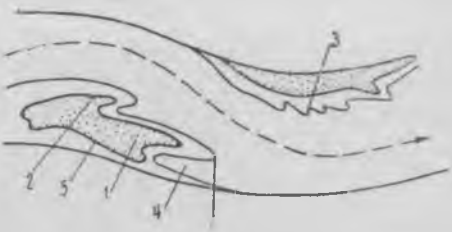


Рис. 27. Схема наносных образований.
1 — коса (песок); *2* — заносок; *3* — заструги; *4* — затонная часть нижней плесовой лощины; *5* — основание (корень) косы; *6* — ухвостье косы

Под действием течения речного потока косы и примыкающие к ним заструги изменяют свои плановые очертания, размеры и местоположение. Может произойти смещение песчаных кос вниз по течению, увеличение их в плане и по высоте, образование осередка путем отмыва нижней части косы и т. п.

Побочень (рис. 28) представляет собой песчаное скопление у берега, выдающееся в русло на значительную ширину. Типичными для равнинных рек являются побочни, медленно перемещающиеся вдоль своего опорного берега вниз по течению.

Рис. 28. Схема образования побочня:
1 — горный рынок; *2, 3* — побочни

Высыпками (рис. 29) называются отложения наносов, образовавшихся в результате выноса частиц грунта из оврагов и речек, впадающих в данную реку. Состоят они обычно из тяжелых частиц грунта.

Осередок представляет собой надводное или подводное песчаное наносное скопление в русле реки в виде островка, лишенного растительности. Причиной образования осередков (рис. 30) могут служить: отмыв ухвостья песчаных кос, отмыв побочня от своего опорного берега, засорение русла камнями, затонувшими судами и др.

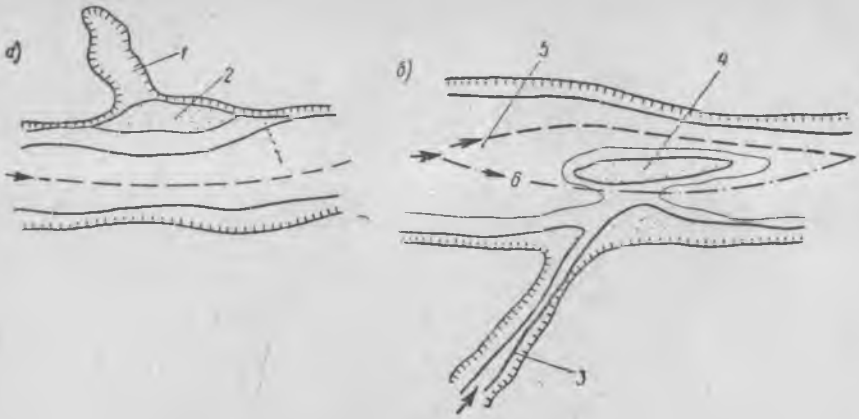


Рис. 29. Схема образования высыпок из оврагов (*а*) и речек (*б*):
1 — балка (овраг); *2* — высыпка (побочень), *3* — приток; *4* — осередок; *5* — основной судовой ход; *6* — дополнительный судовой ход

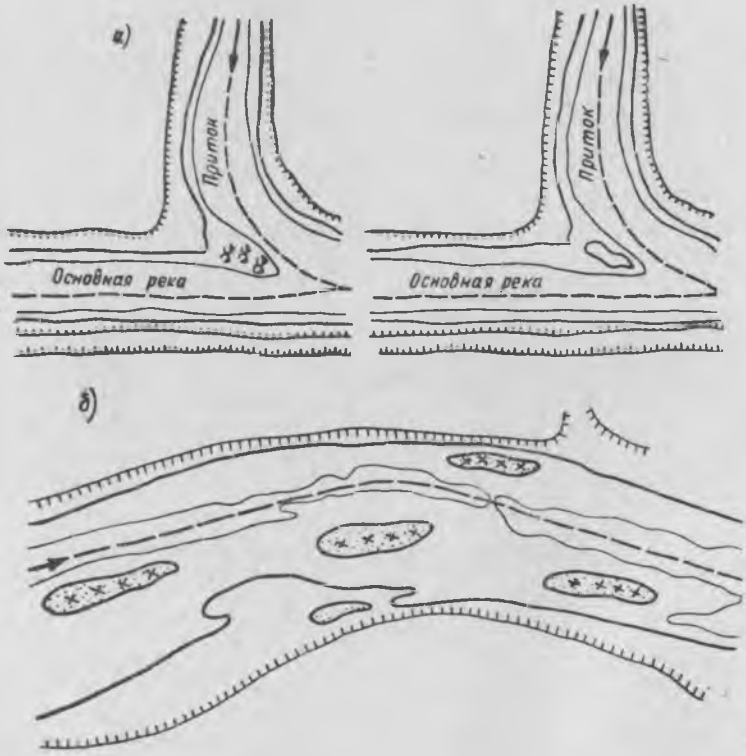


Рис. 30. Схема образования осередка на майдане (*а*) и на подводных препятствиях (*б*)

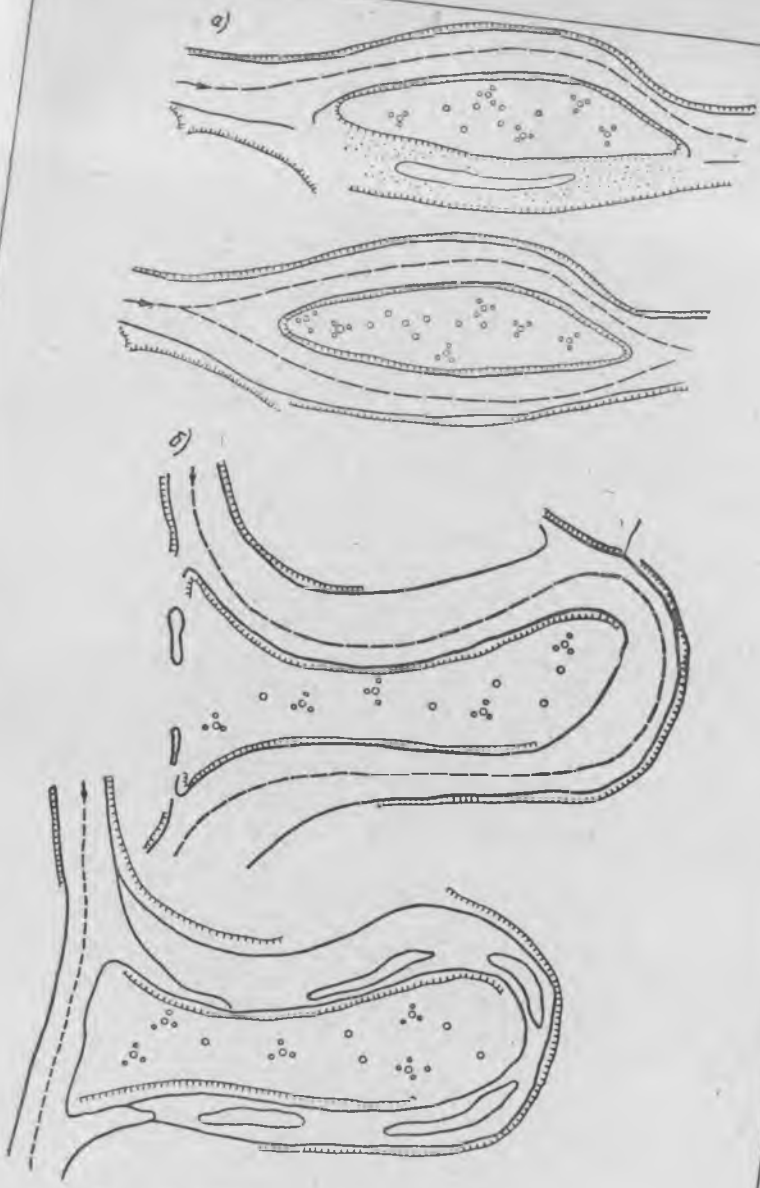


Рис. 31. Схема образования островов:
а — при разделении русла на два рукава;
б — при спрямлении излучин

Островом называется часть суши, окруженная со всех сторон водой. Острова на реках образуются: из осередков при покрытии их растительностью и отложении на них наносов; при разделении русла на два рукава и т. д. (рис. 31).

Под действием течения, отложения наносов и ледохода острова изменяют свою форму и размеры. Могут происходить:

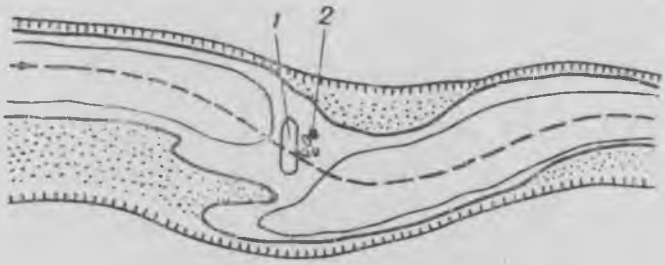


Рис. 32. Схема образования шалыги за судном:
1 — судно на мели; *2* — шалыга

размывы приверха; нарастание ухвостья в связи с увеличением песчаной косы; смыв ухвостья, вследствие изменения течения у ухвостья и др.

Шалыга (рис. 32) представляет собой небольшое песчаное отложение, которое образуется в русле реки по случайным причинам, например, при посадке судов на мель поперек течения (взамет); за затонувшей карчей или другим затонувшим предметом.

При посадке судна на мель шалыга возникает и нарастает быстро. Размеры ее зависят от размеров судна При посадке на мель крупного судна возможно образование большой шалыги. Шалыги в некоторых случаях приводят к искривлению судового хода, его раздвоению и ухудшению судоходных условий на перекате.

Каменистые образования в русле рек разнообразны как по происхождению, так и по степени их влияния на судоходство. К ним относятся: пороги, гряды, огрудки и одинцы. К глинистым образованиям относятся печины.

Порог — выступ в речном русле твердых горных пород или скопление камней во всю ширину реки, вызывающие подпор и перепад воды, в особенности при низких уровнях.

Гряда — каменистая россыпь, пересекающая речное русло, или каменистая коса, преграждающая его частично (рис. 33).

Огрудок — подводное скопление камней, простирающееся вдоль берега на небольшом расстоянии от него.

Одинец — отдельно лежащий в русле крупный камень.

Печина — выступающая в русло глинистая площадка берегового склона, или глинистый выступ берега, или глинистый

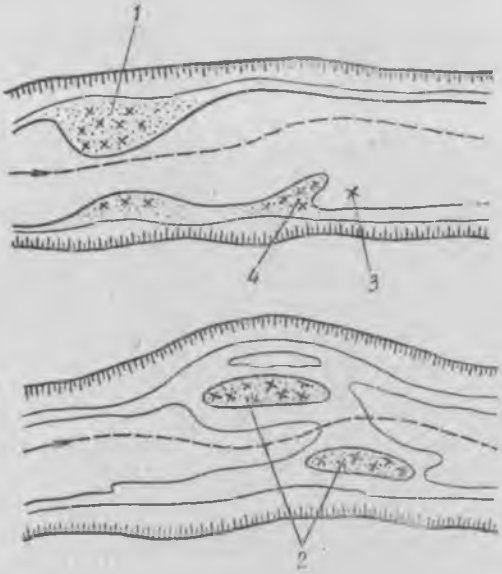


Рис. 33. Схема каменистых образований в русле:
1 — гряда; *2* — огрудки; *3* — одинец; *4* — каменистая коса

осередок, образовавшиеся в результате размыва слоистого песчано-глинистого берега.

Печины опасны для судоходства.

§ 12. ПЕРЕКАТЫ И ПЕРЕВАЛЫ

Характерная особенность русла — неравномерные глубины по длине реки, чередование мелких мест (перекатов) с более глубокими участками (плесами).

Перекаты образованы из наносных песчаных отложений, наискось пересекающих русло. Они являются основным препятствием для судоходства на реке, находящейся в свободном состоянии.

Перекаты возникают на тех участках русла, где в половодье интенсивно откладываются наносы. В первую очередь это участки с двухсторонней поймой, места слияния или разделения русла на рукава, районы подпоров полых вод и т. п.

В зависимости от местных условий перекаты могут постоянно находиться на одних и тех же местах, могут перемещаться

вниз по течению и, наконец, могут периодически исчезать и вновь появляться.

Перекаты располагаются в русле по одному или группами образуя перекатные участки.

Перекаты с большими глубинами и ширинами судового хода называются **перевалами**.

Основными частями переката являются: верхняя и нижняя плесовые лощины, верхние и нижние пески, седловина или вал переката и затонная часть переката (рис. 34).

Седловина переката образуется из соединения частей его верхних и нижних песков. В продольном разрезе она имеет форму заструги, характеризуется пологим напорным скатом, обращенным против течения, и крутым тыловым скатом, обращенным по течению. Наиболее глубокая часть на седловине переката называется корытом переката. По корыту переката проходит судовой ход.

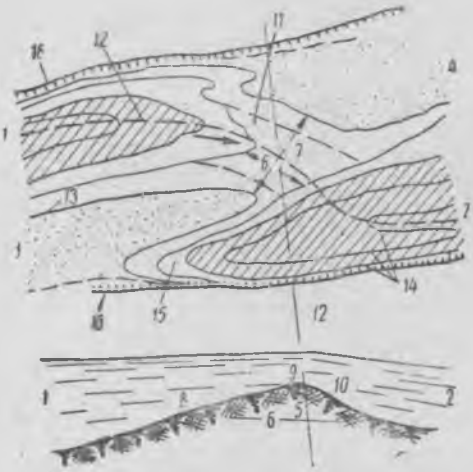


Рис. 34. Схема переката:

1 — верхняя плесовая лощина; *2* — нижняя плесовая лощина; *3* — верхняя коса или верхние пески; *4* — нижняя коса или нижние пески; *5* — седловина переката; *6* — ширина седловины; *7* — длина седловины; *8* — напорный скат; *9* — гребень; *10* — подвалье; *11* — корыто; *12* — судовой ход; *13* — урез воды при проектно-срезочном уровне; *14* — изобаты *15* — затонная часть нижней плесовой лощины; *16* — меженная бровка

Верхняя плесовая лощина представляет собой плесовый участок русла, расположенный выше седловины переката. Нижняя плесовая лощина — плесовый участок, расположенный ниже седловины переката.

Верхняя часть нижней плесовой лощины, расположенная по течению выше судового хода, называется затонной частью

В результате взаимодействия потока и русла происходят переформирования перекатов (сезонные и периодические). Во время половодья на них откладываются наносы, которые смываются при понижении уровней. Но, так как русло изменяется более медленно, чем структура потока с изменением уровней, при наступлении низких уровней рельеф переката оказывается несколько иным, чем он был до наступления половодья. Эти сезонные переформирования, накапливаясь из года в год, приводят к переформированиям периодическим. При сезонных переформированиях русла на перекате корыто увеличивает с каждым годом

свою крутизну. Судовой ход через перекат становится все круче и круче, судоходные качества переката ухудшаются. Параллельно с этим через нижние пески переката разрабатывается водами новое сравнительно пологое корыто, куда в конечном итоге и переносится судовой ход. Старое крутое корыто переката заносится наносами и отмирает, новое в последующем увеличивает свою крутизну, и процесс повторяется. Такие переформирования происходят периодически.

Перевал состоит из таких же элементов, как и перекат, за исключением затонной части. Он характеризуется плавными очертаниями рельефа русла и достаточными глубинами для судоходства.

Перекаты можно подразделить на следующие основные типы:

1. Перекаты без развитой затонной части («хорошие» перекаты-перевалы). Плесовые лощины таких перекатов не заходят одна за другую (рис. 35).

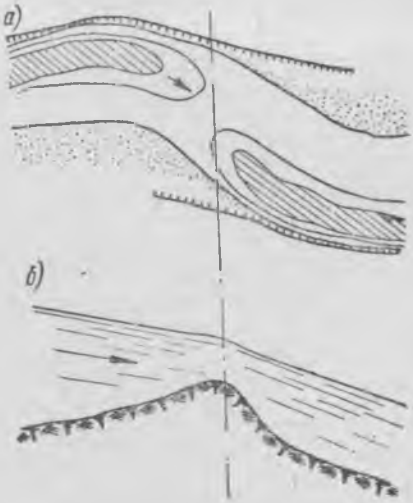


Рис. 35. Схема переката без развитой затонной части:
а — план; *б* — продольный разрез по судовому ходу

2. Перекаты с развитой затонной частью («дурные» перекаты). Гребень таких перекатов (рис. 36) пересекает русло

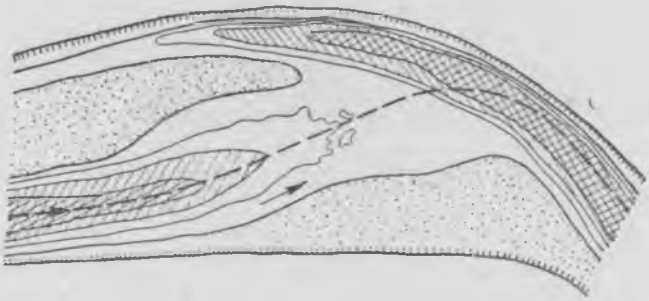


Рис. 36. Перекат с развитой затонной частью

реки под острым углом. Плесовые лощины заходят одна за другую. Вал переката располагается косо по отношению к оси

потока, поэтому струи потока расходятся веером, образуя свальное течение через ухвостье верхней косы. Корыто переката при сезонных и периодических переформированиях переката обычно искривляется, увеличивает крутизну судового хода через перекат (рис. 37) и в крайнем положении становится поперек русла реки, в результате чего судовой ход получает форму буквы *г*.

Рис. 37. Сезонные переформирования переката:

а — в период паводка; *б* — на спаде паводка; *в* — поперечный слив в затонную часть

3. Сложные или групповые (рис. 38) перекаты, состоящие из двух или нескольких одиночных перекатов отмеченных выше типов.

Косы на таких перекатах чередуются таким образом, что нижняя коса вышележащего переката является в то же время верхней косой нижележащего. Судовой ход на сложном перекате несколько раз переваливает от одного берега к другому.

4. Перекаты-россыпи, не имеющие отчетливо выраженных верхних и нижних песков и корыта. Русло при таких перекатах беспорядочно заполнено песчаными отложениями (рис. 39). Судовой ход извилистый, течение беспорядочное.

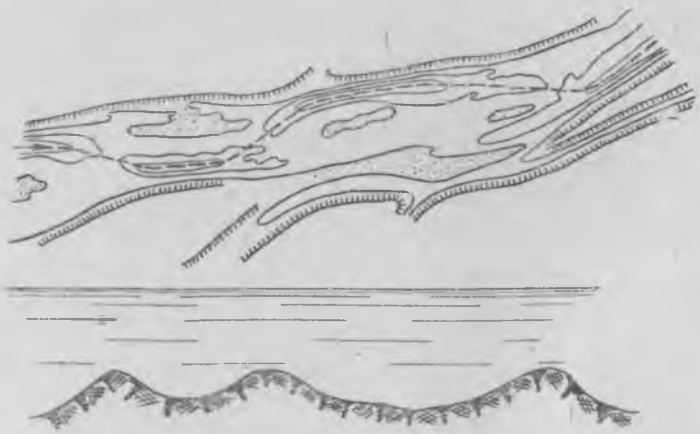


Рис. 38. Схема сложного переката

5. Каменистые перекаты, в основании которых лежат каменистые гряды, огрудки и т. п.

§ 13. СУДОХОДНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРЕКАТОВ

Перекаты классифицируют для различных целей. Поэтому существует классификация перекатов для улучшения судоходных условий, классификация судоходная, в основу которой положена степень затруднительности переката в судоходном отношении.

Судоходная классификация перекатов впервые была предложена волжским капитаном Д. А. Богдановым и в основном остается и на сегодня.

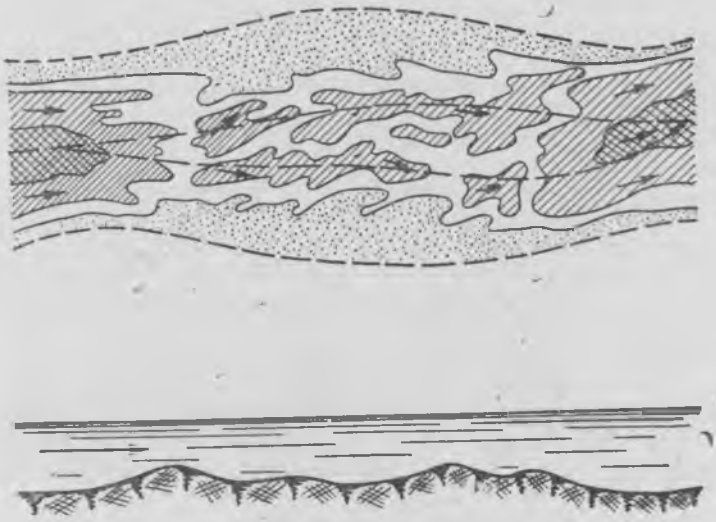


Рис. 39. Перекат-россыпь

Расположение перекатов в русле накладывает отпечаток на их судоходные качества. Так например, перекат у приверха острова отличается бо́льшими неудобствами для судоходства, чем перекат, расположенный в ухвостье острова, так как у приверха острова могут наблюдаться затяжные течения в несудоходный рукав. Наиболее затруднительное место для проводки судов через любой перекат — его подвалье, форму которого Д. А. Богданов и положил в основу своей классификации. Он объединяет подвалья в следующие группы:

Ровное подвалье (рис. 40) — подвалье, более или менее прямолинейно очерченное в плане и расположенное нормально к оси корыта переката. Течение располагается параллельно стрежню.

Подвалье с раскосьем (рис. 41) — подвалье, которое имеют перекаты в один из моментов переформирований, когда судовой ход занимает крутое положение по отношению к берегам. У этих перекатов близко сходятся заструги верхней и нижней кос, где и расположено корыто переката. Течение сосредоточено в узком проходе между застругами.

Рис. 40. Ровное подвалье

Подвалье под крутую косу (рис. 42) — подвалье, обычно образующееся при низких уровнях воды. При таком подвалье резко искривляется направление корыта переката, ось его может иметь направление, почти перпендикулярное к направлению русла, что делает перекат затруднительным для судовождения.

Выпуклое подвалье (рис. 43) — подвалье, криволинейно очерченное с выпуклостью вниз по течению. На перекатах с таким подвальем средняя часть седловины, проходящая вблизи гребня, возвышенная, течение на подвалье веерообразное. Выпуклое подвалье образуется в результате периодических переформирований на перекате, когда существующий крутой ход начинает отмирать, а взамен его развивается новое корыто переката через нижние пески.

Рис. 41. Подвалье с раскосьем

Рис. 42. Подвалье под крутую косу

При вождении судов через перекаты с таким подвальем следует учитывать двухсторонние свальные течения и внимательно определять главную струю потока. Следует иметь в виду, что положение судового хода на таком перекате отличается неустойчивостью.

Сложные (групповые) перекаты (см. рис. 38) имеют подвалья описанных типов, но представляют бо́льшие затруднения для прохождения судов, чем одиночные перекаты. Главные причины затруднения — извилистость судового хода и наличие свальных течений.

При проводке через них буксируемых составов буксировщик и кошевое буксируемое судно могут оказаться на разных перекатах.

Наиболее сложны и затруднительны такие перекаты на разветвленных участках рек. В большом количестве они располагаются в устьях притоков, впадающих в главную реку. Если приток значительный, то рассматриваемые перекаты могут образоваться и в главной реке, что зависит от того, находятся ли воды притока на подъеме половодья в подпоре от главной реки, или наоборот, воды главной реки находятся в подпоре от вод притока. Так например, в половодье воды Оки обычно подпирали воды Волги на подъеме вод, в результате этого на Волге выше впадения Оки было значительное число сложных перекатов.

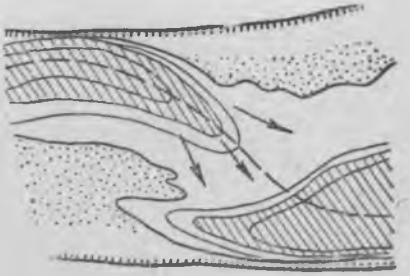


Рис. 43. Выпуклое подвалье

Перекаты-россыпи (см. рис. 39) представляют еще большие затруднения для прохождения судов, чем рассмотренные выше, вследствие криволинейности судового хода, стесненности его песчаными косами, осередками и шалыгами и отрицательного влияния их на движущееся судно, вызывающего рысклиность последнего.

Каменистые перекаты имеют общие формы обычных перекатов, но резко отличаются от всех рассмотренных выше типов наличием гряд, отдельных камней и т. п., на которых происходит отложение песчаных наносов в виде кос, побочней, осередков. На перекатах такого типа судовой ход обычно узкий, извилистый. Как правило, наблюдаются неправильные течения, что создает трудности для судовождения.

ГЛАВА III

ОСНОВЫ КАРТОГРАФИИ

§ 14. СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ЧЕРТЕЖЕ

Пособием для изучения водных путей и для ориентировки при плавании на реках, озерах, водохранилищах и каналах являются навигационные карты, составляемые по материалам технических изысканий.

Об использовании навигационных карт при судовождении будет сказано в следующей главе, здесь же дается краткое описание технических изысканий на водных путях, проведение которых излагается в курсах геодезии, а обработка полученных при изысканиях материалов — в курсах картографии.

Изображение участка земной поверхности на чертежах без учета сферической формы Земли (кривизны Земли) называется планом, с учетом сферической формы Земли — картой.

На поверхности Земли имеются возвышенности и низины, образующие рельеф земной поверхности.

При составлении планов и карт неровную земную поверхность проектируют на горизонтальную плоскость и получают горизонтальную проекцию действительных линий местности или иначе горизонтальное проложение линий местности.

Для получения горизонтальных проложений опускают из концов и промежуточных точек наклонной линии *MNL* перпендикуляры на горизонтальную плоскость (рис. 44,*а*). Отрезок прямой *mnl*, получившийся от соединения точек пересечения перпендикуляров с горизонтальной плоскостью, и представляет собой горизонтальное проложение наклонной линии *MNL*.

Так же строится горизонтальное проложение участка земной поверхности. Для этого из характерных точек *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *K* участка (рис. 44,*б*) опускают перпендикуляры на горизонтальную плоскость, и концы их соединяют.

В условиях внутренних водных путей планы составляют для того, чтобы выяснить состояние рельефа дна реки, канала, во-

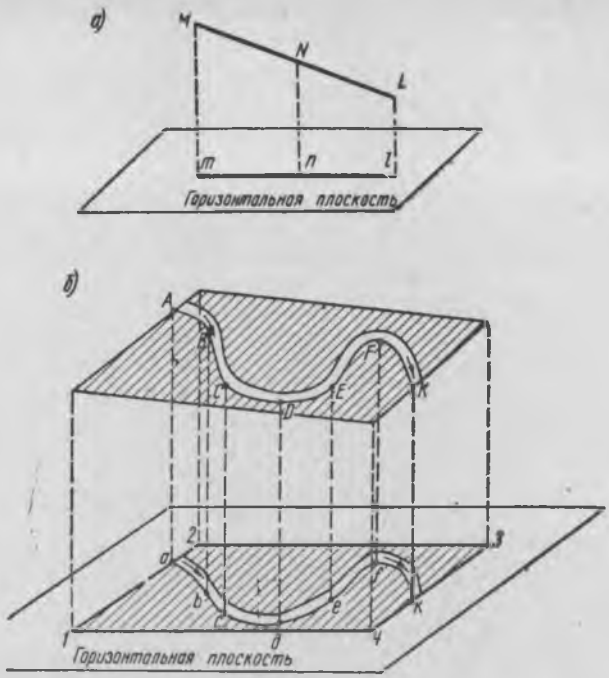


Рис. 44. Схемы горизонтальных проложений участка:
ABCDEFK — криволинейное очертание одного из берегов реки; *1, 2, 3, 4* — горизонтальная проекция участка; *abcdefk* — горизонтальная проекция кривой *ABCDEFK*

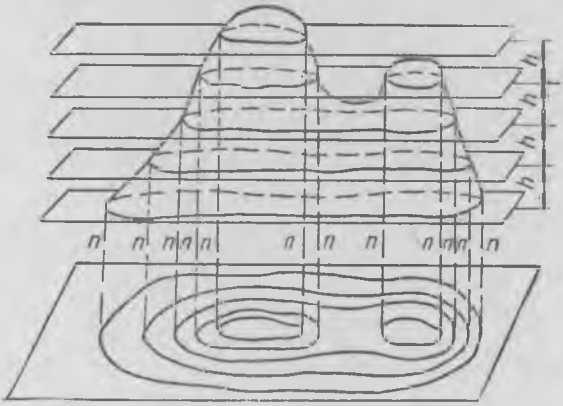


Рис. 45. Образование горизонталей:
n — перпендикуляр

дохранилища или озера и разработать мероприятия по улучшению судоходных условий рек или составить проект того или иного инженерного сооружения.

Рельеф поверхности Земли на планах принято изображать так называемыми горизонталями (рис 45), т. е. плавными кривыми линиями, представляющими собой проекцию линий, полученных при пересечении поверхности Земли воображаемыми горизонтальными плоскостями. Следовательно, все точки каждой горизонтали на местности имеют одинаковую высоту над какой-либо горизонтальной плоскостью, принятой

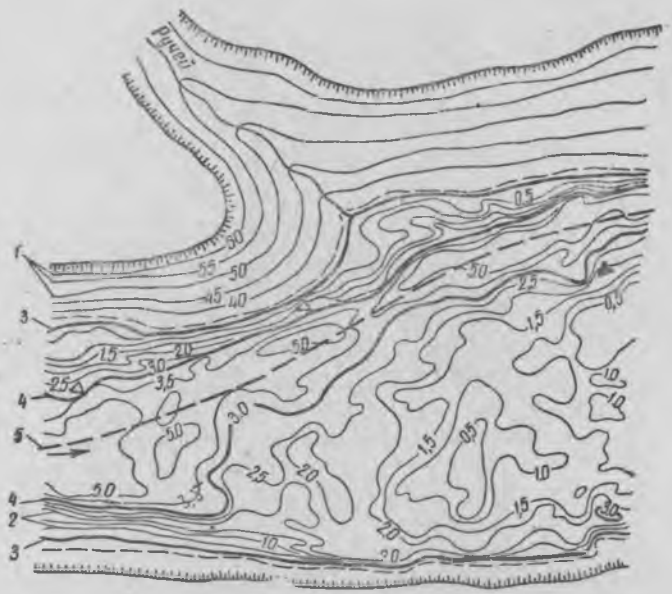


Рис. 46. Участок реки в изобатах с прилегающим рельефом участка земли в горизонталях:

1 — горизонтали; *2* — изобаты; *3* — проектная изобата; *4* — изобата гарантийной глубины; *5* — судовой ход

за основание отсчета. Значение этой высоты подписывают на горизонталях. В СССР за горизонтальную плоскость сравнения принят уровень Балтийского моря. Высоты точек, отсчитываемые от уровня Балтийского моря, называют абсолютными отметками этих точек, а высоты, отсчитываемые от какой-либо принятой горизонтальной плоскости, — относительными.

Горизонтали проводят через определенные расстояния по высоте, например, через 1,0 *м;* 1,5 *м;* 2,5 *м;* 5,0 *м* и т. д. Разности высот называют превышениями, а расстояние на карте между двумя соседними горизонталями — заложением.

На планах водных участков рельеф дна обычно изображается изобагами — линиями, соединяющими равные глубины водного участка, отсчитанные от определенного уровня воды (рис. 46).

§ 15. ПОНЯТИЕ О МАСШТАБЕ

Горизонтальные проекции линий местности не могут быть нанесены на чертеже, плане или карте в их натуральную величину, в связи с этим их уменьшают в определенное число раз.

Степень уменьшения линий на плане по сравнению с горизонтальными проложениями соответствующих линий на местности называется масштабом. Следовательно, под масштабом понимается отношение длины линии на плане, карте или чертеже к ее действительной длине на местности. Это отношение изображают в виде дроби, числитель которой всегда единица, а знаменатель — число, показывающее во сколько раз линия на карте уменьшена по сравнению с соответствующей линией на местности. Такой масштаб называется численным.

Например, масштаб 1 : 100 означает, что все истинные размеры линий участка уменьшены в 100 раз, масштаб 1 : 10 000 — в 10 000 раз и т. д.

Чтобы определить, сколько в 1 *см* на плане содержится метров в натуре, нужно у знаменателя зачеркнуть два последних нуля. Оставшееся число покажет, сколько метров содержится в 1 *см*. Следовательно, при масштабе 1 : 100—1 *см* на плане будет соответствовать 1 *м* в натуре, а при масштабе 1 : 50 000 — 1 *см* на плане — 500 *м* в натуре.

Для определения расстояния между двумя пунктами по карте надо расстояние между пунктами умножить на масштаб карты. При масштабе 1 : 50 000 и расстоянии между пунктами Орел—Железновка 38 *см* (см. рис. 75), надо 38 *см* помножить на 50 000. Искомое расстояние будет 19 000 *м* — 19 *км*.

Чтобы не делать таких перечислений, пользуются линейным масштабом. Линейный масштаб представляет собой прямую линию, на которой отложены равные отрезки, называемые основанием масштаба. Эти отрезки уменьшены по сравнению с натуральными размерами соответственно величине численного масштаба. В конце каждого отрезка надписаны те длины натуры, которые условно изображают в уменьшенном виде (рис. 47). Крайний отрезок влево от нуля разделен на 10 равных частей, из которых каждая часть составляет $^1/_{10}$ длины основания.

При пользовании линейным масштабом расстояние на карте измеряют циркулем. Прикладывая раствор циркуля к линейному масштабу, видим, что когда одна ножка циркуля поставлена на цифру 300 *м*, другая попадает на крайний левый

отрезок между 0 и 100 *м* и занимает третье деление от нуля. Следовательно, длина нашей линии будет 330 *м*.

Масштабы навигационных (лоцманских) карт принимаются по существующему положению в зависимости от размеров водных путей и из соображений удобства пользования.

В зависимости от размера реки, канала, водохранилища и озера существуют масштабы карт 1 : 5000, 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 и др.

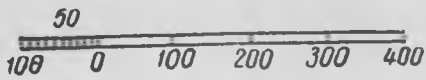


Рис. 47. Линейный масштаб

Для составления планов перекатов обычно принимается масштаб 1 : 5000 или 1 : 10 000, т. е. в 1 *см* на плане 50 или 100 *м* в натуре.

Отдельные наиболее важные и затруднительные участки пути, например, убежища и подходы к ним, дают в более крупном масштабе.

§ 16. ВИДЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Для получения представления о размерах определенного участка земли, т. е. об его очертаниях и рельефе, производят геодезическую съемку.

Геодезическая съемка заключается в измерении длин линий по границам участка и внутренним очертаниям, в измерении углов наклона линий местности к горизонту, в определении углов поворота линий границ участка, в определении превышения одних точек местности над другими и т. п.

Эти работы выполняют при помощи двух основных видов геодезической съемки: горизонтальной или плановой угломерной съемки, применяемой для построения плана местности без рельефа поверхности, и вертикальной (нивелирования), применяемой для получения рельефа местности путем определения высот отдельных точек на местности над уровнем моря, или над другой исходной плоскостью.

Вертикальная и горизонтальная съемки могут выполняться одновременно.

В последние годы широко применяется аэрофотосъемка, являющаяся в СССР основным видом государственных съемок.

С помощью аэрофотосъемки получается в короткий срок плановый материал (береговой полосы и уреза воды), который используется для составления навигационных карт водохранилищ, для проектирования работ по улучшению судоходных условий, для выявления зоны затопления земель при проектировании водохранилищ и т. п.

§ 17. ПОНЯТИЕ О СЪЕМКЕ И СОСТАВЛЕНИИ ПЛАНОВ ВОДНЫХ УЧАСТКОВ

Мензула и кипрегель

Если планы местности или участков речного пути снимаются с помощью геодезических инструментов — мензулы и кипрегеля, то съемка называется мензульной. Мензульная съемка представляет собой графический способ составления планов непосредственно в поле.

При мензульной съемке можно определять как плановое, так и высотное положение точек, поэтому ее обычно называют топографической съемкой.

Мензула состоит из трех частей (рис. 48): чертежной доски или планшета, подставки и штатива (треноги).

Подставка служит для установления планшета в горизонтальное положение на штативе.

На планшет наклеивают чертежную бумагу, на которой вычерчивают в процессе самой съемки план снимаемого участка местности.

Для определения направлений с места стоянки мензулы на разные предметы местности и вычерчивания этих направлений на планшете мензулы применяется кипрегель.

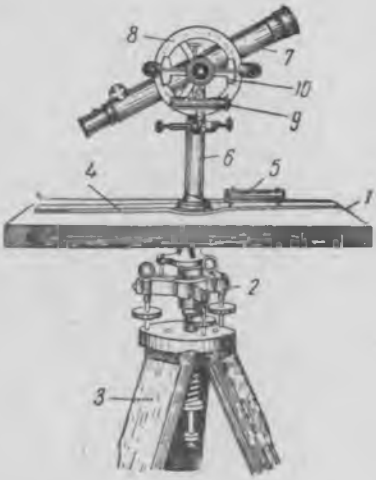


Рис. 48. Мензула с кипрегелем:
1 — доска; 2 — подставка; 3—штатив; 4 — линейка кипрегеля; 5 — уровень; 6 — колонка; 7 — зрительная труба; 8 — вертикальный круг с градусными делениями; 9 — уровень алидады; 10 — верньер

Кипрегель состоит из зрительной трубы, шарнирно закрепленной и вращающейся в вертикальной плоскости, вертикального круга с градусными делениями и линейки, на которой с помощью колонки укреплена зрительная труба. В трубе кипрегеля имеется сетка нитей, состоящая из вертикального и трех горизонтальных волосков. Для ориентировки мензулы по странам света применяют буссоль.

Устанавливая мензулу в различных точках местности, можно строить на планшете геометрические фигуры, подобные фигурам на местности. Например, для построения на планшете мензулы угла BAC (рис. 49) проводят на планшете направление линии AC, далее устанавливают мензулу над точкой A и приводят планшет с помощью уровня в горизонтальное положение, предварительно приближенно ориентировав его по направлению

линии AC. Далее, поставив ребро линейки кипрегеля по линии ac, с помощью микрометренного винта поворачивают планшет мензулы до тех пор, пока вертикальная нить в трубе кипрегеля не совпадет с вехой, установленной в точке C. После этого, поставив линейку кипрегеля, так, чтобы ребро ее проходило через точку a, повертывают кипрегель до тех пор, пока веха, стоящая в точке B на местности, не совпадет с вертикальной нитью в трубе кипрегеля, при этом следят за тем, чтобы ребро линейки не сходило с точки a. По ребру линейки через точку a проводят ли-

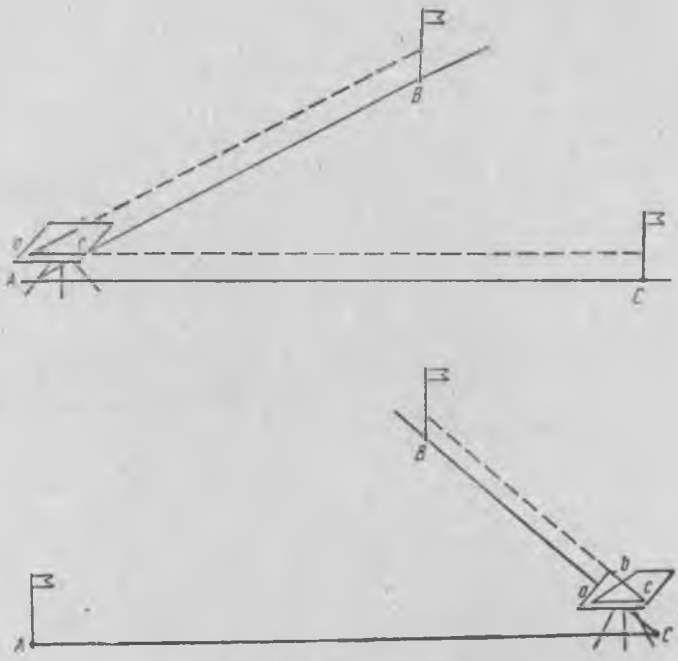


Рис. 49. Мензульная съемка

нию ab (говорят — взяли «взгляд» на точку B). В этом случае угол bac на планшете будет подобен углу BAC на местности.

Далее отложив на планшете длину линии AC в принятом масштабе, переходят с мензулой в точку C на местности (см. рис. 49). Ориентируют мензулу приближенно на глаз по линии CA, приводят планшет с помощью уровня в горизонтальное положение и, поставив линейку кипрегеля скошенным ребром по линии ca на планшете, микрометренным винтом поворачивают планшет до тех пор, пока вертикальная нить кипрегеля не закроет веху в точке A. Это значит, что мензула ориентирована по линии CA. После этого, поставив скошенное ребро линейки на точку c, повертывают кипрегель вокруг точ-

ки c до тех пор, пока вертикальная нить кипрегеля не закроет веху в точке B. Проведя по ребру линейки линию cb, в ее пересечении с линией ab на планшете получим точку b, соответствующую точке B местности. В этом случае говорят, что сделали «засечку» точки B.

Мензульная съемка плана речного русла

Мензульную съемку плана речного участка выполняют в следующем порядке.

По обоим или по одному берегу реки прокладывают опорные линии, так называемые магистрали, и на них через 100 *м* по длине разбивают точки — пикеты.

Одну из линий магистрали принимают за опорную линию — базис. Ее длину тщательно измеряют и откладывают на планшете в принятом для съемки масштабе.

При съемке плана мензулу сначала устанавливают на одном конце базиса. Планшет с помощью уровня приводят в горизонтальное положение и прикладывают к линии базиса на планшете скошенное ребро линейки кипрегеля. Поворачивая планшет вокруг вертикальной оси, приблизительно совмещают линию базиса на планшете с направлением линии базиса на местности. Точное совмещение производят с помощью трубы кипрегеля, визирная ось которой параллельна скошенному ребру линейки. Смотря в трубу кипрегеля, медленно поворачивают планшет с помощью микрометренного винта до тех пор, пока вертикальный волосок в зрительной трубе не закроет веху, стоящую на другом конце базиса. Затем прочерчивают на планшете направления на другие вехи, поставленные на магистрали, и на все характерные предметы и ориентиры: береговые и плавучие знаки обстановки, отдельные точки берегов, постовые домики, сооружения, здания и т. п.

Проделав это, переходят с мензулой на другой конец базиса, устанавливают ее, ориентируют по базису и делают засечки на все взятые с первой стоянки точки. В пересечении взглядов с первой и второй стоянок на один и тот же ориентир на местности и будет его положение на плане.

По окончании мензульной съемки все заснятые на планшете очертания магистралей и отдельные точки обводят тушью и планшет подготавливают к засечкам промеров глубин.

Промеры глубин

Для выяснения рельефа дна водного объекта промеряют его глубины.

В настоящее время для промеров глубин используется специальный прибор — эхолот.

Глубина с помощью эхолота определяется в зависимости от времени прохождения ультразвукового импульса — волны от вибратора-излучателя до дна водоема и обратно к вибратору-приемнику. Таким образом, работа эхолота сводится к посылке и приему отраженных от дна импульсов, которые поступают через различные промежутки времени в зависимости от глубины водоема.

Обеспечивая постоянное количество импульсов в секунду, эхолот практически непрерывно измеряет глубины. Значения этих глубин автоматически фиксируются на специальной бумажной ленте в виде так называемой батиграммы — кривой глубин по створу (рис. 50).

Для промерных работ на внутренних водных путях применяются переносные эхолоты.

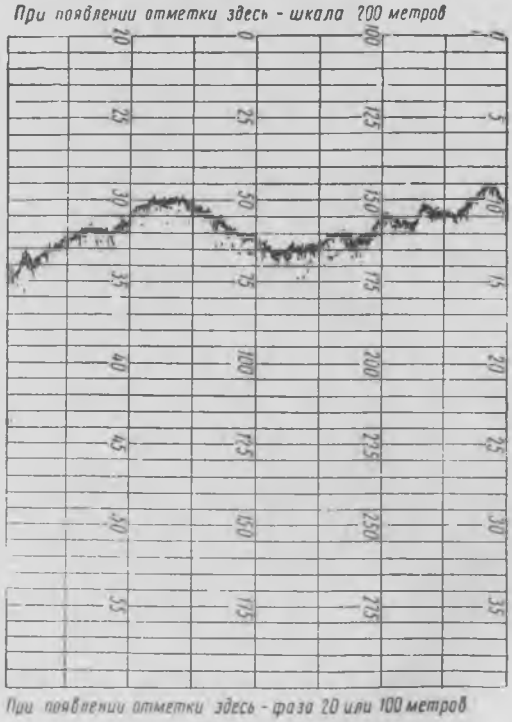


Рис. 50. Обработанная батиграмма промеров глубин реки эхолотом

С навигации 1961 г. начал применяться малогабаритный эхолот, предназначенный для установки на теплоходах путевых мастеров. Этот эхолот измеряет глубину до 5,0 *м* и вместо записи глубин на батиграмме дает показания глубин на шкале глубин.

Полевые работы, выполняемые с помощью эхолота, делятся на подготовительные, собственно промерные и первичную отработку материалов, выполняемую в поле.

В состав подготовительных работ входят: установка эхолота на промерном судне, подготовка к измерениям и полевая тарировка эхолота.

Промеры с помощью эхолота на реке выполняются в основном в такой последовательности.

После окончания съемки магистрали со всеми опорными точками на планшете мензулы намечают поперечники для промеров глубин. Расстояние между поперечниками назначают в зависимости от сложности рельефа дна и поставленной задачи. На перекатах крупных рек это расстояние обычно составляет 25—50 *м*, на плесах 100—200 *м*.

Далее по намеченным на планшете поперечникам на местности устанавливают створы — большие вехи с красными и белыми флагами, определяющими направление промерных профилей.

Мотолодка с эхолотом идет по створам от одного берега к другому согласно выставленным на берегу вехам (рис. 51).

На всем пути следования мотолодки по профилю эхолот автоматически производит сплошную графическую запись глубин. Точки глубин через 30—40 *мм* на батиграмме отпечатываются особым прижимом с одновременной засечкой на планшете их местонахождения.

Промеры засекают следующим образом.

Мензулист смотрит в трубу кипрегеля и следит за движением лодки по створу. Через определенное расстояние (100—120 *м*) с мотолодки попеременно красным и белым флажками подают сигнал. Мензулист в момент подачи сигнала делает засечку места замеренной глубины на планшете.

На моголодке вместе с подачей сигнала засекают на батиграмме условную отметку.

Кроме промера русла по поперечникам, существует способ промера русла по косым галсам. Косые галсы представляют собой створы, расположенные под острым углом к оси потока.

Применение эхолота резко сокращает время на промеры, так как скорость продвижения мотолодки с эхолотом достигает 15 *км/час* при измерении глубин от 0,2 *м* до 20 *м*.

При камеральной обработке плана съемки переката или участка пути с батиграммы выписываются глубины в любой точке профиля или галса с точностью ± 5 *см*, уже отнесенные к проектному уровню.

На том же принципе работают и судовые эхолоты, только вместо батиграмм они дают непосредственные показания глубин на шкале, установленной в штурманской рубке.

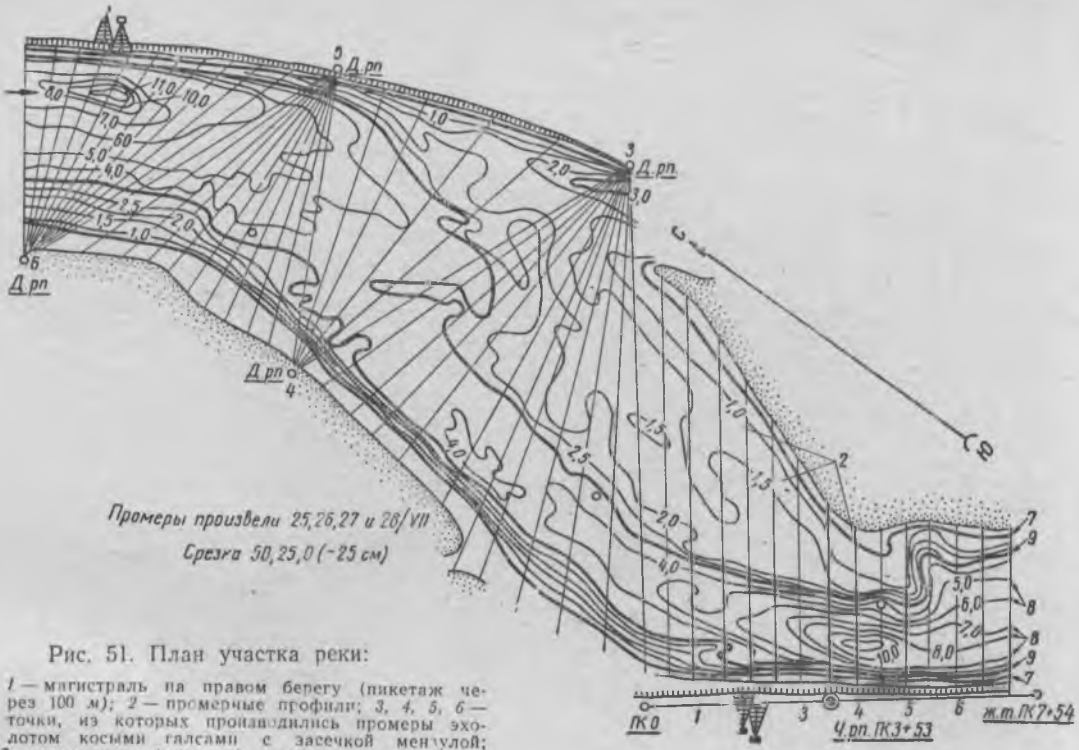


Рис. 51. План участка реки:

1 — магистраль на правом берегу (пикетаж через 100 м); 2 — промерные профили; 3, 4, 5, 6 — точки, из которых производились промеры эхолотом косыми галсами с засечкой меншулой; 7 — проектная (нулевая) изобата; 8 — изобаты; 9 — изобата гарантийной глубины

Составление плана водного участка

Для сравнения различных планов речного русла, выполненных по съемкам, произведенным в разное время и при разных уровнях, результаты промеров глубин приводятся к одному уровню воды, называемому проектным. За проектный уровень принимается уровень воды, близкий к наинизшему меженному уровню, который определяется из наблюдений на данном участке реки за ряд лет.

Уровень воды, при котором выполняются съемка плана, промеры глубин и все путевые работы, называется рабочим уровнем.

Для приведения к проектному уровню все полученные фактические глубины при рабочем уровне срезают — уменьшают или увеличивают на величину срезки, т. е. на величину разности отметок рабочего и проектного уровней воды.

В маловодные годы рабочий уровень может быть ниже проектного и тогда к фактическим глубинам прибавляют срезку, например, если на плане написано: «срезка 150 *см*», то это значит, что в момент съемки рабочий уровень был выше проектного на 150 *см*.

Если на плане дано отрицательное значение срезки: «срезка — 25 *см*» (см. рис. 51), то это означает, что рабочий уровень был ниже проектного на 25 *см*.

При обработке плана срезанные глубины выписывают на планшете у промерных точек профиля.

После этого по полученным точкам проводят изобату проектного уровня, которую принимают за нулевую, пунктиром наносят рабочий урез воды и далее проводят изобаты с глубинами 0,5 *м*; 1,0 *м*; 1,5 *м*; 2,0 *м*; 2,5 *м*; 3,0 *м* и т. д. от нулевой изобаты.

Нулевая изобата обводится черной жирной линией, а изобата, соответствующая проектной глубине, — красной. Глубины меньше величины срезки имеют отрицательное значение. По отметкам с отрицательным значением проводят сухие изобаты, характеризующие рельеф выше нулевой изобаты.

План переката или водного участка, выполненный в изобатах, дает представление о рельефе и глубинах русла, подобно тому как план в горизонталях, дает представление о рельефе земной поверхности.

На план переката наносят все знаки судоходной обстановки.

Если на перекате проводились наблюдения за направлением и скоростями течений с помощью поплавков, то траектории поплавков также наносят на план и указывают полученные скорости течений.

ГЛАВА IV.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ СУДОХОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ

§ 18. ВИДЫ ПУТЕВЫХ РАБОТ

Большую часть эксплуатируемых в Советском Союзе внутренних водных путей составляют реки в их естественном состоянии, не всегда удовлетворяющие требованиям судоходства.

Зачастую они имеют малые глубины и большие скорости на перекатах и порожистых участках, узкий, извилистый с недостаточными радиусами закруглений судовой ход, засорены карчами, камнями, утерянными якорями и т. п. Все это вызывает необходимость улучшения их судоходного состояния.

Мероприятия по улучшению судоходного состояния рек делятся на две категории:

1) путевые работы на реках, оставляемых в свободном состоянии;

2) работы, связанные с переустройством водных путей, в результате которого они переходят в категорию искусственных.

К мероприятиям первой категории относятся руслоочистительные работы (дноочистительные и берегоочистительные); дноуглубление и выправление; к мероприятиям второй категории — регулирование речного стока или метод дополнительного питания, шлюзование рек и сооружение судоходных каналов.

§ 19. РУСЛООЧИЩЕНИЕ

Руслоочищение подразделяется на дноочистительные и берегоочистительные работы.

В состав дноочистительных работ входят отыскание подводных препятствий, опасных для плавающих судов, их извлечение и удаление в безопасное для судоходства место; берегоочистительные работы проводятся как профилактическое мероприятие и состоят из работ по удалению с береговой полосы

деревьев, камней, карчей, пней и т. п., которые при подмыве берегов могут попасть в реку и засорить судовой ход.

Для отыскания препятствий применяют траление, которое бывает сплошным, местным и аварийным.

Сплошное траление производится на всем протяжении транзитного судового хода, за исключением участков, глубины на которых в несколько раз превышают гарантированные. Сплошное траление производится также и на дополнительных судовых ходах, в том числе на подходах к затонам, портам, пристаням и причалам. Ширина протраливаемой полосы должна несколько выходить за границы обставляемого судового хода (на 10—20 *м*).

Сплошное траление повторяют несколько раз в течение навигации. Весной производится сплошное траление основных транзитных судовых ходов и действующих в полноводный период навигации воложек, вторых ходов и тиховодов. Траление основных транзитных судовых ходов заканчивается при спаде паводка к моменту наступления на перекатах транзитной глубины, в полтора раза превышающей максимальную осадку плавающих судов, а на реках, где навигация открывается при низком уровне воды,— в трехдневный срок после окончания ледохода. Траление воложек, вторых ходов и тиховодов производится в течение трех дней после открытия навигации. Второе сплошное траление выполняется к моменту наступления межени и введения меженной обстановки. В меженный период сплошное траление производится на реках с освещаемой обстановкой и с развитым лесосплавом не реже одного раза в две недели, а на остальных реках с освещаемой обстановкой — не реже одного раза в месяц и на реках с неосвещаемой обстановкой — два раза в навигацию.

На реках, где судоходство организуется только в отдельные периоды навигации, сплошное траление судового хода производится в зависимости от сроков судоходства по согласованию с управлением пароходства.

Местное траление судовых ходов выполняется в промежутках между сплошным тралением на всех перекатах, порогах, на подходах к пристаням, в местах сильного размыва берегов и на участках, где возможна засоренность судового хода бревнами, плотовым такелажем и т. п. Производится оно не реже одного раза в 5—10 дней, а на перекатах и подходах с каменистым ложем и на порогах — не реже одного раза в 3—5 дней.

Регулярное местное траление начинается при наступлении глубин, в полтора раза превышающих максимальную осадку плавающих судов. Ширина протраливаемой полосы также несколько выходит за границы обставляемого судового хода.

Тиховоды протраливают весь период их действия в те же сроки, что перекаты и подходы.

Если на каком-либо участке судового хода утоплен тот или иной предмет, опасный для проходящих судов, или произошла авария с судном или плотом, в результате которой возможно засорение судового хода, организуют аварийное траление этого участка.

Для траления на реке применяют гибкий и жесткий тралы. Гибкий трал представляет собой металлический или пеньковый трос длиною 100—200 *м* с грузами, помещенными через определенное расстояние друг от друга. Траление им производится при помощи двух лодок (или катеров), сплывающих вниз по течению. Если на дне находится препятствие, трал задевает за него, лодки подводят к препятствию, уточняют его вид и отмечают место.

Жесткий трал представляет собой промерную раму, состоящую из поперечины (железный уголок длиною 7—10 *м*), прикрепленной шарнирно с двух концов к деревянным наметкам. Траление жесткой рамой производится с двух или большего числа лодок; в этом случае получается многозвеньевой трал, позволяющий охватить большую ширину реки. Глубина траления жесткими тралами назначается из условия проверки чистоты судового хода на уровне проектного дна с запасом на глубину в 20—50 *см*.

На водохранилищах применяется поплавковый трал, представляющий собой трос, поддерживаемый на заданной глубине металлическими буйками. Длина трала 300 *м*, ширина захвата около 200 *м*, глубина траления от 3 до 9 *м*. Изменять глубину траления можно только через 1,0 *м*. Траление производится двумя теплоходами (типа Т-63 или др.), передвигающимися с определенной скоростью.

Обнаруженные препятствия или извлекают со дна реки, канала, водохранилища немедленно, если это под силу рабочим, выполняющим траление, или ограждают бакенами, буями и удаляют плавучими дноочистительными (водолазными) кранами, на которых размещается водолазная станция. На малых реках применяются карчекраны.

Поднятое со дна препятствие укладывают на специальное судно, которое отвозит его с судового хода в безопасное для судоходства место.

В зимний период дноочистительные работы производят со льда, для чего над препятствием прорубают майну, над которой устанавливают подъемное устройство.

С навигации 1961 г. для путевых работ на волжских водохранилищах применяют самоходные дизель-электрические дноочистительные снаряды. Судну присвоен разряд «О». Оно может обеспечить выполнение водолазных работ, траление, удаление крупных подводных препятствий и одновременно может удалять грунт с помощью сменных грейферов.

§ 20. ДНОУГЛУБЛЕНИЕ

При дноуглублении с помощью дноуглубительных машин (снарядов) удаляется грунт со дна реки, канала, водохранилища или озера для увеличения глубины или ширины судового хода, а также для его спрямления и т. п.

Дноуглубительные работы по назначению разделяются на транзитные, которые производятся для поддержания и улучшения судоходных условий на основном транзитном судовом ходу, и внетранзитные, к которым относятся все работы, выполняемые вне судового хода, например, работы по созданию и поддержанию подходов к портам, пристаням, затонам, работы по расчистке акваторий затонов, строительные работы (по строительству гидросооружений, по созданию новых акваторий для портов, по насыпке территорий и т. д.).

Транзитные дноуглубительные работы могут быть капитальные (создание новых судовых ходов на перекатах или участках рек) и восстановительные, или эксплуатационные (ремонт судовых ходов на перекатах для поддержания определенных габаритов пути).

По времени производства дноуглубительные работы делятся на весенние, меженные и осенние.

Для проведения дноуглубительных работ применяют дноуглубительные снаряды — суда со специально смонтированными на них устройствами.

Работа дноуглубительного снаряда состоит из двух основных процессов: 1) отделения и захвата грунта со дна углубляемой площади и 2) извлечения этого грунта из воды для дальнейшей транспортировки его к месту отвала.

По способу отделения грунта от дна и подъема его на поверхность дноуглубительные снаряды делятся на снаряды механического и снаряды гидравлического действия. Первые называют черпаковыми машинами, вторые — землесосами.

Основным производственным показателем дноуглубительных снарядов является их производительность, определяемая количеством грунта в кубических метрах, извлеченного и удаленного за пределы углубляемого участка пути в единицу времени, за которую принимается час работы (без простоев).

Место работы земснаряда называется прорезью, а границы прорези по ширине — кромками прорези.

Землесосы. Принцип действия землесоса состоит в том, что грунт со дна водоема или водотока в пределах разрабатываемого участка вместе с водой всасывается с помощью центробежного насоса и транспортируется к месту отвала по трубам, уложенным на понтоны. Трубы, уложенные на понтоны, называют плавучим рефулером, а смесь грунта с водой — пульпой.

На внутренних водных путях применяют землесосы произ-

водительностью до 750 *м³/час*. Используют землесосы преимущественно на легких (несвязных) грунтах, но при применении механических разрыхлителей, размельчающих грунт, они могут быть использованы и для работы на связных грунтах.

В последние годы введены в эксплуатацию малогабаритные землесосы типа ПЗУ-8 производительностью 60 *м³/час*. Обслуживают их самоходные брандвахты, служащие для жилья команды и для буксировки землесосов.

Для перемещения во время работы землесосы при наличии течения устанавливают на месте работ на трех якорях: становом и двух боковых, называемых папильонажными, а при отсутствии течения — на пяти якорях.

Рабочие перемещения при помощи этих якорей могут совершаться двумя способами: папильонажным (рис. 52) и траншейным (рис. 53). При папильонажном способе снаряд перемещается поперек прорези. Пройдя от одной кромки прорези до другой, он передвигается с помощью станового троса на некоторую величину вдоль прорези и вновь начинает поперечное перемещение к другой кромке прорези. При траншейном способе землесос перемещается вдоль прорези, создавая параллельные продольные траншеи шириной около 8—9 *м*. Таких траншей по ширине прорези бывает несколько.

В навигацию 1962 г. на Волге принят в эксплуатацию новый дизель-электрический землесос ДЭ-750 *м³/час*, построенный в Чехословацкой Социалистической республике. Ему присвоен разряд «О». Предназначен он для выполнения дноуглубительных работ на реках и водохранилищах.

Землесос отличается от ранее построенных тем, что оснащен новым механическим разрыхлителем грунта повышенной мощности и производительности; для работы папильонажным способом на нем установлено в кормовой части ходовое свайное устройство; работа ряда механизмов машинно-котельного отделения, свайного устройства и перемещение землесоса по прорези автоматизированы; работа при папильонажном способе может производиться с автоматическим программным управлением.

Многочерпаковый земснаряд. Основная часть многочерпаковых земснарядов — бесконечная черпаковая цепь, состоящая из отдельных черпаков, шарнирно соединенных между собой звеньями. Черпаковая цепь при помощи роликов перемещается по длинной жесткой раме. Ролики находятся на верхней части рамы. Рама имеет вид сплошной или решетчатой металлической фермы. Верхним концом она шарнирно укреплена в верхней части черпаковой башни и снабжена двумя барабанами, через которые проходит черпаковая цепь. Верхний барабан — ведущий, приводится в движение от главной машины; нижний барабан — направляющий.

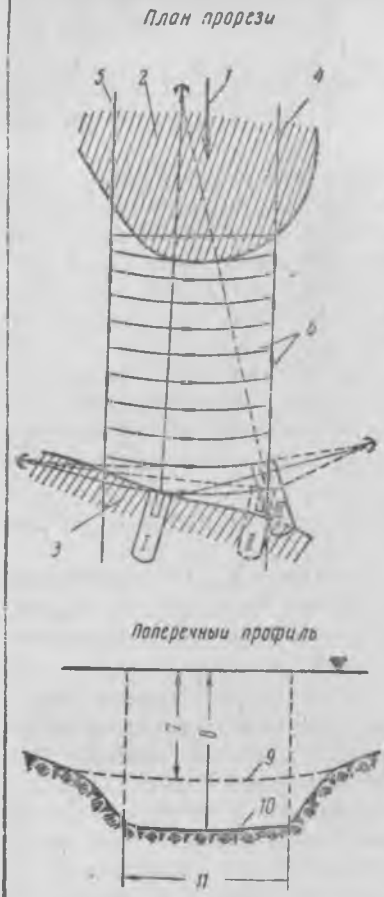


Рис. 52. Папильонажный способ разработки прорезей:

I — положение земснаряда при начале работы; *II* — положение земснаряда у правой кромки прорези; *III* — положение земснаряда после подачи вперед и новый переход к левой кромке, *1* — направления течения; *2* — верхняя плесовая лощина; *3* — нижняя плесовая лощина; *4* — правая кромка прорези; *5* — левая кромка прорези; *6* — направления движения земснаряда (землесоса или многочерпакового); *7*—глубина на прорези до работы земснаряда; *8* — проектная глубина прорези; *9* — дно прорези до работы снаряда; 10 — проектное дно прорези; *11* — ширина прорези

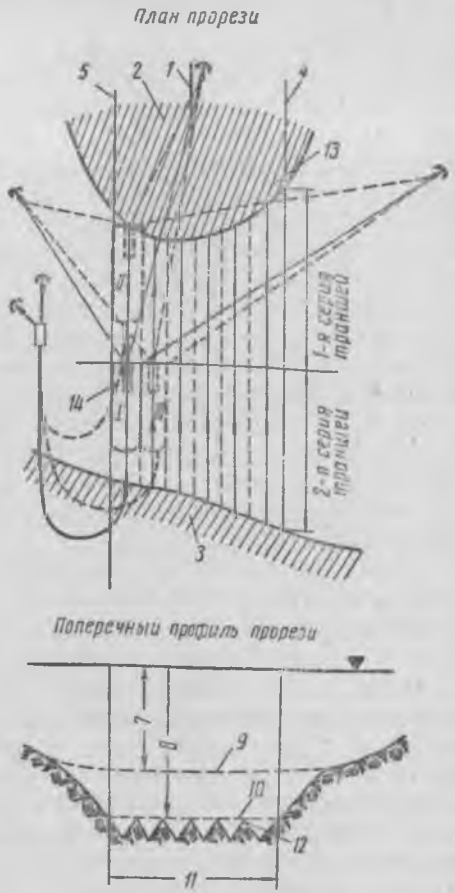


Рис. 53. Траншейный способ разработки прорезей:

I — положение землесоса с рефулером при начале работы; *II* — положение землесоса при окончании разработки одной траншеи 1-й серии; *III* — холостой спуск землесоса и положение его при начале разработки второй траншеи 1-й серии; *1* — направления течения; *2* — верхняя плесовая лощина; *3* — нижняя плесовая лощина; *4* — правая кромка прорези; *5* — левая кромка прорези; *6* — направления движения земснаряда (землесоса или многочерпакового); *7* — глубина на прорези до работы земснаряда; *8* — проектная глубина прорези, *9* — дно прорези до работы снаряда; *10* — проектное дно прорези; *11* — ширина прорези; *12* — дно прорези, разработанной траншейным земснарядом; *13* — ширина одной траншеи; *14* — направление движения землесоса при траншейном способе

Нижний конец черпаковой рамы проходит через прорезь в корпусе и поддерживается на тросах, идущих к рамоподъемной лебедке.

Черпаки при движении в грунте, перемещаясь своей режущей частью снизу вверх, наполняются грунтом и поднимаются по раме к верхнему барабану. Огибая последний, они опрокидываются и опоражниваются. Грунт попадает в грунтоприемный колодец, который находится в верхней части черпаковой башни. Из колодца он вместе с водой удаляется по коротким лоткам в шаланды, или по длинным лоткам — лонгкулуарам — на берег или в русло реки. Некоторые грунты, например, песок и особенно илистые и мелкопесчаные, выгоднее удалять не шаландами, откуда они к тому же вытекают, а по рефулерным трубам. Поэтому у некоторых многочерпаковых снарядов грунт попадает на дно черпаковой башни, откуда забирается центробежным насосом и по плавучему грунтопроводу поступает к месту отвала. Такие многочерпаковые земснаряды называются шаландо-рефулерными.

Производительность многочерпаковых земснарядов от 40 до 500 *м³/час*.

В навигацию 1961 г. на Волге вступил в эксплуатацию дизель-электрический многочерпаковый самоходный земснаряд производительностью 500 *м³/час*, который обслуживается самоходными шаландами емкостью 300 *м³*.

Черпаковый земснаряд на месте работ, при наличии течения, устанавливается на трех якорях: становом и двух папильонажных. При помощи этих якорей он совершает рабочие перемещения папильонажным способом (см. рис. 52).

Одночерпаковый штанговый земснаряд. Одночерпаковый земснаряд, как показывает название, представляет собой снаряд, оборудованный одним черпаком. Черпак закреплен на штанге, шарнирно соединенной со стрелой. Штанга укреплена на платформе, которая вращается вокруг вертикальной оси.

Грунт черпаком забирается со дна, поднимается кверху, штанга поворачивается и черпак опорожняется в шаланду, стоящую у борта снаряда. Наполненную грунтом шаланду отводят к месту отвала грунта.

Одночерпаковые штанговые снаряды используют для работы на тяжелых глинистых грунтах, а также на суглинках и каменистых грунтах.

Существуют одночерпаковые грейферные снаряды, у которых захватное приспособление представляет собой раскрывающийся ковш (грейфер), подвешенный на тросах. Опущенный на углубляемое место, грейфер под действием собственного веса врезается в грунт и, закрываясь при подъеме, забирает его. Далее грейфер поднимается, поворачивается и грунт из него высыпается в шаланду или непосредственно на место отвала.

Грейферные снаряды для выполнения путевых работ применяют на малых реках, где извлеченный грунт укладывается на берег, для углубления каналов и для уборки подорванных скальных грунтов. Чаще они применяются при строительстве гидротехнических сооружений и при добыче песка и гравия с речного дна для строительных целей.

По способу удаления извлеченного грунта в отвалы земснаряды делятся, как следует из сказанного выше, на:

1) шаландовые — извлеченный грунт поступает в шаланды, которыми и транспортируется к месту отвала грунта;

2) рефулерные — извлеченный грунт удаляется по плавучему напорному трубопроводу — рефулеру;

3) лотковые или лонгкулуарные — извлеченный грунт удаляется вместе с водой по длинным подвесным лоткам (лонгкулуарам);

4) комбинированные — извлеченный грунт может транспортироваться разными способами.

Для увеличения дальности отвала грунта при работе землесосов применяют конические сходящиеся насадки, укрепляемые на концевом патрубке напорного трубопровода.

По роду силовых установок земснаряды могут быть паровыми, дизельными, дизель-электрическими и электрическими с питанием от береговой сети.

В настоящее время строят преимущественно дизель-электрические землесосы.

По способу перемещения с одного места работ на другое, земснаряды делятся на несамоходные, буксируемые специальной тягой (буксировщиком), и самоходные.

Дноуглубительные снаряды обслуживают вспомогательные суда (пароходы, баркасы, брандвахты, понтоны, топливные суда, лодки), составляющие дноуглубительный караван.

В зависимости от конструкции земснаряда изменяется и состав его каравана.

На ряде землесосов команда живет на самом земснаряде, у других земснарядов — на брандвахте. У землесосов вынутый грунт удаляется рефулером, а у черпаковых снарядов — шаландами или по длинному лотку.

Каждый земснаряд имеет название, соответствующее бассейновому управлению пути. Например, Волжский-1, Камский-14 и т. д.

Землечерпательные прорези. Путевые дноуглубительные работы на реках выполняются преимущественно для углубления судовых ходов на перекатах, на которых разрабатывают подводные каналы — прорези (рис. 54). Прорезь должна иметь по возможности прямолинейное очертание в плане и удобные заходы и выходы, что обеспечивается большими радиусами поворотов судового хода на входе в прорезь и выходе из нее.

Важным вопросом дноуглубления являются вопросы о за-

носимости прорези и о выборе места для складирования извлекаемого грунта земснарядами.

Прорезь должна быть устойчивой, обеспечивающей заданные габариты судового хода продолжительное время, удален-

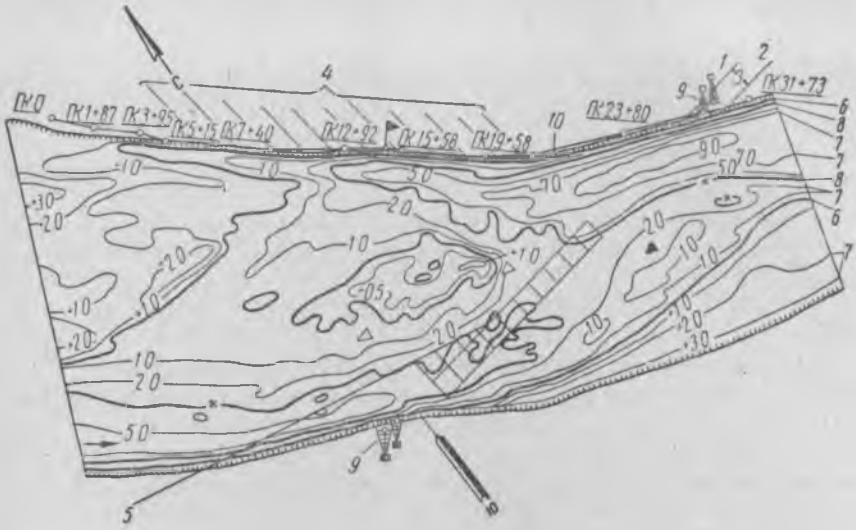


Рис. 54. Землечерпательная прорезь:
1 — правая кромка прорези; *2* — левая кромка прорези; *3* — ширина прорези; *4* — поперечные (контрольные) створы; *5* — створ подрезки; *6* — проектно-срезочная (нулевая) изобата; *7* — изобаты (с плюсом означают изобаты, расположенные выше нулевой, т. е. сухие, а остальные изобаты — ниже нулевой т. е. мокрые); *8* — изобата гарантийной глубины; *9* — створные знаки; *10* — магистраль

ный с нее грунт должен быть положен так, чтобы он вновь не поступил в разрабатываемую прорезь и не создавал неблагоприятных течений на перекате.

Во время работы земснаряда прорезь обозначается на местности продольными и поперечными створами.

§ 21. ВЫПРАВЛЕНИЕ РЕК

Сущность выправления рек заключается в использовании энергии речного потока для увеличения габаритов пути. Это достигается:

а) исправлением неблагоприятных для судоходства форм русла, направлений и скоростей течений,

б) устранением извилистости русла и его многорукавности,

в) созданием условий, облегчающих движение наносов через затруднительные для судоходства участки реки и способствующих отложению их за пределами судового хода (в несудоходные рукава, боковые емкости, в глубокие участки),

г) уменьшением количества наносов, поступающих в реку с поверхности бассейна (водосбора),

д) защитой берегов от размыва.

Выправительные сооружения классифицируются:

1) по длительности службы на сооружения долговременного действия, рассчитанные на многолетний срок службы, и на сооружения кратковременного действия, предназначенные для работы в течение одной — двух навигаций;

2) по материалу их конструкций на сооружения тяжелого типа (из каменной наброски, из хворостяной кладки с каменной загрузкой, из грунта с каменно-хворостяным, гравийным, шлаковым и другими покрытиями), полутяжелого типа (из хвороста и кольев с загрузкой грунтом, из свай на подготовлен-

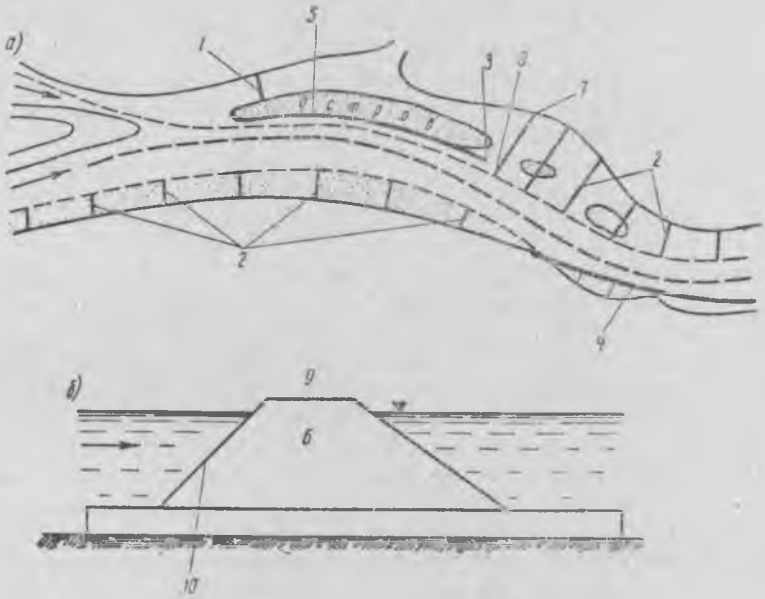


Рис. 55. Выправительная трасса:

а — план; *б* — поперечное сечение сооружения; *1* — запруда; *2* — полузапруда; *3* — струенаправляющая дамба; *4* — продольная дамба с траверсами; *5* — береговое укрепление; *6* — тело сооружения; *7* — корень сооружения; *8* — голова сооружения; *9* — гребень сооружения; *10*—напорный откос

ном тюфячном основании, из грунта без какого-либо покрытия и др.) и легкого типа (из хворостяных плетней, щитов, завес и др.);

3) по назначению — на запруды, представляющие собой сооружения, перекрывающие второстепенные рукава и протоки от берега до берега, на полузапруды — сооружения, одним концом примыкающие к берегу, а другим выходящие в русло до границы выправительной трассы и направленные нормально

или под углом к течению, на прямолинейные и криволинейные, продольные струенаправляющие, струераздельные дамбы — сооружения, примыкающие одним концом к берегу или острову, осередку и направленные по течению; на различного рода береговые укрепления в надводных и подводных частях откосов; на береговые дамбы, воздвигаемые при выправлении русла паводковых вод и защите прибрежных территорий от затопления и при предотвращении в половодье слива пойменных вод в меженное русло или, наоборот, стока воды из главного русла в пойму, если такие явления вредно отражаются на состоянии выправляемого русла.

Выправительные сооружения кратковременного действия строятся преимущественно легкого и полутяжелого типов.

Выправление в комплексе с землечерпанием и скалоуборочными работами является эффективным средством улучшения судоходных условий рек.

На рис. 55 изображена схема расположения выправительных сооружений и выправительной трассы, т. е. полосы русла, ограниченной проектируемыми сооружениями.

§ 22. РЕГУЛИРОВАНИЕ СТОКА РЕК

Наши равнинные реки в естественных условиях получают основную долю питания весной за счет таяния зимних запасов снега. За весенний период на реке проходит 60—80% годового стока воды и только 40—20% его остается на остальное время года. Такая неравномерность стока в течение года приводит и к неравномерности глубин и ширин на судовых ходах рек.

Большое количество наших рек во время половодья имеют большие глубины, которые судоходством полностью не могут быть использованы, в период же межени при снижении расходов в реке глубины бывают недостаточными для судоходства.

В соответствии с требованиями речного транспорта и других отраслей народного хозяйства (удовлетворения нужд энергетики, лесосплава, орошения и др.) производится регулирование стока, т. е. искусственное перераспределение стока воды в реке по времени с целью удовлетворения нужд ряда отраслей народного хозяйства.

Достигается регулирование стока с помощью перекрытия реки плотиной, выше которой образуется водохранилище, задерживающее весенний сток в том или ином объеме.

Задержанная в водохранилище часть стока расходуется более или менее равномерно в течение года в основном путем сброса его в нижний бьеф через турбины гидростанции.

Регулирование стока позволяет значительно увеличить меженные расходы воды в реках ниже водохранилища, а следовательно, и судоходные глубины на перекатах.

К наступлению половодья накопленный объем полностью расходуется и водохранилище подготавливается к приему стока нового половодья.

В современном крупном гидротехническом строительстве водные ресурсы расходуются, как уже отмечалось, комплекс-

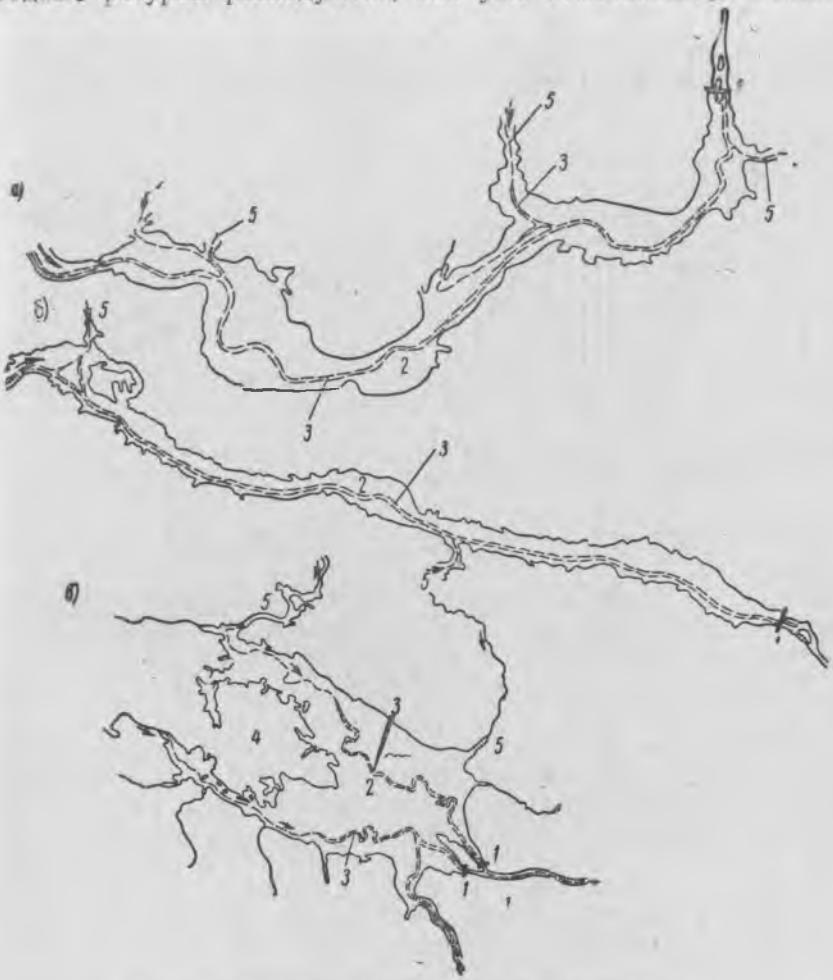


Рис. 56. Основные разновидности водохранилищ:

а — расширенно-изогнутой формы; *б* — узковытянутой формы; *в* — между двух притоков; *1* — плотина и шлюзы; *2* — водохранилища; *3* — затопленное русло реки; *4* — междуречье; *5* — притоки

но, т. е. при решении, например, энергетических задач учитываются интересы водного транспорта, орошения и т. д. И наоборот, при решении задач водного транспорта учитываются интересы энергетики и т. д.

Вместе с тем встречаются случаи, когда роль водохранилища ограничивается только дополнительным питанием реки.

По характеру образования водохранилища можно подразделить на водохранилища, располагающиеся в долинах рек и располагающиеся на водоразделах. Водохранилище, расположенное на водоразделе, служит для питания водораздельных бьефов и каналов. Для устройства такого водохранилища используют или озера, или пониженности рельефа, куда, кроме

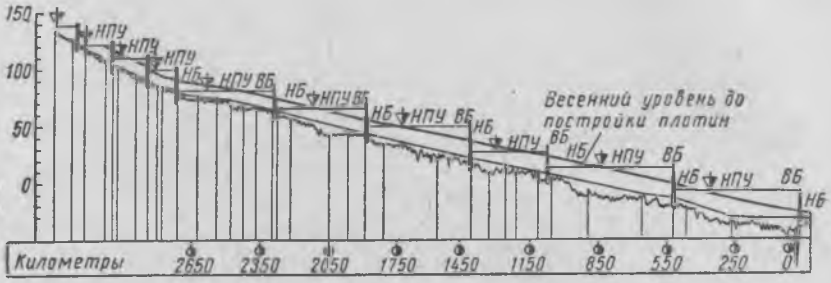


Рис. 57. Продольный профиль реки ступенчатого вида (после устройства на всей реке плотин и шлюзов — полного каскада сооружений)

естественного стока, вода подается искусственно насосными станциями.

Наиболее крупными водохранилищами в Советском Союзе, устроенными путем перекрытия рек, являются Куйбышевское, Цимлянское, Волгоградское, Камское, Братское.

Основные разновидности водохранилищ приведены на рис. 56.

Плотины разделяют реку на ряд участков с различными уровнями. Попутно отметим, что участок реки, расположенный выше плотины, называется **верхним бьефом**, а расположенный ниже — **нижним бьефом**. Разность уровней верхнего и нижнего бьефов называется **напором** (подпором). Каждая выше расположенная плотина ставится в зоне выклинивания подпора от нижней плотины. В этом случае участки рек между плотинами одновременно являются верхними бьефами по отношению к нижним плотинам и нижними бьефами относительно верхних плотин.

В результате устройства по всей длине реки плотин (каскада сооружений) продольный профиль реки приобретает ступенчатый вид (рис. 57).

Для пропуска судов из верхнего бьефа в нижний или наоборот при плотинах устраивают шлюзы или судоподъемники, а для использования напора — гидроэлектростанции.

Комплекс гидротехнических сооружений, расположенных в данном месте реки, в состав которого в основном входят пло-

тины, судопропускные устройства и гидроэлектростанция, называется гидроузлом.

В зависимости от типа и назначения гидроузлов, а также от формы русла, топографических, геологических, гидрологических и прочих условий взаимное расположение сооружений в гидроузле может быть различным.

Рассмотрим гидротехнические сооружения, входящие в состав гидроузла.

§ 23. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Плотины

Плотины представляют собой водоподпорные сооружения, перекрывающие реку и поддерживающие воду с одной стороны на более высоком уровне, чем с другой.

Части тела плотины носят следующие названия: напорная грань, гребень, низовая грань, подошва плотины (рис. 58).

По назначению, в соответствии с условиями работы, плотины подразделяются на водосливные, глухие и разборчатые или судоходные.

Водосливные плотины, выполняемые в основном из бетона или железобетона, служат для регулирования уровня воды в водохранилище. Излишек воды сбрасывается через их гребень в нижний бьеф. Плотины могут быть без затворов и с затворами на гребне.

Глухие плотины чаще всего сооружают из земли. Вода пропускается в обход глухой плотины через водосливы и водоспуски, устроенные вне тела плотины в виде водосбросных каналов, труб и тоннелей.

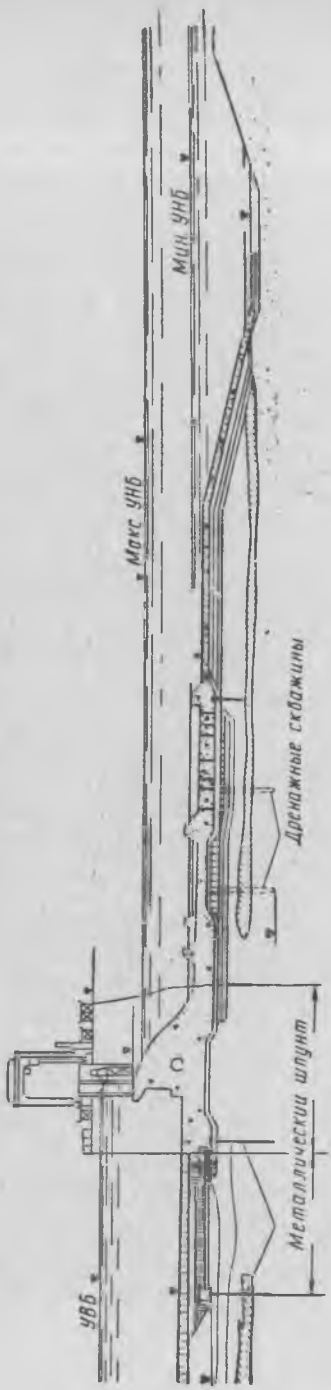


Рис. 58. Поперечный разрез плотины:
УВБ — уровень верхнего бьефа; *УНБ* — уровень нижнего бьефа

Разборчатые или судоходные плотины строят из дерева и металла низконапорными (2—4 *м*), затопляемыми при половодье. Отверстие плотины на это время полностью открывают, и суда идут через него, минуя шлюз.

В современной практике широкое распространение получают водосливные железобетонные и глухие земляные плотины большого протяжения, поддерживающие большие напоры.

Судоходные шлюзы

Судоходный шлюз (рис. 59) состоит из следующих основных частей: верхней и нижней голов, прямоугольной камеры, заключенной между ними, и подходов к нему. В камерах шлюзов размещаются шлюзующиеся суда. С боков камеры ограничиваются стенами, носящими название камерных. По камерным стенам размещают причальные устройства, за которые швартуются суда. Габаритные размеры камеры шлюза (полез-

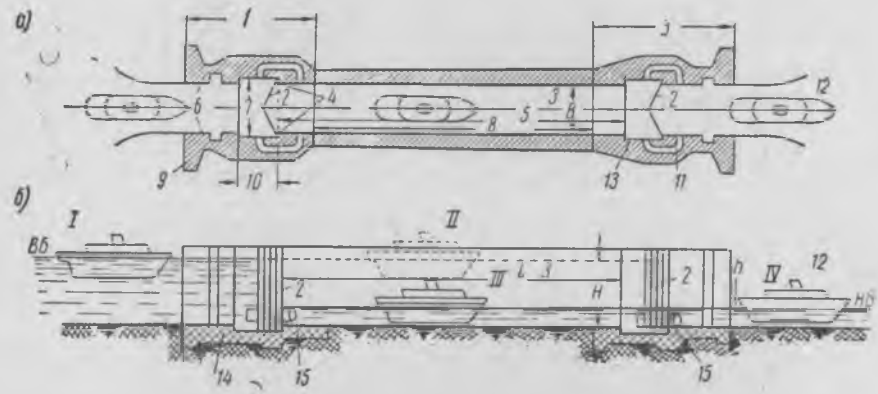


Рис. 59. Схема однокамерного судоходного шлюза:

а — план шлюза: *б* — продольный разрез; *1* — верхняя голова; *2* — ворота; *3* — нижняя голова; *4* — упорные стенки; *5* — камера; *6* — входные стены; *7* — шкафная часть; *8* — стенки камеры, *9* — обратные стены (крылья); *10* — шкафные стены, *11* — водопроводная галерея; *12* — подходной канал; *13* — шкафная ниша; *14* — флютбет; *15* — король, *l* — полезная длина камеры; *B* — ширина камеры; *h* — глубина на королях; *H* — напор; *ВБ* — верхний бьеф; *НБ* — нижний бьеф; *I, II, III, IV* — положение судна при движении вниз

ная длина, ширина и глубина) определяются размерами расчетных караванов, устанавливаемых технико-экономическими расчетами с учетом перспективного грузооборота.

Головами шлюзов называются подпорные сооружения, отделяющие камеру от верхнего и нижнего бьефов. Голову шлюза между верхним бьефом и камерой называют верхней, а между камерой и нижним бьефом — нижней.

Каждая голова шлюза состоит из следующих элементов: входных стен, ворот, открывающихся для пропуска судов в

камеру или из нее при выравненных уровнях воды в камере и бьефе; шкафных частей, в которые помещаются ворота в открытом положении; водопроводных систем, служащих для наполнения и опорожнения камеры шлюза. Водопроводные системы в малых шлюзах (главным образом деревянных) при напоре 2—3 *м* устраивают в виде отверстий в воротах, закрываемых клинкетами; в шлюзах с напорами до 4—5 *м* — в виде круговых, обходных водопроводных галерей в головах; в шлюзах с напором более 6 *м* и значительных размерах камер — в виде продольных распределительных водопроводов, проходящих внутри обеих камерных стен. Выходными отверстиями они соединяются с камерой шлюза. Отверстия расположены ниже днища судов, стоящих в камере. В последнее время стали применять водопроводы, устраиваемые в днище камеры. Примыкающие к головам подходы представляют собой каналы, по которым суда заходят в камеру шлюза. У голов шлюза на каналах устраивают направляющие устройства, обеспечивающие безопасный вход судов в шлюз, а также причальные устройства, у которых суда ожидают шлюзования, если шлюз занят.

На шлюзах применяют ворота следующих основных типов: двустворчатые плоские, вращающиеся на вертикальных осях; сегментные, вращающиеся на горизонтальной оси, и плоские опускные. Порог на днище шлюза, к которому примыкают закрытые ворота, называется королем. Глубины в камере считают над королем. Эта глубина называется полезной. Отметим, что полезной длиной камеры считается длина, используемая при расстановке судов во время шлюзования. Она простирается от верховой грани шкафной части ворот нижней головы до конца успокоительного участка верхней головы, если имеются гасители энергии. При их отсутствии полезную длину камеры считают до стенки падения.

На всех шлюзах полезную длину камеры обязательно ограничивают опознавательными знаками.

Полезная ширина камеры определяется наименьшим расстоянием между наиболее выступающими частями в камере или в головах.

По числу камер шлюзы могут быть однокамерные, двухкамерные или многокамерные с раздельным бьефом между шлюзами и без него, а по расположению в плане — в одну нитку, две, три и т. д.

Наиболее распространены однокамерные шлюзы.

Многокамерный шлюз состоит из нескольких камер, непосредственно следующих одна за другой. В них общий напор делится поровну между всеми камерами и значительно уменьшается объем воды, сбрасываемой в нижний бьеф при шлюзовании, так называемая сливная призма, по сравнению с объемом воды при шлюзовании в однокамерном шлюзе, построен-

ном на полный напор. Параллельные шлюзы в несколько ниток устраивают в том случае, когда требуется большая пропускная способность шлюзов.

Суда из верхнего бьефа в нижний через однокамерный шлюз (см. рис. 59) пропускают следующим образом.

При подходе судна к шлюзу со стороны верхнего бьефа наполняют камеру шлюза до уровня верхнего бьефа, если она не была наполнена водой ранее. Наполнение производится через водопроводные устройства в верхней голове, нижние и верхние ворота при этом закрыты. Когда уровень воды в камере шлюза и верхнем бьефе сравняется, открывают верхние ворота, судно входит в шлюз и швартуется, верхние ворота закрываются и начинается выпуск воды из камеры в нижний бьеф через водопроводные устройства в нижней голове.

Когда уровень воды в камере понизится до уровня воды в нижнем бьефе, открывают нижние ворота, и судно выходит в нижний бьеф. Если в данный момент надо пропустить судно из нижнего бьефа в верхний, оно входит в камеру, после чего нижние ворота закрывают, судно швартуется, далее происходит наполнение камеры водой до уровня верхнего бьефа, при этом судно поднимается вместе с водой. По выравнивании уровней в камере и верхнем бьефе открывают верхние ворота, и судно выходит из камеры в верхний бьеф.

Время, затрачиваемое на полный цикл операции по переводу судна из верхнего бьефа в нижний или наоборот, называется временем шлюзования. Пропускная способность шлюза зависит от времени одного шлюзования.

Управление механизмами ворот и затворов в водопроводных галереях на новых шлюзах осуществляется централизованно с дистанционным пуском двигателей всех затворов с одного пульта управления. Команда из башни управления на шлюзуемые суда подается по радио.

§ 24. СУДОХОДНЫЕ КАНАЛЫ

Судоходным каналом называется искусственное русло правильной формы, устроенное для движения по нему судов.

По назначению судоходные каналы подразделяются на соединительные, обходные и подходные.

Соединительные каналы устраивают для соединения отдельных речных бассейнов, озер и морей друг с другом.

Примерами таких каналов могут служить канал имени Москвы, соединивший Волгу с Москвой-рекой, Беломорско-Балтийский канал — Онежское озеро с Белым морем; Волго-Донской судоходный канал имени В. И. Ленина — Волгу с Доном (рис. 60) и ряд других.

Обходные каналы создают для обхода или затруднительных для судоходства участков рек, например порогов, или

крупного водоема, где в силу ветроволнового режима плавание обычных речных судов затруднительно. Такими являются каналы: Онежский — в обход Онежского озера; Ладожский — в обход Ладожского озера; Белозерский — в обход Белого озера и др.

Каналы, соединяющие транзитные судовые ходы с отдельными промышленными предприятиями и населенными пунктами (канал Сейма на р. Оке и др.), называются подходными. К ним относятся также морские каналы в устьях рек.

Рис. 60. Схематический продольный профиль шлюзованного канала (двухсклонного):

1 — река; *2* — шлюзы; *3* — водохранилища; *4* — насосные станции; *5* — водораздельный бьеф

Каналы, имеющие шлюзы с подпорным уровнем воды в них, называются шлюзованными, а каналы без шлюзов — свободными или открытыми.

Шлюзованные каналы устраивают, когда соединяемые водные пути имеют разные отметки уровней в месте соединения или когда водораздел между ними имеет высокую отметку. В этом случае шлюзы располагаются по обе стороны водораздела, по обоим его склонам, и канал носит название двухсклонного (см. рис. 60). Часть канала, расположенная на водоразделе и соединяющая шлюзы одного склона со шлюзами другого, представляет собой водораздельный бьеф.

Открытые (не шлюзованные) каналы служат для соединения водных участков с одинаковыми отметками уровней, например, каналы обходные и подходные.

Из водораздельного бьефа канала вода расходуется на шлюзование. Это основной источник расхода воды в канале. Поэтому водораздельный бьеф канала необходимо питать водой.

По характеру питания водой различают каналы с питанием местным стоком, т. е. стоком, поступающим из реки, впадающей в канал, из озера или из созданного водохранилища (на водоразделе), и с механической (искусственной) подачей воды насосными станциями.

Примерами шлюзованных двухсклонных каналов с искусственным питанием являются канал имени Москвы и Волго-

Донской судоходный канал имени В. И. Ленина, где не только используют местный сток рек, которые впадают в водохранилище водораздельного бьефа, но и подают воду на водораздел насосными станциями, на канале имени Москвы — из Волги, а на Волго-Донском — из Дона.

Судоходные каналы обычно устраивают для двухстороннего движения судов. Каналы с односторонним движением имеют уширения на определенных участках для расхождения встречных судов.

Поперечный профиль канала (рис. 61) имеет трапециедальную или ложбинообразную форму, при соотношении площади поперечного сечения канала к площади миделя расчетного судна не менее 4. Уменьшение этого соотношения приводит к значительному увеличению сопротивлений воды движению судов и резкому увеличению разрушительного действия судовых волн на берега.

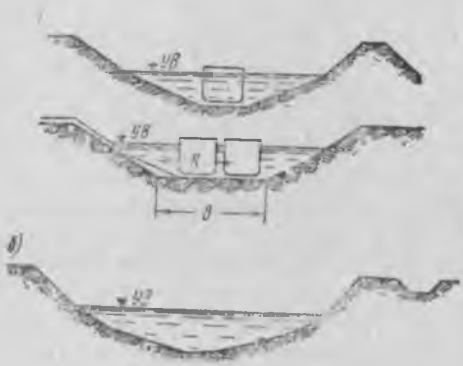


Рис. 61. Поперечные профили судоходных каналов:

а — трапециевидные; *б* — ложбинообразные; *В* — ширина судна; *а* — ширина канала; *УВ* — уровень воды

Ширина канала, принимается равной двойной ширине судна, с увеличением ее на интервал между судами (2—3 *м*), а также на ширину промежутка между судном и берегом (4—6 *м*).

Во избежание размыва откосов канала от волн проходящих судов их делают достаточно пологими и укрепляют.

С этой же целью ограничивают и скорости движения судов На канале имени Москвы большие суда должны идти со скоростью не более 12 *км/час*.

Глубина канала устанавливается с условием соблюдения запаса воды под днищем судна по правилам плавания по внутренним водным путям и правилам технической эксплуатации речного транспорта РСФСР, как об этом отмечалось ранее.

Радиусы закруглений на поворотах каналов принимаются равными 6-ти длинам судна и в отдельных случаях не менее 3-х длин судна. При этом на поворотах канала делают уширения.

ГЛАВА V

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДОХРАНИЛИЩ, ОЗЕР, НИЖНИХ БЬЕФОВ И УСТЬЕВЫХ УЧАСТКОВ РЕК

§ 25. КОЛЕБАНИЯ УРОВНЕЙ ВОДЫ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Колебания уровней воды в водохранилищах вызываются рядом гидрологических и метеорологических факторов, основные из которых: неравномерность питания (приточности), сгонно-нагонные явления, вызываемые действием ветра и волнения, а также неравномерность регулирования стока, зависящая от работы гидроэлектростанций.

Водохранилища можно подразделить на три основных типа: с суточным и недельным, с сезонным и с многолетним регулированием речного стока.

Под суточным и недельным регулированием стока понимается искусственное перераспределение в течение суток и недели притока воды в водохранилище и неравномерная отдача ее через турбины гидростанции. Это связано с возрастанием или понижением в определенные часы суток или дни недели (предпраздничные и праздничные) потребности в электроэнергии, вырабатываемой гидроэлектростанцией (ГЭС).

При сезонном регулировании стока искусственное перераспределение его проводится в течение года, путем задержания части стока вод половодья и паводков, и повышения за счет этого расходов воды в зимнюю и летнюю межень.

Под многолетним регулированием стока понимается искусственное перераспределение его в течение нескольких лет. В многоводные периоды часть стока задерживается в водохранилище и расходуется в маловодные годы.

К первому типу относятся водохранилища, которые имеют незначительную емкость и вследствие этого не могут задерживать весь объем воды, поступающий во время половодья, и большая его часть сбрасывается в нижний бьеф через водо-

сливную плотину. К таким водохранилищам относятся: Нижне-Свирское, Волховское, Усть-Каменогорское, речная часть Верхне-Свирского и другие, на которых уровень воды в часы интенсивной работы гидроэлектростанций понижается, затем в часы снижения потребности в электроэнергии, обычно в ночное время, расход воды через турбины уменьшается, и уровень ее в водохранилище повышается.

При плавании на таких водохранилищах следует знать величину изменения уровней воды и режим работы гидроэлектростанций в течение суток и недели и учитывать, что при повышенной их работе и понижении уровня воды в водохранилище, доходящем до 1 *м*, значительно уменьшаются глубины, а это в свою очередь исключает в ряде случаев возможность использования дополнительных спрямляющих трасс и усложняет судоходство, которое в этот период производится преимущественно по старому извилистому руслу реки.

Ко второму типу относятся водохранилища более значительной емкости. Колебания уровня воды на этих водохранилищах зависят, главным образом, от величины зимней сработки. В период половодья эти водохранилища наполняются, и уровни воды в них повышаются до проектных отметок. В течение летне-осеннего периода наблюдаются незначительные колебания.

Наиболее характерными водохранилищами с сезонным регулированием стока являются почти все водохранилища Волжского каскада (кроме Рыбинского), а также Воткинское и Новосибирское водохранилища и ряд других. Эти водохранилища должны быть в весенний период наполнены до уровня, обеспечивающего необходимую судоходную глубину на важнейших транспортных сооружениях (на пороге верхней головы шлюза, в подходном канале к шлюзу со стороны водохранилища, на подходах к аванпорту, порту-пристани или убежищу) к началу навигации.

Однако судоводители в этот период должны учитывать, что на затопленных поймах, подтопленных островах, ярах и других подводных препятствиях чаще всего глубины еще недостаточны, и при выборе курса соблюдать особую осторожность.

К третьему типу относятся водохранилища, имеющие большую емкость, позволяющую выравнивать в той или иной степени не только внутригодовые, но и многолетние неравномерности стока. Примерами водохранилищ с частичным многолетним и полным годичным регулированием стока могут служить: Рыбинское, Камское, Цимлянское, Иркутское.

Для водохранилищ с частичным многолетним регулированием стока характерно при большой сработке уровня воды в зимний период и небольшом половодье частичное наполнение. Уровень воды в них к началу навигации может быть значительно ниже нормального подпорного уровня. Это резко ухудшает

на период всей навигации судоходные условия, особенно для плавания современного озерного флота. К особенностям этих водохранилищ относится также то, что в течение навигационного периода на них наблюдается значительное понижение уровня воды, так как расход воды через турбины гидроэлектростанции чаще всего несколько превышает приточность. Таким образом, в конце навигации, особенно на участках выклинивания подпора, условия плавания приближаются к речным, что вносит серьезные осложнения в работу судоводителей.

Из сказанного следует, что колебания уровней воды в водохранилищах, вызванные регулированием стока, зависят от соотношения приточности и расхода воды через ГЭС за определенный период. Для того, чтобы правильно ориентироваться в колебаниях уровней воды, необходимо изучать не только режим работы ГЭС, но и характер приточности, что в сочетании с хорошим знанием рельефа дна судоходных трасс позволит судоводителю принимать правильные решения в выборе безопасного курса и обеспечит безопасное судоходство в наиболее ответственный весенний и осенний периоды навигации.

Приточность водохранилищ и озер зависит прежде всего от характера водосборного бассейна, климатических геологических и почвенных условий. Интенсивность приточности меняется в зависимости от времени года и состояния погоды. Максимальная приточность в водохранилища и озера, расположенные в местностях, где снежные зимы, наблюдается в весенний период при массовом таянии снегов, в местностях с теплым равномерно-влажным климатом и распространением муссонов — в период выпадания дождей, а при впадении в водохранилище горных рек — в период таяния снегов и ледников в горах.

Колебания уровней воды в больших озерах (Ладожском, Онежском, Байкале и др.) от приточности незначительны и, главным образом, зависят от ветро-волнового режима.

Действие ветра одного направления приводит к перекосу водного зеркала вследствие понижения уровня воды у одного берега (сгон) и повышения у другого (нагон). Такие изменения уровней называются сгонно-нагонными. В ряде случаев величина их на крупных озерах достигает 4,5 *м*, на водохранилищах — 1 *м*. Эти явления необходимо учитывать при продолжительном отстое в убежищах или в устьях оврагов и речек, а также в других искусственных и естественных укрытиях. Наибольшую опасность для судов и плотов представляют сгоны, при которых иногда происходит обсушка флота как в пунктах отстоя, так и в пути, особенно при следовании дополнительными мелководными трассами.

Размеры сгонов и нагонов зависят от скорости ветра, длины разгона, т. е. длины той части озера или водохранилища, по направлению которой действует ветер, и глубин водоема.

В табл. 3 приведены данные по подъему уровня под действием ветра (высота нагона).

Таблица 3

Длина разгона ветра в *км*	Высота нагона в *м* при ветре в *м/сек*	
	до 20	более 20
50	0,5	0,75
100	1,0	1,50
150	1,5	2,25
200	2,0	3,00

На водоемах с высокими берегами размеры сгонов и нагонов незначительны (например, на оз. Байкал), а на водоемах с пологими невысокими берегами величина перекоса поверхности воды достигает больших значений.

На больших озерах колебания уровней воды вызываются иногда влиянием резких изменений атмосферного давления. Эти колебания носят название «сейш» и проявляются в виде качания всей массы воды, при этом уровень воды периодически поднимается то у одного, то у другого берега. Различают сейши двухузловые и одноузловые (рис. 62).

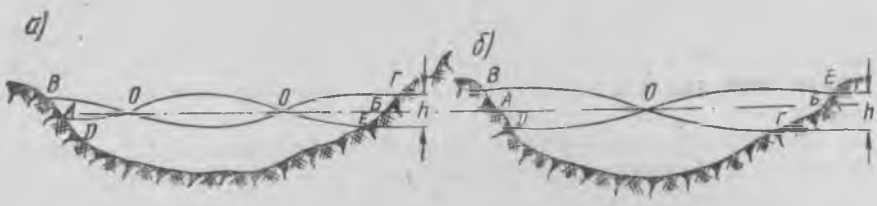


Рис. 62. Схема образования сейш на озере:

а — одноузловая сейша; *б* — двухузловая сейша; *АБ* — спокойный уровень; *О* — узел сейши; *ВООГ* и *ВОГ* — первое положение; *ДООЕ* и *ДОЕ* — следующее положение; *h* — амплитуда

На некоторых озерах высота сейш достигает 2 *м*. В отдельных случаях разность атмосферного давления может быть причиной возникновения уклона поверхности воды и образования течений.

§ 26. СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕЧЕНИЙ В ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Измерения скоростей течения воды в различных местах водохранилищ показывают, что они неодинаковы по его длине (табл. 4). В связи с этим водохранилища разбивают на три зо-

ны (рис. 63) — зону активного стока (I), зону подпора (II) и зону выклинивания (III).

Таблица 4

№ зон	Расстояние от створа плотины в *км*	Уровень воды в абсолютных отметках		Падение в *см/км*		Скорости течения *км/час*	
		весной	в межень	в есной	в межень	весной	в межень
I	0,3	Переменно в зависимости от работы ГЭС					
II	1,5	15,0	15,0				
	153	15,2	15,0	0,13	Близка О	0,31	Близка О
	371	17,5	15,1	1,05	0,004	0,60	0,01
III	502	21,2	15,2	2,83	0,076	0,90	0,20
	590	25,5	15,3	5,0	0,114	1,20	0,45

Каждая из зон характеризуется уклоном и скоростями течения.

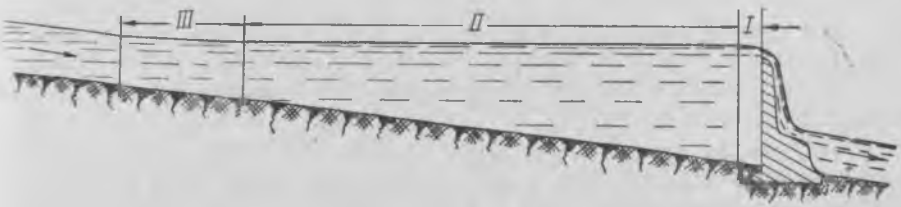


Рис. 63. Схема продольного профиля водохранилища:
I — зона активного стока; *II* — зона проектного подпора; *III* — зона выклинивания

Зона активного стока (I) примыкает непосредственно к плотине и имеет небольшое протяжение, скорости течения в ней по сравнению с подпорной зоной повышены и резко возрастают, особенно в период максимального сброса в нижний бьеф весеннего паводка. Наиболее характерно выделяется эта зона на водохранилищах с суточным и с сезонным регулированием стока, особенно в период повышенных расходов.

Зона проектного подпора (II) имеет наибольшую длину по сравнению с другими зонами и очень слабое течение, которое в отдельных местах совершенно незаметно, особенно в расширениях. Однако при суточном и сезонном регулировании стока в этой зоне наблюдаются повышенные скорости течения в весенний период, и в местах сужения водохранилища в летне-осенний период. Так например, на Куйбышевском водохранилище в районе Ульяновского моста, где ширина водохранилища составляет всего 2,5 *км*, в весенний период при расходе через створ плотины около 30,0 тыс. $м^3/сек$ скорость течения достигает 0,5 *м/сек* что оказывает влияние на скорость движения судов и особенно плотов.

Зона выклинивания (III) имеет наибольшие уклон и скорость течения, так как она находится под непосредственным воздействием приточности с главной магистрали. Гашение скорости течения происходит в зоне выклинивания, расстояние которой будет тем больше, чем интенсивнее приточность.

В весенний период эта зона простирается на бо́льшее расстояние, а в межень, при установившемся движении потока, на меньшее.

Высокие скорости течения в зоне выклинивания наиболее характерны для водохранилищ с суточным и сезонным регулированием стока, особенно при значительной навигационной сработке уровня воды.

В осенний период скорости течения здесь близки к скоростям в естественных условиях.

Поэтому при подходе к шлюзу со стороны верхнего бьефа особенно в период, когда затворы на водосливной плотине открыты, следует учитывать повышенные скорости течения и заблаговременно принимать меры предосторожности, чтобы не оказаться в зоне активного стока (рис. 64).

На водохранилищах могут наблюдаться течения, вызванные действием ветра. Эти течения зависят от направления и силы ветра и, как правило, особого влияния на движение судов и плотов не оказывают.

На озерах течения образуются чаще всего под влиянием впадающих и вытекающих рек или под действием ветра, а также в результате разностей в уровнях воды, являющихся следствием изменения давления воздуха.

Последние два фактора не вызывают существенных скоростей течения.

На образование течений в бессточных озерах наибольшее влияние оказывают впадающие в них реки.

В сточных озерах течения наблюдаются в районах истока реки, а скорость их зависит от местных условий.

На проточных озерах течения направлены от устья впадающей реки к истоку вытекающей. Однако эти течения хоть и постоянны, но, как правило, очень незначительны и влияют на суда и плоты только в зоне впадения и в зоне истока.

Влияние течений тем значительнее, чем больше их скорость и угол, под которым они расположены к судоходной трассе. Так например, в водохранилище перед шлюзом или аванпортом течение, направленное в сторону водосливной плотины, не совпадает с направлением судового хода (как показано на рис. 64) и действует на суда и плоты аналогично свальному течению на перекатах, особенно в период сброса из водохранилища избыточного весеннего притока воды.

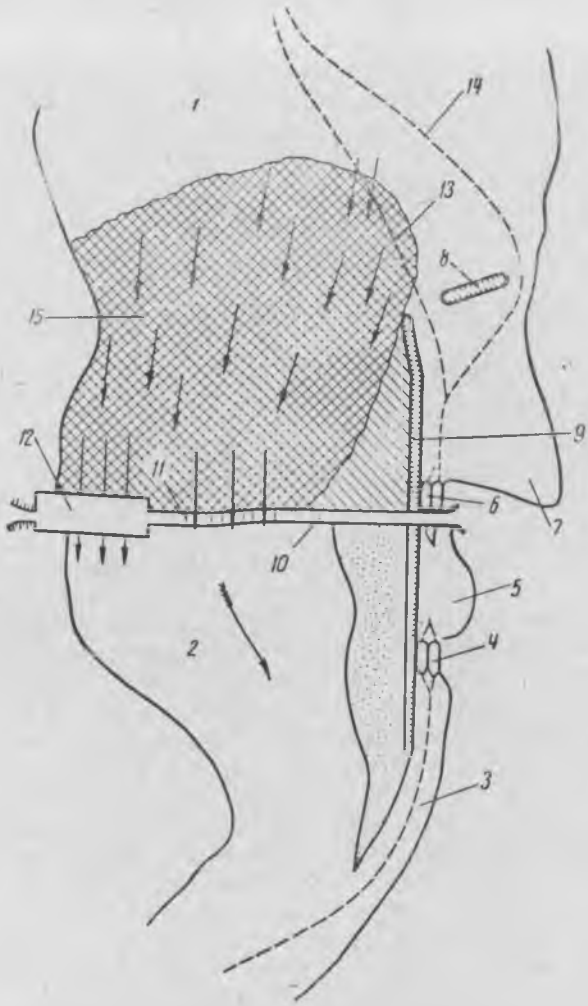


Рис. 64. Схема течений в районе гидроузла:

1 — верхний бьеф; *2* — нижний бьеф; *3* — нижний подходной канал; *4* — нижние шлюзы; *5* — межшлюзовой бьеф; *6* — верхние шлюзы; *7* — аванпорт; *8* — волнолом; *9* — оградительная дамба; *10* — глухая плотина; *11* — водосливная плотина; *12* — здание ГЭС; *13* — трасса судового хода; *14* — трасса для плотов; *15* — зона активного стока

Ввиду того, что плоты легко подвергаются влиянию течений, плотовые трассы на подходах к гидротехническим сооружениям прокладывают вне зоны активного действия свальных течений, благодаря чему создаются безопасные условия для заводки плотов в аванпорты (см. рис. 64).

На отдельных устьевых участках судоходных притоков в зоне их выклинивания под влиянием активной приточности наблюдаются течения, которые не совпадают с направлением судоходных трасс и неблагоприятно действуют на суда и особенно плоты. При извилистости судоходной трассы в данном районе эти течения могут быть причиной навала судна, состава или плота на затопленный яр, находящийся на кромке ходовой полосы.

§ 27. ВЕТРОВОЙ И ВОЛНОВОЙ РЕЖИМЫ

На водохранилищах и озерах под воздействием ветра на поверхности воды возникают волны, которые не только препятствуют нормальной работе судов, но в ряде случаев угрожают их безопасности. Ветровые волны представляют собой как бы бегущие гребни, разделенные ложбинами.

При волнении отсутствует поступательное перемещение всей массы воды по направлению движения волн, так как частицы воды лишь колеблются около постоянного положения — уровня покоя (рис. 65) и только на поверхности волны под влиянием ветра приобретают поступательное движение, в результате чего форма волны становится неправильной — наветренный склон *БВ* делается пологим, а подветренный *АБ* — более крутым. Затем при усилении ветра частицы воды на вершине волны начинают двигаться быстрее, чем частицы воды, лежащие ниже, и гребни рассыпаются, образуя так называемые «барашки» *ВГ*.

Однако при выходе волны на мелководье наблюдается поступательное движение воды, причем, на поверхности — по направлению волны, а по дну — в обратную сторону, как показано на рис. 66. такое явление носит название прибоя.

Волны прибоя распространяются всегда в направлении, почти перпендикулярном к береговой линии, независимо от направления волн в открытой части моря.

Волнения на отмелях, лежащих иногда далеко от берега, носят название буруна.

Основными характеристиками волны являются (см. рис. 65):

1. Статический уровень — уровень, соответствующий состоянию покоя водной поверхности.

2. Гребень волны — часть волны, расположенная выше статического уровня.

3. Ложбина волны — часть волны, расположенная ниже статического уровня.

4. Возвышение гребня *а* — наибольшая высота гребня над статическим уровнем.

5. Глубина ложбины *б* — наибольшее понижение волны относительно статического уровня.

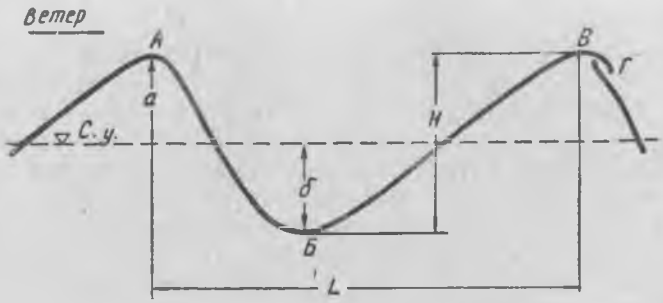


Рис. 65. Профиль ветровой волны:
С. у. — уровень покоя; *А*, *В* — вершина волны; *Б* — подошва волны

6. Высота волны *H* — расстояние по вертикали между наивысшей отметкой гребня и наименьшей отметкой смежной ложбины.

7. Длина волны *L* — горизонтальное расстояние между двумя соседними гребнями или ложбинами.

8. Период волны — промежуток времени, в течение которого любой элемент волны проходит расстояние, равное длине волны.

9. Скорость распространения волны — расстояние, проходимое гребнем или ложбиной в единицу времени (секунду).

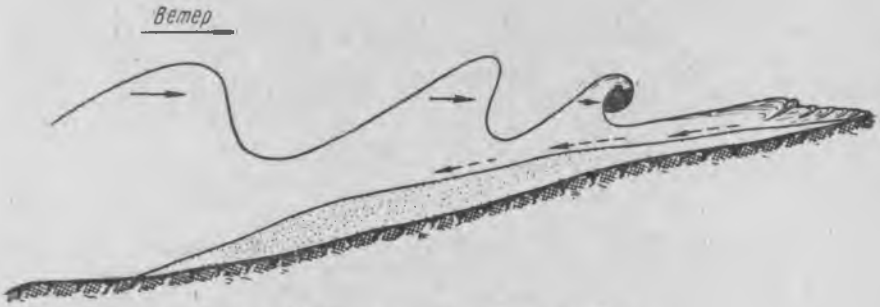


Рис. 66. Профиль волны при прибое

10. Линия гребня волны носит название фронта волны.

11. Крутизна волны — отношение высоты волны к ее длине.

Размеры волны зависят, главным образом, от скорости и направления ветра, продолжительности его действия, размеров водоема, т. е. длины разгона волны и глубины на пути этого

разгона. Большое влияние на размеры волн оказывают высота и конфигурация берегов, рельеф дна, скорость течения и т. д. Кроме ветровых волн, на водохранилищах и озерах наблюдаются судовые волны, образуемые при движении судна.

На водохранилищах и озерах крутизна волны бывает от $^1/_{10}$ до $^1/_{15}$ при высоте волны на озерах 3—3,5 *м* и на водохранилищах 2,5—3 *м*.

На реках размеры ветровых волн значительно меньше. Например, в низовьях Волги при сильных штормах на широких плесах длина волны достигает 10 *м*, а высота — 1,2 *м*.

При слабом ветре на поверхности воды (в глубоких водоемах при скорости ветра 1,1 *м/сек*) на первой стадии волнения образуются волны небольшой длины, идущие параллельными рядами. Такие волны называют двухмерными. Усиление ветра вызывает распадание рядов на отдельные «холмы», которые покрывают всю поверхность водоема. Эти волны называют трехмерными (рис. 67).

При штормовых значениях ветра вновь появляются двухмерные волны, но значительно больших размеров. На поверхности этих основных волн возникают трехмерные волны.

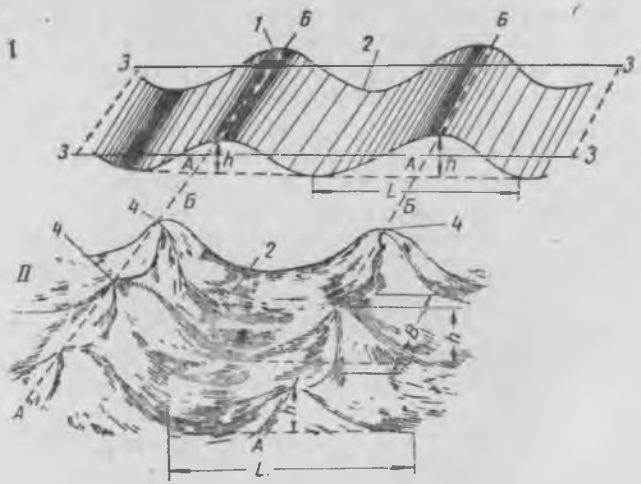


Рис. 67. Схема двухмерных и трехмерных волн:

АБ — гребные линии; *1* — гребень двухмерной волны; *2* — ложбина; *3* — спокойный уровень; *4* — вершины бугров (холмов) трехмерных волн; — высота волны; *L* — длина волны; *B* — ширина бугра (холма) трехмерной волны

Волнение считается установившимся, когда оно полностью сформировалось, и волны достигли определенной высоты, которая не увеличивается при дальнейшем действии ветра такой же силы и такого же направления.

Волны при установившемся волнении на каждом водохранилище или озере имеют свою высоту, что позволяет изучить особенности волнения и на основе этого составить графики зависимости высоты волны от скорости и направления ветра для отдельного участка судоходной трассы.

Для составления графика, характеризующего состояние волнения на том или ином участке, проводят наблюдения и замеряют высоту волн по длине судоходной трассы при определенных направлениях и скоростях ветра. Затем результаты наблюдений сводят в таблицу, подобную табл. 5, или на основании их строят график (рис. 68).

По вертикальной оси графика откладывают высоту волн, а по горизонтальной — соответствующее расстояние от створа

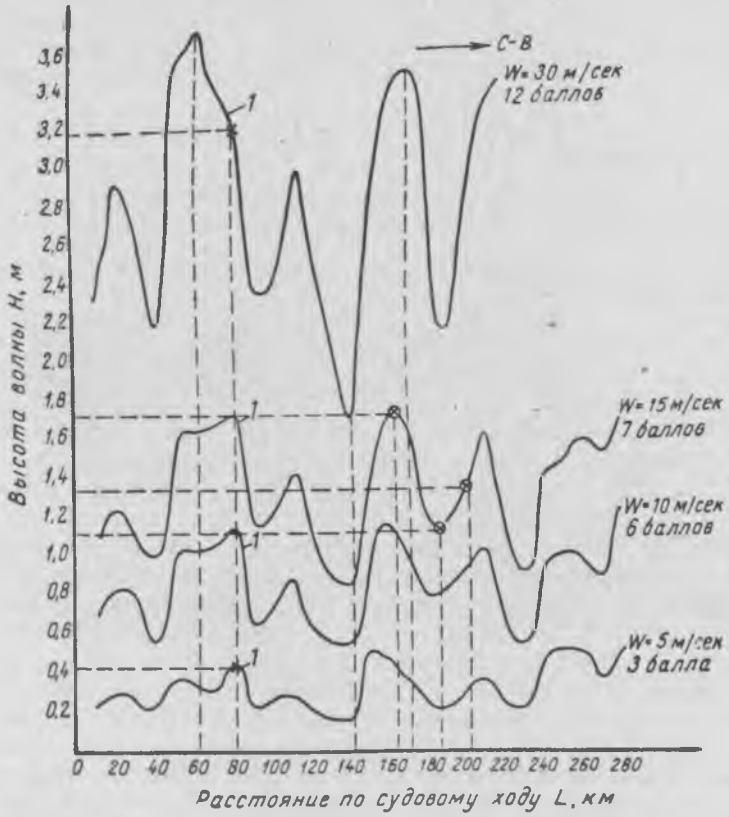


Рис. 68. График высоты ветровых волн на основном судовом ходу водохранилища

плотины. Например, на 160 *км* от створа плотины по судоходной трассе при скорости ветра северо-восточного направления 15 *м/сек* высота волны составила 1,7 *м*, на 185 *км* — 1,1 *м*, на

200 *км* — 1,3 *м* и т. д. Соединяя точки высот волн вдоль судоходной трассы, получим кривую, характеризующую высоту волн на участке от 160 до 200 *км*. Графики можно построить также на основе теоретических расчетов.

Таблица 5

Участки водохранилища (створ ГЭС—280 *км*)	Максимальные высоты волн в *м* по участкам водохранилища при скорости ветра в баллах							
	4	5	6	7	8	9	10	12
Комсомольск — Климовка (0—35 *км*)	0,51	0,74	1,07	1,40	1,73	2,28	2,78	2,95
Климовка — Сенгилей (35—95 *км*)	0,73	1,00	1,38	1,73	2,10	2,77	3,41	3,62
Сенгилей — Криуши (95—118 *км*)	0,55	0,78	1,13	1,46	1,80	2,37	2,88	3,05
Криуши — Ульяновск (118—140 *км*)	0,47	0,65	0,94	1,24	1,54	2,03	2,47	2,62
Ульяновск — Старая Майна (140—195 *км*)	0,80	1,07	1,42	1,75	2,08	2,71	2,89	3,54
Старая Майна — Киредьское (195—270 *км*)	0,81	1,12	1,48	1,78	2,12	2,76	3,31	3,50

По приведенным на рис. 68 графикам можно просто и быстро определить высоту волны на данном километре судоходной трассы. Точность графиков волнения тем больше, чем полнее при их составлении учтено влияние находящихся на данном участке трассы оврагов, возвышений берега, удаленности трассы от берега, глубин и т. д. Как правило, при ветре, действующем со стороны высокого берега, вдоль берега образуется сравнительно спокойная зона, ширина которой примерно в 5—10 раз превышает высоту берега. Этой зоной суда и плоты могут идти даже во время значительного ветра. Однако там, где на трассу выходят балки и овраги, наблюдаются сильные ветры, прорезающие зону затишья и образующие в данном районе более сильное волнение, чем вокруг него. Этим зачастую объясняется неблагоприятные условия отстоя судов и плотов в ряде убежищ, расположенных в естественных «балках» или долинах небольших рек, впадающих в данный водоем.

К факторам, влияющим на волнение, следует отнести также наложение волн друг на друга, т. е. интерференцию волн. При этом в зависимости от расположения гребней и ложбин

интерферирующих волн их общая высота может быть больше или меньше высоты отдельных волн.

Чаще всего интерференция наблюдается при изменении направления ветра или отражении волн от отвесных берегов с образованием так называемых стоячих волн.

Стоячие волны оказывают очень неблагоприятное воздействие на плотовые составы, так как профиль волны в этом случае не перемещается и узловые точки остаются на месте.

В районах мелководья высота волны уменьшается, а крутизна ее резко возрастает вследствие того, что частицы жидкости, колеблющиеся при волнении, встречают на своем пути дно водоема и испытывают дополнительное трение, тем большее, чем меньше глубина. Это уменьшает и скорость распространения волн. В результате фронт волны имеет разную скорость распространения. Тот край, который лежит над большими глубинами, как бы забегает вперед, и ветровые волны, идущие вдоль мелководья, постепенно поворачиваются и гребни их располагаются параллельно линии берега (рис. 69). Такое явление носит название рефракции.

Встречающиеся на пути острова, оградительные сооружения и т. п. волны огибают. Это явление носит название дифракции. Дифракция вызывает распространение волн из одной час-

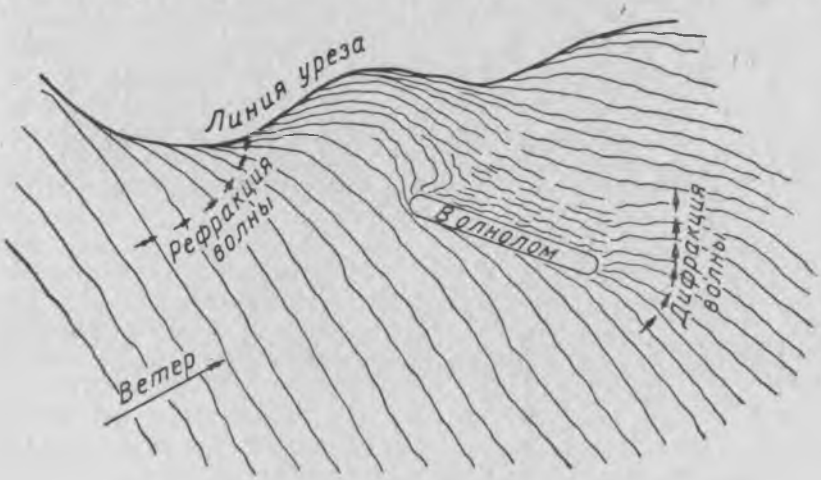


Рис. 69. Рефракция и дифракция волн

ти водохранилища и озера в другую, благодаря чему возможна интерференция и, как следствие, значительное повышение высоты волн.

С прекращением ветра волнение затухает. На больших водохранилищах и озерах затухание происходит постепенно, а на малых — особенно на мелководных участках — быстро, при-

чем сначала исчезают более короткие трехмерные волны, а длинные же двухмерные волны, приобретая более правильную форму, сохраняются на поверхности длительное время, образуя зыбь.

Волнение на водохранилищах и озерах, так же как и на морях, оценивается его степенью и состоянием поверхности водоема.

Соотношения между скоростью и силой ветра характеризуются шкалой Бофорта (табл. 6), а состояние поверхности водоема шкалой Титова (табл. 7).

Таблица 6

Сила ветра в баллах по шкале Бофорта	Характеристика ветра	Скорость ветра в *м/сек*	
		принятая Главной геофизической обсерваторией СССР	по международной шкале
0	Штиль	0— 0,5	0
1	Тихий	0,6— 1,7	1
2	Легкий	1,8— 3,3	2—3
3	Слабый	3,4— 5,2	4—5
4	Умеренный	5,3— 7,4	6—8
5	Свежий	7,5— 9,8	9—10
6	Сильный	9,9—12,4	11—13
7	Крепкий	12,5—15,2	14—17
8	Очень крепкий	15,3—18,2	18—20
9	Шторм	18,3 21,5	21—24
10	Сильный шторм	21,6—25,1	25—28
11	Жесткий »	25,2—29,0	29—33
12	Ураган	более 29,0	более 34

Таблица 7

Баллы волнения	Степень волнения	Размеры волн в *м*		Период волн в *сек*
		Высота	Длина	
0	Отсутствует	—	—	—
I	Слабое	Менее 0,25	Менее 5	Менее 2
II	Легкое	0,25— 0,75	5— 15	2— 3
III	Умеренное	0,75 - 1,25	15— 25	3— 4
IV	Значительное	1,25 - 2,00	25— 40	4— 5
V	Сильное	2,00— 3,50	40— 75	5— 7
VI	Крупное	3,50— 6,00	75—125	7—9
VII	Штормовое	6,00— 8,50	125—170	9—11
VIII	Жесткое	8,50—11,0	170—220	11—12
IX	Ураганное	более 11,0	более 220	более 12

Шкала Бофорта не дает представления о высоте волны, значение которой является главным для оценки волнения и принятия соответствующих мер, обеспечивающих безопасность движения или отстоя. Для определения высоты волны, зная силу ветра в баллах, по шкале Бофорта можно найти скорость ветра в *м/сек* и затем уж по графику зависимости высоты волны от скорости ветра определить высоту волны.

Шкала Титова позволяет получить представление о размерах волн по степени волнения. Однако данные, полученные по шкале, могут значительно отклоняться от фактических, вследствие влияния мелководья или незначительных размеров водоема. Например, высота волны 3 *м* на водохранилищах и озерах чаще всего наблюдается при силе ветра не в 5 баллов, как указано в таблице, а в 8—9 баллов. Поэтому при плавании на водохранилищах и озерах необходимо внимательно изучать степень волнения на участках и составлять памятки состояния волнения в различных местах судоходной трассы в зависимости от направления и силы ветра. Это даст возможность более точно оценивать степень волнения и принимать правильные решения по обеспечению безопасности судов.

При изучении ветроволнового режима следует знать повторяемость ветров по направлениям и скоростям, а также наиболее опасные направления их для данных местных условий.

В самом деле, если рассмотреть график, изображенный на рис. 68, то увидим, что на участках судоходной трассы, удаленных от створа плотины на расстояние 60, 80, 110, 165 *км* и т. д., наблюдается наиболее сильное волнение по сравнению с другими, смежными с ними участками. Исходя из этого на данных участках северо-восточное направление ветра является наиболее опасным для судоходства.

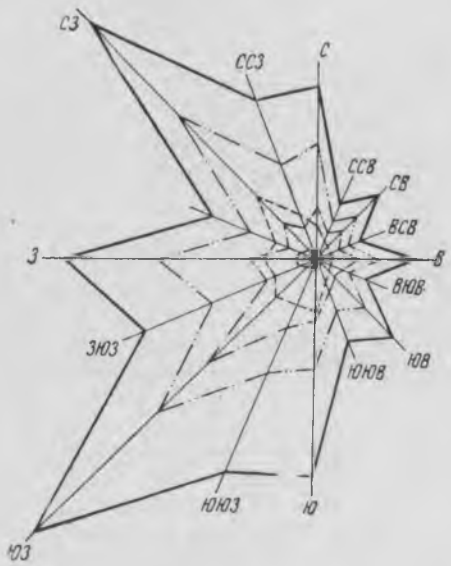


Рис. 70. Роза ветров:
—·—·—· скорость ветра 0—1 *м/сек*;
—··—··—2,5 *м/сек*; ———6—10 *м/сек*;

Повторяемость ветров по направлениям можно представить графически в виде так называемой розы ветров, изображенной

на рис. 70 (заметим, что направлением ветра считается то, откуда он дует). Для построения розы ветров от произвольной точки по восьми румбам (*С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ*) откладывают отрезки, пропорциональные повторяемости за определенный период ветров того или иного направления, выраженной в процентах.

Роза ветров дает наглядное представление о преобладающем направлении ветров в данном пункте за ряд лет или тот или иной период. Однако для судоводителей важно знать не только повторяемость ветров по направлениям, но и повторяемость ветров различной скорости. Такую розу ветров (см. рис. 70) строят по тому же принципу, откладывая по восьми румбам от окружности штиля скорости ветров, выраженные в процентах. Масштабы при составлении розы ветров могут быть приняты: для направлений в 1 *см* 5%, для повторяемости ветров по скорости в 1 *см* 5 *м/сек*.

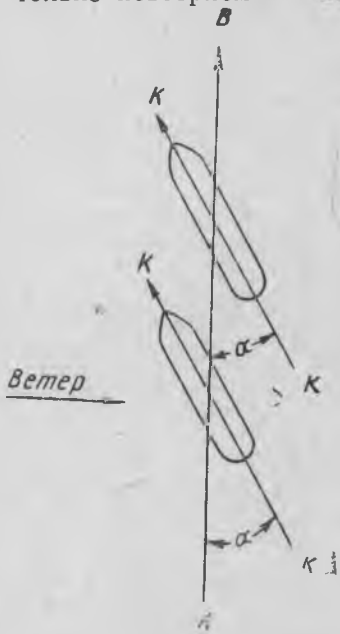


Рис. 71. Угол дрейфа: *КК* — курса судна; *АВ* — путь судна;

Из рис. 70 видно, что на данном участке судоходной трассы чаще всего действуют ветры со скоростью от 2 до 5 *м/сек*, повторяемость которых составляет 75% навигационного периода.

Под влиянием ветра возможно также отклонение судна от его первоначального курса в ту или другую сторону в зависимости от направления ветра.

Когда судно под влиянием бокового ветра и волны сносится под ветер, то направление диаметральной плоскости судна не совпадает с действительным перемещением судна — линией пути. При этом угол между диаметральной плоскостью судна *КК* и линией пути *АВ* называется углом дрейфа (рис. 71).

При плавании по озерам и водохранилищам величину дрейфа необходимо учитывать для правильного выбора курса движения[1], особенно в условиях слабой видимости.

§ 28. ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА УСТЬЕВЫХ УЧАСТКОВ РЕК И МОРСКИХ РЕЙДОВ

Устьевые участки рек, впадающих в моря и океаны, имеют режим, резко отличающийся от режима участков реки, лежа-

[1] Выбор курса движения рассматривается в дисциплине «Основы судовождения на внутренних водных путях».

щих выше. Это отличие заключается, главным образом, в том, что в устьевых участках рек появляется ряд новых гидрологических и метеорологических факторов, основные из которых: пониженные скорости течения; сгонно-нагонные явления; приливы, отливы и волнения как в устье реки, так и в прибрежной части моря. Каждый из этих факторов действует на режим устьевого участка реки, формирование русла и положение судового хода.

Форма и характер устья зависит от того, в какое море впадает река: в безливное море, т. е. море, не имеющее приливов и отливов, или в приливное, т. е. море с приливно-отливными явлениями. В зависимости от этого устья и устьевые участки называют безливными или приливными.

В безливных устьях при значительном количестве наносов, приносимых рекой, при мелководности моря в месте впадения реки, при отсутствии мощных морских течений, относящих наносы реки в стороны от места впадения, создаются условия к образованию в устьях рек дельт.

Наносы, интенсивно отлагающиеся на выходе из рукавов в море, образуют отмели, называемые барами.

В судоходном отношении дельта наиболее затруднительна по сравнению с устьями других видов, так как наносы постоянно засоряют протоки и взморье, из-за чего глубины уменьшаются, и морские суда не могут заходить в устьевой порт. В этих случаях для поддержания требуемых глубин необходимо систематическое дноуглубление.

Дополнительные затруднения для судоходства в дельтовых устьях возникают при сгонно-нагонных явлениях (рис. 72), вызывающих значительные колебания уровня воды и специфические течения.

В ряде случаев влияние нагона и сгона распространяется до 100 *км* вверх от устья, при этом амплитуда колебания уровней достигает 4—5 *м*.

Следует особенно внимательно проходить устьевые участки при сгоне воды, так как при этом условия движения и даже стоянки судов ухудшаются вследствие уменьшения глубин. Это сказывается тем сильнее, чем ближе к устью реки находится судно.

Второй тип безливных устьев рек — лиманы более удобны в судоходном отношении, чем дельты, и в них легче поддерживать путем дноуглубления нужные глубины для захода в устьевые порты морских судов.

Некоторые наши сибирские реки (Обь, Онега и др.) впадают в широкие длинные заливы, которые называются губами.

Приливные устья имеют форму воронки, но более расширенной и глубокой чем лиманы; такие устья, как отмечалось ранее, называются эстуариями (см. рис. 72).

Формирование приливных устьев обусловливается постоянным воздействием приливов и отливов.

Приливы представляют собой перемещение воды с моря в сторону реки и образуются в результате притяжения водной оболочки Земли Луной и Солнцем.

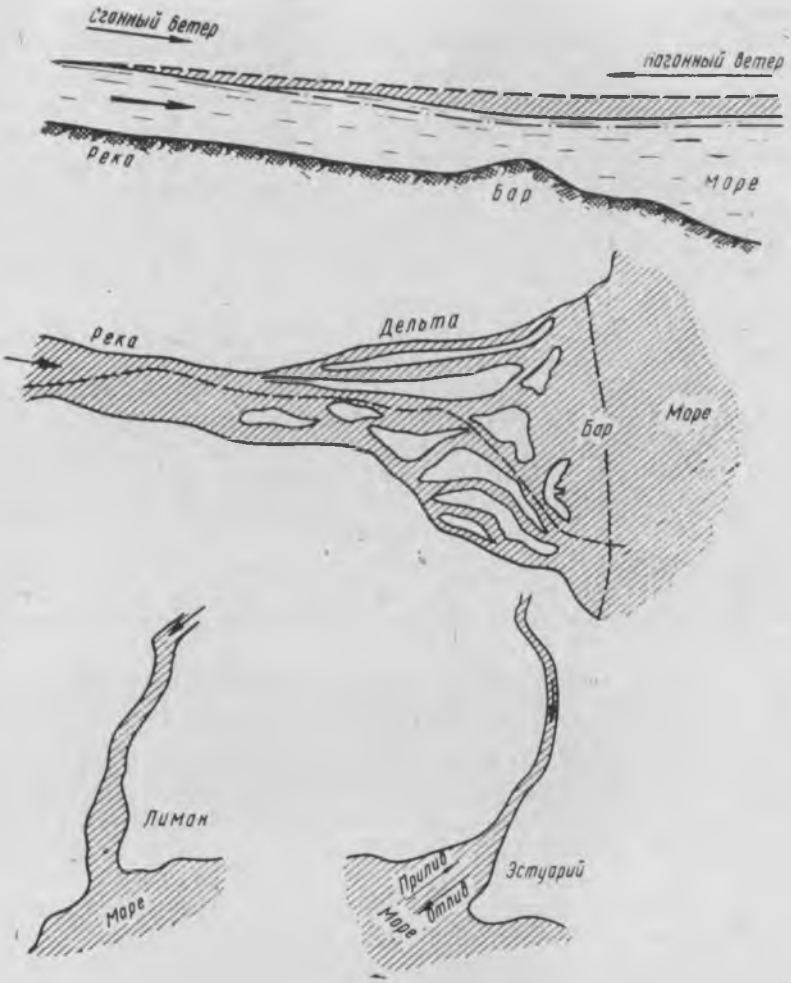


Рис. 72. Схема речных устьев и действия сгонно-нагонных явлений

После самого низкого уровня воды в данном месте (так называемой малой воды) уровень воды приблизительно в течение 6 *час* повышается — происходит прилив. По достижении наивысшего уровня (так называемой полной воды) начинается отлив, продолжающийся также около 6 *час*. За сутки, следова-

тельно, бывает два прилива и два отлива. На следующий день те же фазы повторяются на 50 *мин* позднее.

Объясняется это тем, что действие притяжения Луны и Солнца на водную оболочку Земли зависит от взаимного их расположения по отношению к Земле. В силу того, что Луна ближе к Земле, ее влияние на приливы в 2,2 раза больше, чем влияние Солнца. Поэтому приливы и отливы наступают через промежутки, равные $^1/_4$ лунных суток, продолжительность которых 24 *час* 50 *мин*. На эти 50 *мин* и сдвигается наступление явлений в каждые следующие сутки.

Когда Солнце и Луна располагаются на одной прямой линии (во время новолуний и полнолуний), наблюдаются наибольшие приливы, так как солнечный и лунный приливы наступают одновременно и воздействие Луны и Солнца на массу воды складываются (рис. 73). Наоборот, когда Луна находится в первой или последней четверти, лунный прилив совпадает с солнечным отливом, высоты их вычитаются и получается наименьший прилив.

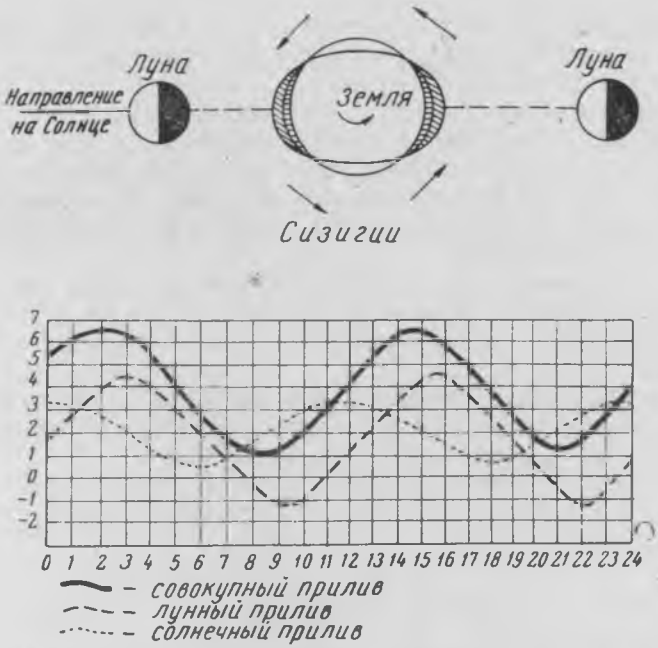


Рис. 73. Схема лунного и солнечного приливов

Если Луна находится в экваторе, оба суточных прилива одинаковы. Если она находится вне экватора, они различны и в некоторых местах это суточное неравенство так велико, что наблюдается в сутки только один прилив и один отлив.

В связи с этим различают следующие типы приливов:

а) полусуточные приливы — два раза в сутки ясно выраженные две полных и две малых воды;

б) суточные приливы — в течение многих суток подряд только одна полная и одная малая вода;

в) смешанные приливы — ежедневно две полных и две малых воды, но наиболее резко выражены только один прилив и один отлив.

На озерах и внутренних морях СССР — Балтийском, Черном и Каспийском — явление прилива или совсем не наблюдается или настолько ничтожно, что для судоходства практического значения не имеет. Однако в морях, которые непосредственно соединены с океаном, высота прилива достигает значительной величины, например, в горле Белого моря высота полусуточного прилива 8,5 *м*. Полусуточные приливы наблюдаются в Карских воротах, Енисейском заливе, у побережья Северного Ледовитого океана, в Татарском проливе, суточные — у дальневосточного побережья в Сахалинском заливе и Амурском лимане.

Таким образом, в течение суток под влиянием приливов в устьях рек, впадающих в приливные моря, происходит значительное изменение уровня воды.

Течение речного потока задерживает прилив и сокращает его продолжительность, а продолжительность отлива, наоборот, удлиняет. В некоторых реках во время прилива уровень воды остается на некоторое время в одном положении, а затем прилив снова продолжается. На Северной Двине это явление называется «манихой».

Распространяясь на большое протяжение вверх по реке (на Северной Двине на 100 *км*, на Мезени на 110 *км* и т. д.), приливо-отливные явления оказывают большое влияние на судоходство.

Для отдельных бассейнов, где скорость приливо-отливных течений достигает больших величин, помимо таблиц приливов издают специальные атласы течений.

В атласах обычно приводят средние скорости течений, фактически они могут колебаться как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения.

Для безопасности судоходства при движении в таких устьевых участках необходимо принимать меры предосторожности. Прежде всего следует тщательно изучить особенности условий плавания по устьевым участкам рек и морским рейдам и явления приливов и отливов, как по имеющимся документам, так и путем личных наблюдений во время плавания.

Речные суда, которые выходят на морской рейд (например, на Азовское взморье в порт Жданов, Таганрог и др.), снабжают необходимыми навигационными средствами по нормам, установленным для данного района плавания.

В большинстве случаев в устьях больших рек и на всех морских рейдах судоходную обстановку ставят по кардинальной системе (см. главу VII) и при движении судов руководствуются не Правилами плавания по внутренним водным путям, а морскими международными Правилами предупреждения столкновений судов в море.

В каждом бассейне граница перехода из района действия одних правил в район других устанавливается бассейновыми управлениями пути и портовым надзором и опубликовывается в местных правилах плавания и в информационных листах для судоводителей.

На ряде наших северных рек в устьевом участке ставится судоходная обстановка по латеральной системе (см. главу VII), только правую сторону принимают по входу с моря в устьевой порт.

ГЛАВА VI

НАВИГАЦИОННЫЕ ПОСОБИЯ

Для безаварийного плавания судов составляют и издают следующие навигационные пособия: 1) навигационные (лоцманские) карты; 2) лоции; 3) маршрутники; 4) описание убежищ на водохранилищах; 5) атлас ветрового волнения на водохранилищах; 6) картограммы изолиний высот волн на водохранилищах; 7) типовые графики колебания уровней на перекатных участках, расположенных в зонах суточного и недельного регулирования стока ГЭС; 8) информационные бюллетени и путевые листки.

§ 29. СОДЕРЖАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ

Навигационные карты служат практическим пособием для судоводителей, по ним изучают водные пути и главным образом судовой ход. Карты составляют по каждой реке, водохранилищу, каналу и озеру или по отдельным участкам пути бассейновые управления пути и управления судоходных каналов, а по некоторым рекам — Гипроречтранс и гидрографическая служба ВМФ. Издают карты в виде альбомов. Масштаб карт устанавливают в зависимости от размера водных путей в пределах от 1 : 5000 до 1 : 100 000.

Ориентировка листов в альбоме карт для рек принята относительно стран света. На листах карты указывается направление магнитного меридиана.

Карту для водохранилищ составляют в прямоугольной системе координат, листы карты ориентируют на север.

Для озер и некоторых водохранилищ карты составляют в Меркаторской системе координат.

Печатают карты в две, три и более красок.

Альбом карт рек и водохранилищ состоит из:

1) титульного листа с указанием наименования участка пути, для которого составлена карта, масштаба издаваемой карты

и года издания, кроме того, указывается ведомство и учреждение, издающее карту;

2) предисловия к навигационной карте, в котором приводятся краткие пояснения по пользованию картой, краткая характеристика судоходной обстановки и сведения о проектном или нормальном подпорном уровнях воды;

3) листа с условными обозначениями и сокращениями, принятыми в карте (рис. 74);

4) схем расположения листов навигационной карты или сборных листов в масштабе 1 : 250 000; 1 : 500 000; 1 : 100 000 с изображением на них контура русла реки или водохранилища, судового хода, створных знаков судоходной обстановки, крупных населенных пунктов, нумерации листов и километровых расстояний по судовому ходу;

5) основных листов карты.

Иногда к карте прилагается продольный профиль и некоторые характеристики режима водного объекта, для которого составлена карта.

На основных листах карты наносят следующие данные (рис. 75, 76):

1) урез воды, соответствующий проектному уровню или нормальному подпорному уровню (НПУ), принятым за нуль карты;

2) изобату гарантированной глубины;

3) на картах водохранилищ изобату минимального навигационного уровня и изобату минимального зимнего уровня;

4) ряд других характерных изобат;

5) ось основного судового хода;

6) оси дополнительных или вторых судовых ходов.

По оси основного судового хода через 5—10 *км* показывают километровые расстояния от принятого начального пункта. По судовому ходу через каждый километр указывают глубины от проектного или нормального подпорного уровня. Характерные глубины выписывают и за пределами основного судового хода;

7) искусственные сооружения (схемы гидроузлов, плотин, шлюзов, дамб, портовых сооружений аванпорта и подходных каналов к шлюзам и др.);

8) навигационные препятствия: перекаты, перевалы, огрудки, печины, камни и т. п.;

9) естественные ориентиры: контуры населенных пунктов, отдельные строения, постовые домики, устья притоков, убежища и т. п.;

10) знаки судоходной обстановки;

11) неправильности течений в речном потоке (навальные течения, суводи, майданы, свальные течения);

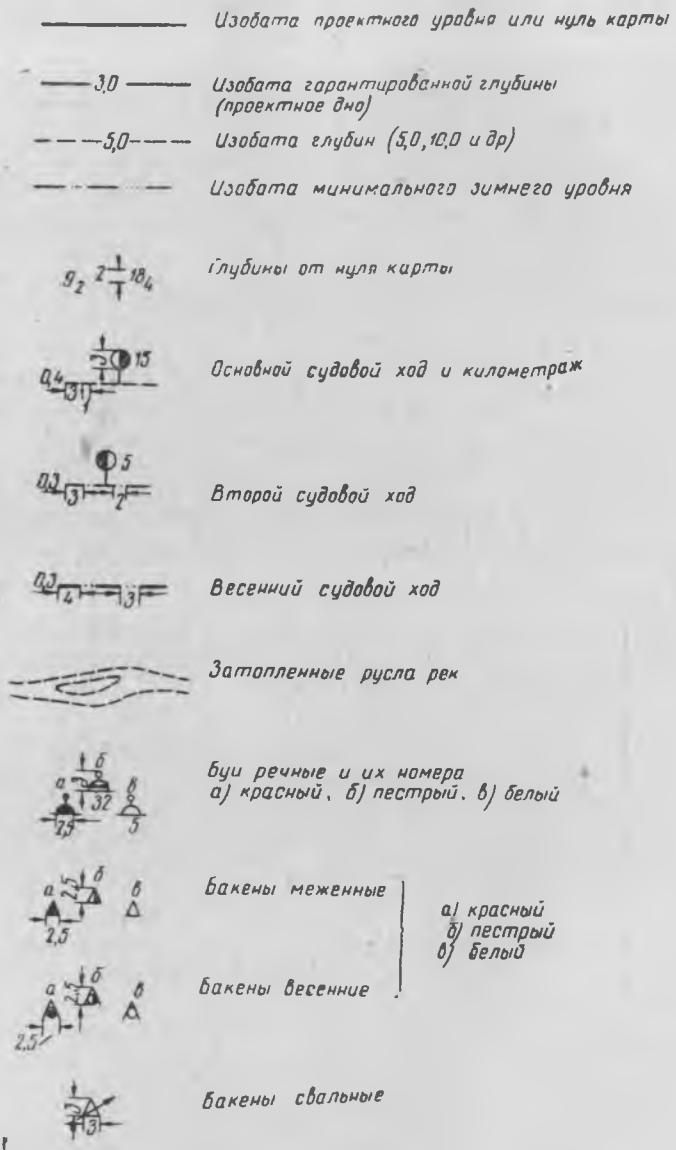
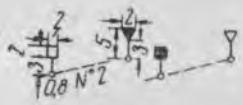
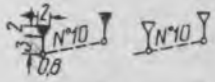


Рис. 74. Условные знаки, применяемые на навигационных

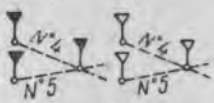


Створы с перевалом



Створы линейные

Створы щелевые

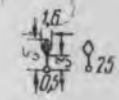


Створы тройники

Маяки кругового действия

Опознавательные знаки

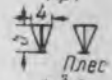
Перевальные знаки правого и левого берега



Ходовые знаки правого и левого берега и их номера

Весенние знаки правого и левого берега

Знак „Сигнал"



Сигнальные мачты (перекатные и плёсовые)

Семафоры

Светофоры

Путевые огни правого и левого берега

картах водохранилищ, озер, рек и каналов

Рис. 74 (продолжение). Условные знаки, применяемые

Якорные стоянки (рейды)

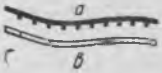
Лесные рейды

Дамбы

Плотины

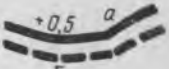
Шлюзы

Ледорезы

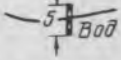


Подпорные стенки а) каменные или б) деревянные

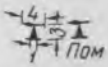
Боны, запани



Выправительные сооружения а) сохранившиеся б) разрушенные



Водомерные посты



Гидрометеорологические станции и пункты открытого моря

Направление течения и скорость, м/сек

Свальное течение в межень

Свальное течение в паводок

Прижимное течение

На навигационных картах водохранилищ, озер, рек и каналов

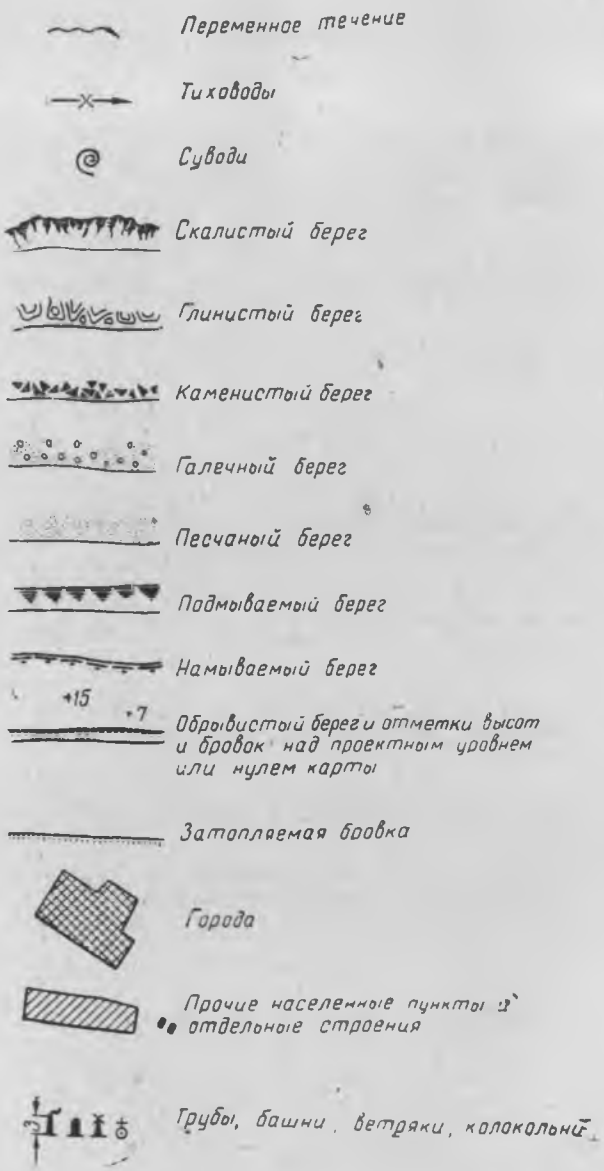
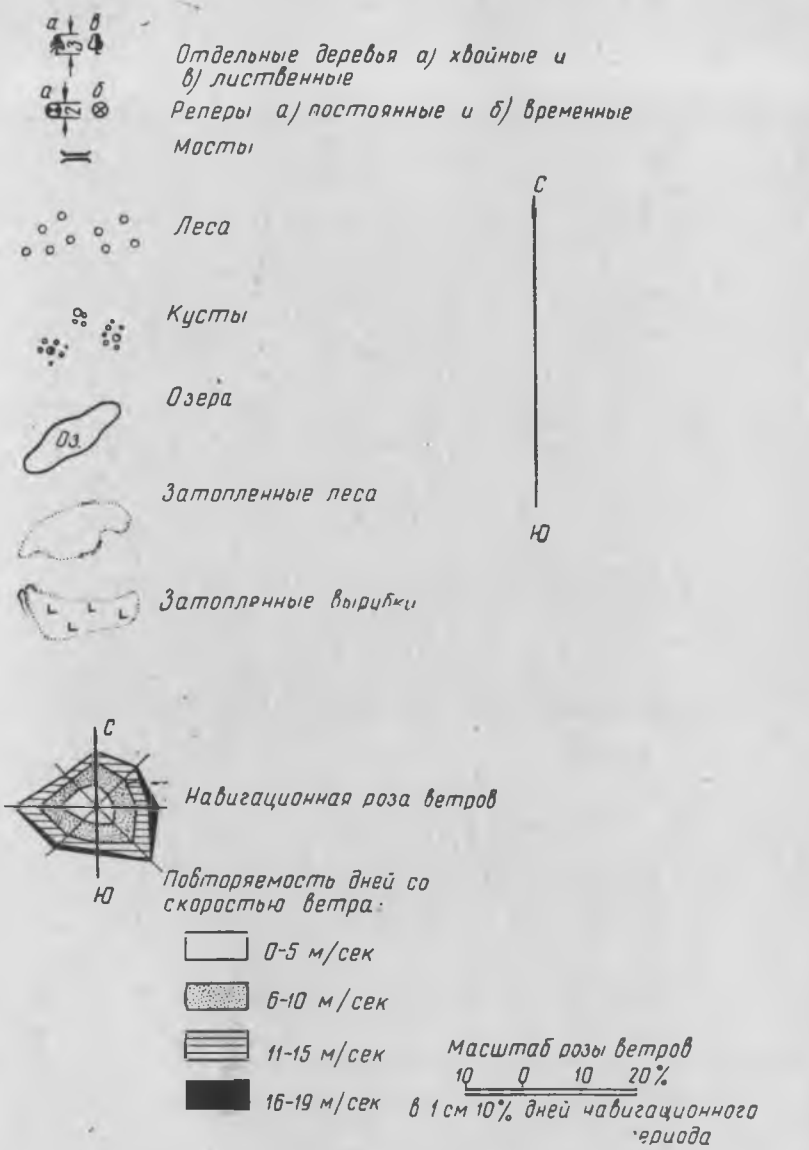


Рис. 74 (продолжение). Условные знаки, применяемые



на навигационных картах водохранилищ, озер, рек и каналов

12) координатную-километровую сетку (равноугольной цилиндрической проекции Гаусса), сближение меридианов, розы ветров, характеристики уровней и т. д.;

13) на каждом листе помещается описание судового хода с рекомендациями судоводителям по плаванию при определенных навигационных уровнях.

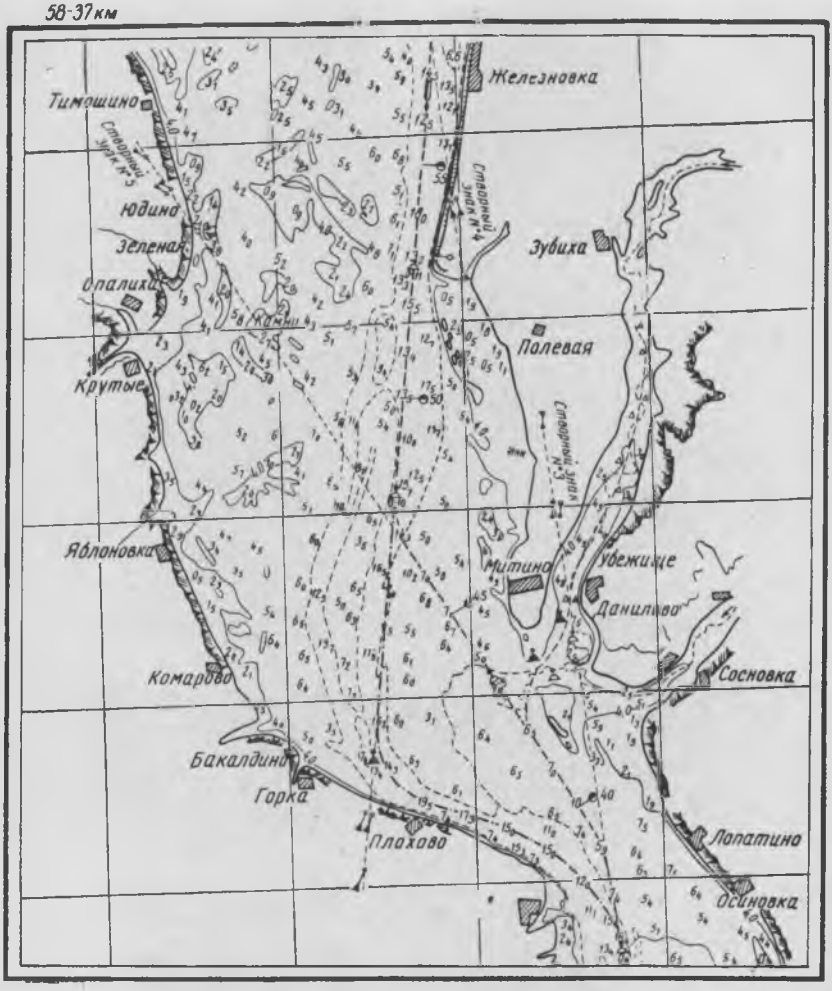


Рис. 75. Лист навигационной карты водохранилища

На отдельных основных листах карты приводятся планы характерных участков рек и убежищ водохранилищ в более крупном масштабе.

Навигационные карты водохранилищ (рис. 75) и озер, в отличие от карт рек (рис. 76), более подробны. Для создавае-

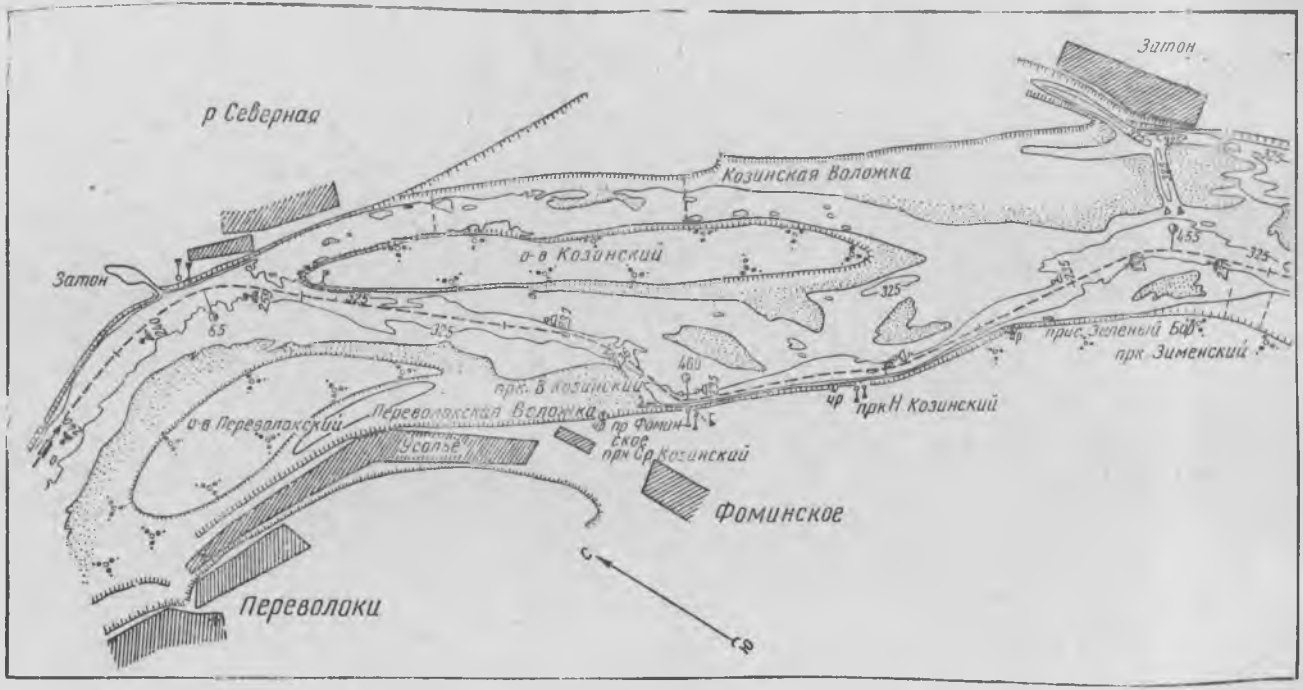


Рис. 76. Лист навигационной карты реки

мых водохранилищ карты составляют вначале на переходный период (при неполном наполнении) и затем уже при наполнении водохранилища до нормального подпорного уровня, когда положение судового хода становится стабильным.

По существующему положению изданные карты рек действуют в течение 5 лет, после чего их переиздают. Иногда этот срок может изменяться в сторону увеличения или уменьшения в зависимости от изменения условий плавания.

В те же сроки переиздают и лоции или навигационные описания.

Действие карт и лоций водохранилищ, в связи с устойчивым режимом последних, может быть и более 5 лет.

На озерах режим еще более постоянен по сравнению с режимом водохранилищ, и поэтому сроки переиздания карт и лоций для озер еще более продолжительны. Но несмотря на это, карты для озер также следует ежегодно корректировать, так как может измениться расстановка знаков обстановки.

§ 30. ПОЛЬЗОВАНИЕ НАВИГАЦИОННЫМИ КАРТАМИ

Для того, чтобы умело пользоваться картой при плавании, надо научиться ее читать, т. е. понимать все изображения на листах карты. При изучении карты в первую очередь необходимо подробно ознакомиться с пояснениями к ней и содержанием сборного листа.

Далее нужно внимательно изучить условные обозначения и подробно просмотреть все листы карты, выясняя общие условия плавания, направление судового хода, препятствия для судоходства, расположение знаков судоходной обстановки и т. д.

При изучении судового хода необходимо запоминать его положение относительно берегов, населенных пунктов и других ориентиров для движения вверх и вниз. Необходимо изучить расстановку знаков судоходной обстановки, характеристику затруднительных участков, а на реках — скорости и направления течений. При выборе курса следует учитывать рекомендации по судовождению, изложенные на листах карты.

Хорошим средством для запоминания расположения судового хода и ориентиров служит глазомерная зарисовка отдельных участков при разных уровнях воды (при высоких и меженных).

Одновременно с изучением карты рекомендуется изучать продольный профиль реки (если он приложен к карте), так как он дает понятие о рельефе дна реки, об уклоне и падении, о расположении перекатов, перевалов, разных препятствий и глубинах на них и т. п.

Следует учитывать, что глубины на карте даны от проектного уровня на реке и от нормального подпорного уровня (НПУ) на водохранилищах. В связи с этим фактические глубины в

навигационный период в зависимости от изменения уровней воды могут быть больше или меньше показанных на карте. Поэтому для чтения карт необходимо уметь определять значение глубин, изобат, высоты берегов и общие очертания русла при разных уровнях в период плавания.

Чтобы получить на определенном участке пути действительные значения глубин, надо знать уровень воды на этот день по ближайшему водомерному посту и отметку проектного уровня и на основании этих данных подсчитать поправку к глубине на карте.

Величина поправки глубин определяется по формуле:

$$\Delta h = H - H_o,$$

где H — высота уровня воды в данный момент над нулем графика водпоста;

H_o — высота проектного уровня над нулем графика водомерного поста, от которого даются все уровни в информационных бюллетенях и путевых листах.

Пример 1. 15 июля показание по водомерному посту р. Северной $H = 200$ *см* (см. рис. 76).

Высоту проектного уровня над нулем графика водомерного поста судоводитель должен знать. В данном случае она равна 120 *см*, тогда поправка

$$\Delta h = H - H_o = 200 - 120 = +80 \text{ см}.$$

Следовательно глубины, указанные на карте, надо увеличить на 80 *см*.

Пример 2. 30 августа показание по тому же водомерному посту $H = 115$ *см*.

Высота проектного уровня над нулем графика водомерного поста $H_0 = 120$ *см*. Поправка будет равна:

$$\Delta h = 115 - 120 = -5 \text{ см}.$$

Следовательно, глубины, указанные на карте, должны быть уменьшены на 5 *см*.

Следует иметь в виду, что по длине реки поправки неодинаковы и их нужно определять по разным водомерным постам.

При определении значений глубин вычисляется и высота берегов, которая обычно дается на реке над проектным уровнем и на водохранилище над нормальным подпорным уровнем.

Если поправка положительна (уровень выше проектного), высоту берега уменьшают на значение поправки, а если поправка отрицательна (уровень ниже проектного), высоту берега увеличивают на значение поправки.

На водохранилищах, каналах и озерах уровень в течение навигации может быть стабильным или колебаться в незначи-

тельных пределах и лишь в конце навигации понижаться до отметки навигационной сработки.

Например на водохранилище (рис. 75, 77) 10/VII уровень верхнего бьефа отвечал отметке нормального подпорному (НПУ).

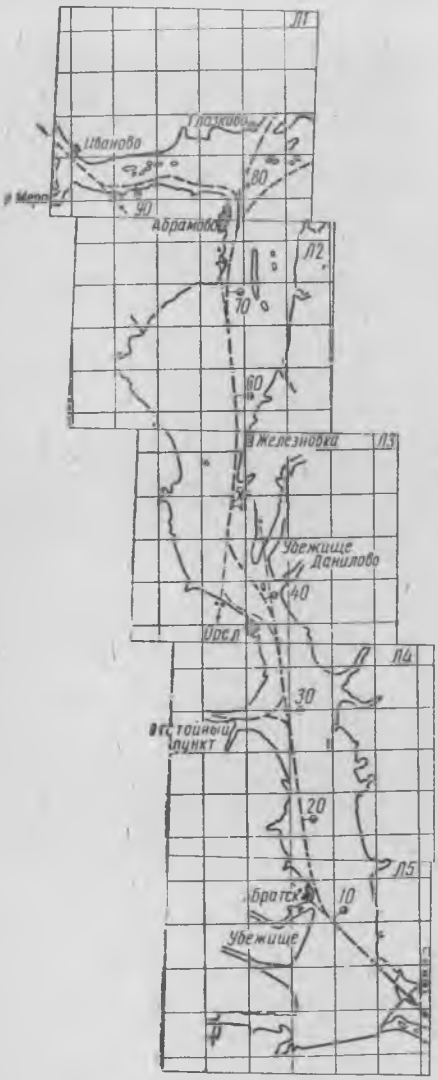


Рис. 77. Схема расположения листов навигационной карты водохранилища

В этом случае глубины, показанные на карте от НПУ, соответствуют фактическим глубинам.

Например, на том же водохранилище (см. рис. 75, 77) 30/IX уровень верхнего бьефа при осенней сработке был ниже нормального подпорного на 1,5 *м*.

В этом случае все имеющиеся глубины на карте данного участка водохранилища должны быть уменьшены на 1,5 *м*.

§ 31. КОРРЕКТИРОВКА И ПЕРЕИЗДАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ

Корректировка карт вызывается следующими причинами:

1) переформированиями в русле на отдельных его участках, в результате чего изменяется направление судового хода и конфигурация русловых образований (перекатов, очертаний островов), появляются вторые хода, рукава, протоки и т. п.;

2) созданием капитальных землечерпательных прорезей с перенесением судового хода в новое место, и изменением в связи с этим расстановки знаков судоходной обстановки;

3) возведением гидротехнических сооружений;

4) строительством новых портов, пристаней, причалов с созданием подходов к ним;

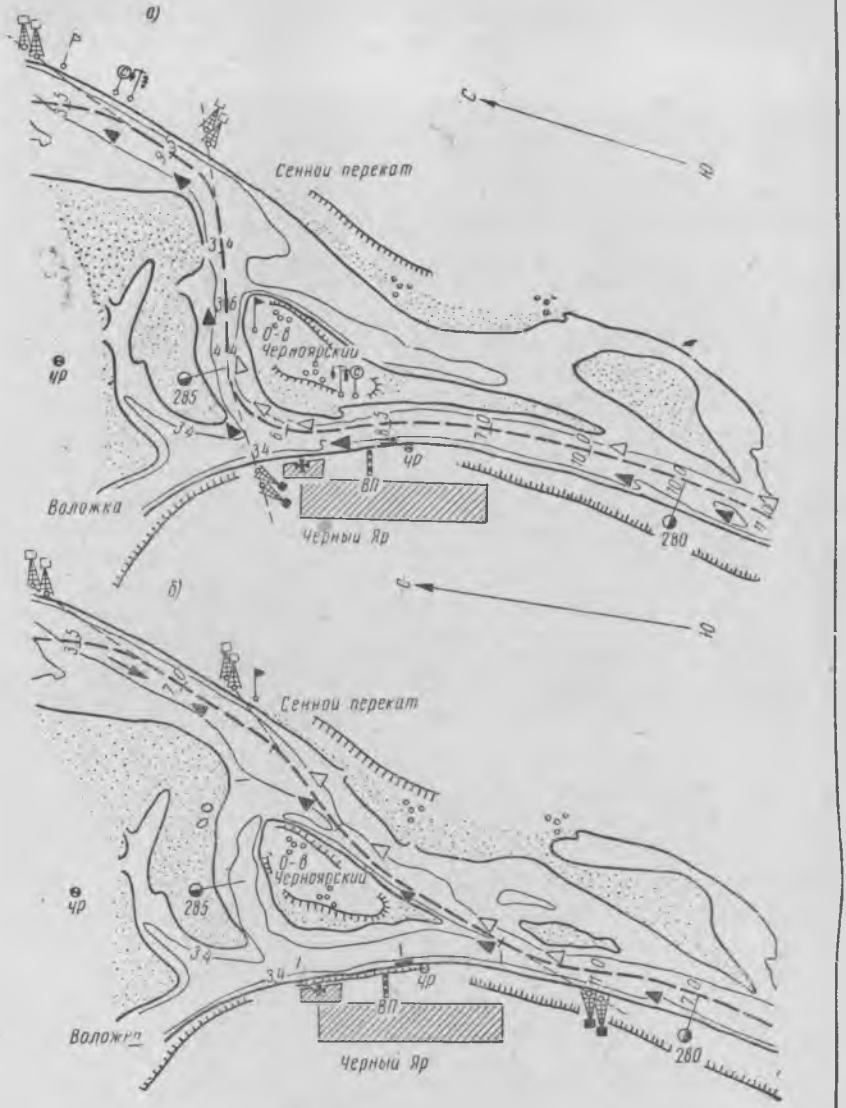


Рис. 78. План переката:
а — до корректировки; *б* — после корректировки

5) постройкой на прибрежной полосе зданий и сооружений, которые могут служить искусственными ориентирами для судоводителей;

6) появлением нового препятствия для судоходства (затопленных судов, камней, топляков, печин и др.).

Карты корректируют бассейновые управления пути, управления каналов или по их поручению технические участки пути или гидрорайоны управлений судоходных каналов.

Все небольшие изменения должны вносить в карту сами судоводители, пользуясь данными информационных бюллетеней и путевых листков и личными наблюдениями.

При использовании личных наблюдений следует учесть, что глазомерная корректура очертаний естественных русловых образований (кос, осередков, отмелей, уреза воды) возможна только при уровне воды, близком к проектному, отличающемся от него не более чем на 0,3—0,5 *м*.

Установлен следующий порядок корректировки карт.

Если на навигацию следующего года предполагаются изменения только в расположении знаков обстановки на тех или иных участках пути, то в зимний период бассейновые управления пути и управления каналов корректируют несколько экземпляров существующих навигационных карт этих участков и рассылают их пароходствам, а последние высылают их по месту зимовки судов, где корректируют все карты, имеющиеся на судах. Такая же корректировка карт иногда производится на основании брошюр, издаваемых бассейновыми управлениями пути и посылаемых пароходствам для передачи на каждое судно.

При изменении направления судового хода, при переносе его в другой рукав бассейновые управления пути издают откорректированные отдельные планы для вклейки в карты. На рис. 78 приведены планы перекатов до и после корректировки.

§ 32. ЛОЦИИ И МАРШРУТНИКИ

Лоция внутренних водных путей служит навигационным пособием для судоводителя и издается в виде брошюры-приложения к навигационным картам. Она содержит данные, дополнительно характеризующие отдельные участки пути.

В лоциях обычно приводятся:

1) общие сведения о водном пути — общие характеристики участков водного пути и краткие данные о главнейших притоках;

2) краткие метеорологические и гидрологические сведения, описание характерных фаз навигации (ледовый режим —

вскрытие и замерзание отдельных участков пути, продолжительность навигации, температуры воздуха и воды), данные о ветрах, туманах, осадках и другие; данные о скоростях течений при различных уровнях воды по отдельным участкам пути;

3) сведения о судоходной обстановке;

4) сведения о рейдах, пристанях, затонах, заливах и убежищах (на водохранилищах);

5) общая судоходная характеристика по отдельным участкам пути;

6) навигационное описание судового хода (за последние годы навигационные описания судового хода помещают на листах издаваемых карт);

7) порядок пользования зрительной информацией о габаритах пути.

Маршрутники предназначены в качестве практического руководства.

Основная часть маршрутника — маршрутное описание, которое содержит расположенный в покилометровом порядке перечень перекатов, перевалов, населенных пунктов, пристаней и пр. с указанием расстояния от исходного пункта.

Кроме того, в маршрутнике приводятся таблицы расстояний между основными пристанями и таблицы среднеплесовых скоростей течения в зависимости от уровня воды и характеристики фаз навигации. Описание основных убежищ на водохранилищах издается отдельной брошюрой. В ней указывается расположение убежища, от ветров каких направлений оно защищено и какой флот может отстаиваться в нем, характеризуется подход к нему, приводятся краткие сведения об акватории убежища.

§ 33. АТЛАС И КАРТОГРАММЫ ИЗОЛИНИЙ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ

Атлас ветрового волнения на водохранилищах включает графики и таблицы высоты ветровых волн, составляемые для основных восьми направлений ветра и для разных его скоростей. Данные атласа отнесены к нормальному подпорному уровню (НПУ) по основным и дополнительным судовым ходам. Порядок пользования графиками изложен в § 27.

Картограммы изолиний высот волн[1] (рис. 79) на водохранилищах составляют и издают в виде брошюр дополнительно к атласам ветрового волнения бассейновые управления пути и управления судоходных каналов совместно с управлениями гидрометслужбы: они предназначаются в помощь судоводителям при выборе ими направления судового хода или места укрытия в зависимости от силы и направления ветра.

---

[1] Изолиния высот волн — кривая равных высот волн.

Картограммы изолиний высот волн составляют при нормальном подпорном уровне для разных направлений ветра и разных значений его скорости или силы.

Высоты волн определяют в зависимости от длины разгона, направления и скорости ветра, а также глубины места. Скорость ветра указывают в баллах.

Высоты волн для промежуточных значений скорости ветра нужно вычислять путем интерполяции.

Картограммы изолиний высот волн дают возможность найти высоту волны не только по основному судовому ходу, но и по ширине водохранилищ. В этом их основное преимущество

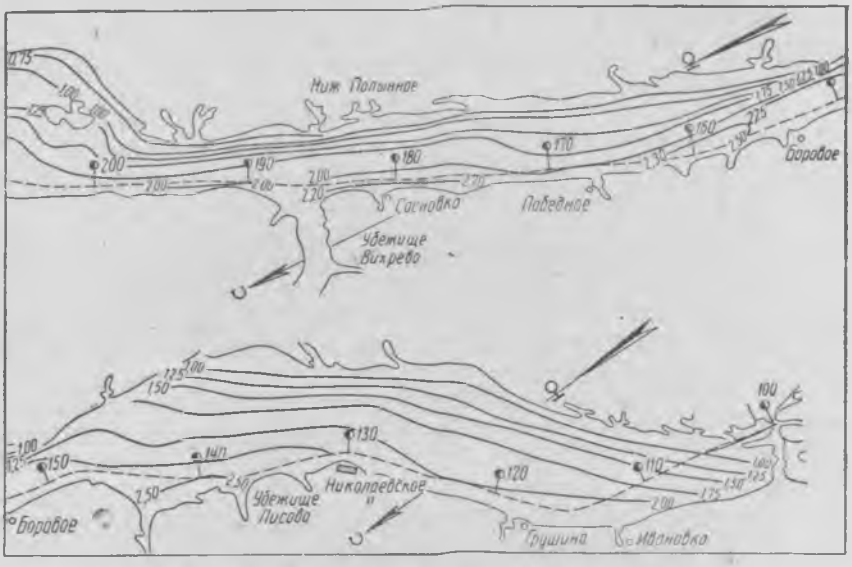


Рис. 79. Картограмма изолиний высот волн

перед графиками высот волн по судовому ходу, помещенных в атласах или в новых навигационных картах водохранилищ (Куйбышевское, Волгоградское и др.).

Пример. Требуется определить высоту волны по основному судовому ходу водохранилища на участке Никольское (130 *км*)—Вихрево (187 *км*) при ветре 9 баллов южного направления (см. рис. 79).

В районе Никольское судовой ход на картограмме пересекается изолинией с высотой волны 2,25 *м*. На 138—140 *км* судно попадает в зону волнения высотою 2,5 *м*. Затем от 140 до 157 *км* судовой ход проходит в зоне с высотой волны несколько большей 2,25 *м*.

На участке 157—163 *км* судно встретит волну высотой 2,5—2,7 *м*.

Далее до 172 *км* судовой ход проходит в зоне волнения с высотой 2,0 *м*, а с 172 *км* до Вихрево — 2,1 *м*.

При заходе в убежище Вихрево судно встретит волну высотой 2,2 *м*.

§ 34. КОЛЕБАНИЯ УРОВНЕЙ ВОДЫ В НИЖНИХ БЬЕФАХ ГЭС

Изменения в нижних бьефах с введением в эксплуатацию судоходных сооружений гидроузлов на реках характеризуются прежде всего уменьшением высоты весенних подъемов уровней воды и повышением меженных уровней воды, в силу чего меняются (по сравнению с прежним свободным состоянием реки) и весенние и меженные условия плавания.

На рис. 80 даны графики уровней воды по одному и тому же водомерному посту до постройки гидроузла *1* и после его постройки *2* в период регулирования стока.

Из графика видно, что наблюдавшийся ранее высокий весенний уровень $AA_1Б$ срезан по линии *АБ*, а низкий меженный уровень $ББ_1В$ повышен и в новых зарегулированных условиях идет по более устойчивой линии *БВ*. В результате повышения уровня в межень в нижних бьефах увеличивается транзитная глубина пути, и судоводители могут не опасаться мелководных периодов навигации, наблюдавшихся ранее.

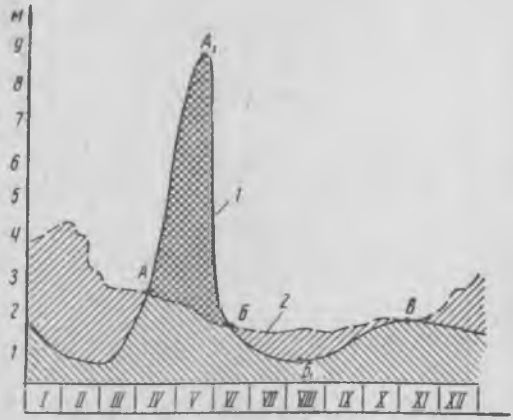


Рис. 80. График уровней воды:
1 — до постройки гидроузла; *2* — в период после постройки гидроузла

По режиму уровней и условиям судоходства нижний бьеф разделяется на два характерных участка, первый из которых расположен в 30—100 *км* от гидроузла и второй ниже, за пределами первого.

Отличительная особенность первого участка — резко выраженные колебания уровней воды, которые вызываются неравномерной работой ГЭС как в течение суток (суточное регулирование), так и в течение недели (недельное регулирование). При этом, как показано на графике (рис. 81), суточные изменения уровней воды значительны и находятся в прямой зависимости от потребности в электроэнергии. В самом деле, резкое понижение уровня воды по линии *АБ* соответствует нерабочему времени суток с 0 *час* до 7 *час*, затем с началом рабочего дня уровень повышается по линии *БВ*, после полудня наблюдается некоторое снижение уровня воды, что связано с меньшей потребностью в электроэнергии в часы обеда и смены рабочих на промышленных предприятиях.

В вечерние же часы опять возрастает потребность в электроэнергии, расход воды через турбины ГЭС увеличивается, и уровни воды повышаются.

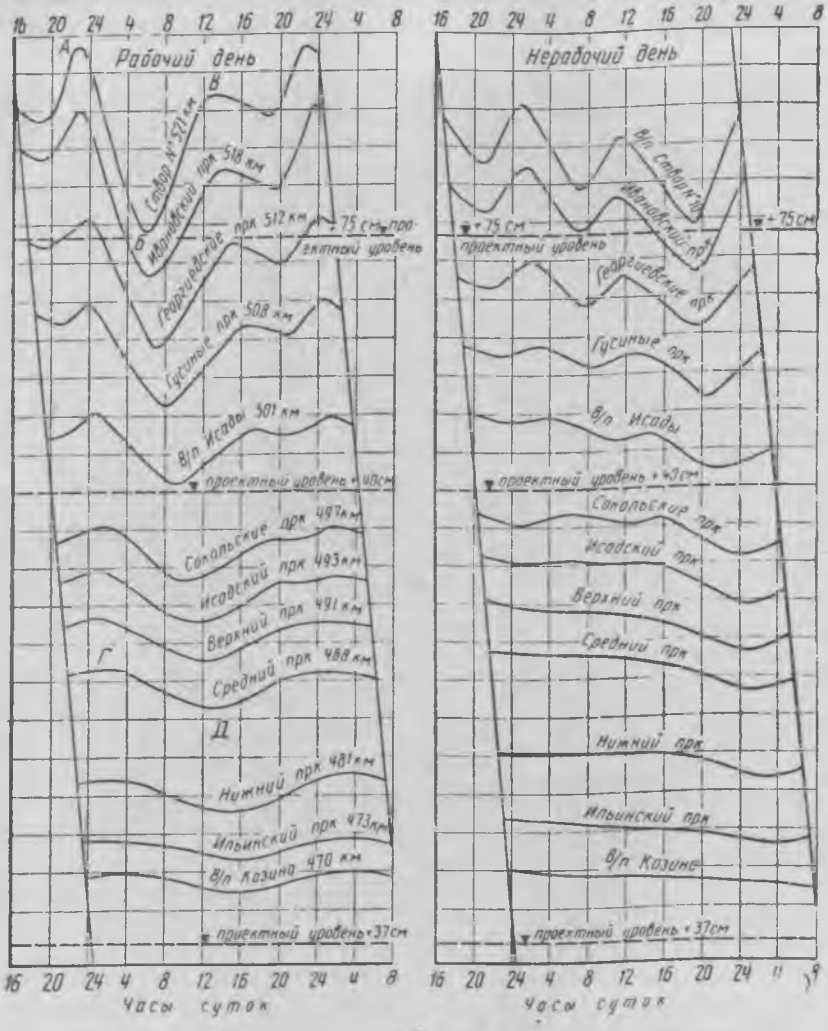


Рис. 81. Графики суточных колебаний уровней воды на перекатах, расположенных в нижних бьефах ГЭС

Недельное регулирование характеризуется уменьшением расхода воды, начиная со второй половины предвыходного дня и в выходной день.

Наибольшая амплитуда суточного колебания уровней воды наблюдается в створе у гидроузла. По мере удаления от гидроузла вниз по течению величина суточного колебания уровней воды постепенно уменьшается (рис. 82). Недельное регулирование влияет на уровень воды в реке на более значительном расстоянии.

Расстояние, на котором происходит полное затухание амплитуды суточных колебаний, зависит от первоначальной ее величины и местных условий. Например, на графиках затухания суточной амплитуды колебаний уровней ниже ГЭС (см. рис. 82) гашение амплитуды колебаний уровней воды, равной 1 *м*, происходит на меньшем расстоянии, чем при амплитуде колебаний 2 *м*. Это объясняется различием местных путевых

Рис. 82. Затухание суточной амплитуды колебаний уровней:
а — ниже Горьковской ГЭС; *б* — ниже Волжской ГЭС имени В. И. Ленина

условий (ширины русла, уклона возможного подпора впадающим притоком и т. п.). В отдельные дни навигации фактическое стояние уровней на перекатах (величина амплитуды и время) может несколько отличаться от типового значения по графику. Но эти отклонения как правило невелики.

По таким графикам судоводитель может определить в любой момент навигации для всех перекатов этого участка время наступления минимальных и максимальных уровней, амплитуду изменения уровня, а также время начала спада или подъема уровня.

Пример 1. Требуется определить время наступления минимального уровня на Среднем перекате, находящемся на 488 *км* в нижнем бьефе Юркинского водохранилища (см. рис. 81). На графике для нижнего бьефа Юркинского водохранилища находим кривую изменения уровней на этом перекате (488 *км*). Минимальный уровень отмечаем на графике точкой *Д*. Сносим эту точку на верхнюю или нижнюю шкалу и находим, что уровень минимален в 12—13 *час*.

Пример 2. Требуется определить амплитуду изменения уровней на том же перекате. Находим на графике (см. рис. 81) расстояние между точками *Г* и *Д* (минимум и максимум) по вертикали и умножаем его на масштаб.

Расстояние между точками *Г* и *Д* 1 *см*. Амплитуда изменения уровня в течение суток на данном перекате:

$$1\ см \cdot 25 = 25\ см.$$

§ 35. ИНФОРМАЦИЯ СУДОВОДИТЕЛЕЙ О СОСТОЯНИИ ПУТИ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ

Естественные водные пути

Бассейновые управления пути и управления судоходных каналов непосредственно или через свои производственные подразделения (технические участки пути и гидрорайоны) ежедневно выпускает информационные бюллетени, информируя пароходства и судоводителей об уровнях воды, о габаритах судового хода, об изменениях в расстановке знаков судоходной обстановки и других явлениях на участках пути.

Ежедневный выпуск информационных бюллетеней в течение навигации начинается с момента получения от гидрометслужбы прогнозов вскрытия водных путей бассейна и заканчивается после расстановки всех судов на зимний отстой. Форма информационного бюллетеня приведена в приложении 1.

Температура воды весной в бюллетенях дается до момента освобождения водных путей бассейна от льда, а осенью — с момента понижения ее до $+10°$ С.

Весной и осенью даются прогнозы вскрытия рек и водохранилищ и ледообразования на них, а также прогнозы размеров и характерных дат половодья.

Для информации судоводителей в пути о глубинах и ширинах судового хода выставляют сигнальные мачты, а технические участки пути издают ежедневные информационные бюллетени и путевые листки (приложение 2). Путевые листки выдаются на суда через диспетчерские пароходства перед отправлением судна в рейс.

Кроме того, диспетчерской бассейнового управления пути ежедневно в 12 *час* 30 *мин* выпускается радиобюллетень, содержащий сведения по району действия радиостанции об уровнях воды по опорным водомерным постам и их изменениях за сутки, о скоростях течения в данном районе и наименьших глубинах по плесам. Эти радиобюллетени принимают суда, имеющие приемо-передаточные радиостанции. Кроме выпуска информационного бюллетеня, диспетчерской бассейнового управления пути ежедневно посылается в основные эксплуатационные пункты сводная телеграмма об уровнях воды по основным водомерным постам, о скоростях течения и габаритах лимитирующих перекатов.

Водохранилища, озера и устьевые участки рек

Судно, находящееся в плавании на водохранилище, озере или в прибрежных морских районах, должно постоянно иметь связь с береговыми работниками и получать необходимую информацию о гидрологическом и метеорологическом режимах — волнении, ледовой обстановке в весенне-осенний период, о величине сработки уровня в водохранилище, об изменении видимости. Наиболее удобна для этой цели радиосвязь, которой оборудуются все суда, имеющие разрешение Речного Регистра СССР к плаванию по тем или другим водохранилищам и озерам.

В зависимости от местных условий специально устанавливается одна или несколько береговых радиостанций, которые обслуживают в определенном районе суда, давая им все необходимые для беспрепятственного движения данные, получаемые от работников гидрометеообсерватории, участков пути или диспетчерского аппарата.

Кроме такой связи, на ряде водохранилищ и озер транспортные суда поддерживают систематическую связь с судами аварийно-спасательной службы и получают от них нужную им информацию и помощь. Особое значение приобретает правильная и своевременная информация об опасных явлениях погоды и гидрологического режима.

Основными источниками первой информации о водном пути служат навигационные карты, лоцийные описания и маршрутники, а также информационные бюллетени, путевые листки и штормовая сигнализация. Все это дает нужную информацию о габаритах пути, состоянии действующего навигационного ограждения и затруднительных участках для судоходства и о метеорологических условиях.

Гидрологическое обслуживание производится согласно схемам, согласованным главным управлением гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР и его местными подразделениями с соответствующими организациями речного флота.

Информация, получаемая от УГМС и его подразделений, включает сведения о погоде и гидрологическом режиме; прогноз погоды и гидрологического режима; предупреждение об опасных явлениях.

Сведения о погоде и гидрологическом режиме водохранилищ, озер и морей содержат фактические данные об уровнях воды на водомерных постах и их изменениях за сутки, о ледовых явлениях, о температуре воздуха, воды в осенний период, атмосферных осадках, о направлении и силе ветра, высоте волны, о степени видимости и о величине расходов воды через створ гидроэлектростанций. Все эти сведения обобщаются в выпускаемых ежедневных гидрометбюллетенях (приложение 3).

К прогнозам погоды и гидрологического режима относятся долгосрочные (заблаговременностью один месяц) прогнозы о наивысших и наинизших уровнях воды и сроках их наступления, о сроках наступления осенних ледовых явлений, дат вскрытия и очищения водоема ото льда, а также краткосрочные (за сутки) прогнозы о высоте волн и степени волнения по участкам судоходных трасс.

На отдельных водохранилищах суда, кроме общего прогноза, получают рейсовые прогнозы, которые выдаются им на весь рейс при выходе из начального пункта или по рации при следовании в пути.

К опасным явлениям относятся минимальные уровни воды вследствие повышенной работы ГЭС, ледовые явления, усиление ветра до штормовых значений, ухудшение видимости, чаще всего в весенне-осенний периоды или во время сильного дождя.

Данные о гидрологических явлениях вручаются судоводителю при выходе в рейс одновременно с вручением путевого и информационного листов, формы которых рассмотрены выше, и в пути по радио. Однако более важным являются не столько сведения о гидрологических явлениях, наблюдавшиеся за прошедший период, сколько предсказания тех явлений, которые должны вскоре возникнуть и могут благоприятствовать или помешать судоходству. В целях наиболее оперативной информации о предстоящих гидрологических и метеорологических явлениях прогнозы транслируются по радио ежечасно на определенной частоте волны радиостанции, которая обслуживает данный район водохранилища или озера, а штормовые предупреждения передаются, как правило, за шесть часов до наступления шторма. Такая заблаговременная информация позволяет оценить то или иное явление и принять правильное решение по обеспечению безопасного движения.

В целях улучшения гидрометеорологического обслуживания флота на ряде водохранилищ и озер выпускают рейсовые бюллетени (приложение 4), которые содержат данные о ветре, видимости и волнении и выдаются на суда по заявкам.

Рейсовый гидрометбюллетень выдается диспетчером порта или синоптиком по рации на определенный участок пути (трассы) с учетом скорости движения состава и времени хода от убежища до убежища.

В отдельных случаях с учетом местных особенностей в рейсовых бюллетенях (прогнозах) дают рекомендации по использованию дополнительных трасс.

Рейсовые прогнозы рассчитывают на время, в течение которого суда или плоты дойдут до ближайшего естественного укрытия, расположенного по пути следования, а для пассажирских судов — на срок до 12 *час.*

Диспетчер порта, получив заявку с того или другого судна, на основании прогноза, переданного по радио гидрометобсерваторией, выписывает рейсовый бюллетень, а также выдает запас чистых бланков бюллетеней на путь следования (из расчета 2—3 бюллетеня на сутки).

Если полученный прогноз не дает судоводителю права выходить в рейс, то по истечение срока прогноза он повторяет заявку и получает новый прогноз. При благоприятном прогнозе судно выходит в рейс, а при подходе к укрытию, до которого ему был дан прогноз, повторяет заявку и получает новый прогноз на время следования до очередного укрытия.

В зависимости от характера полученного прогноза судно или продолжает движение, или заходит в укрытие для отстоя. Если судно в течение часа после получения прогноза не вышло в рейс, то судоводителю или диспетчеру порта перед выходом необходимо получить от обсерватории подтверждение возможности использования прогноза.

Рейсовые прогнозы, полученные по радио в пути следования, судоводитель вносит в бланк бюллетеней с указанием места получения (километр судового хода или убежища), даты (число, месяц) и времени (часы и минуты).

По окончании рейса судоводитель должен сделать отметку о том, как оправдались прогнозы, и сдать бюллетень диспетчеру порта для передачи в обсерваторию.

При аварийных происшествиях на водохранилище рейсовый бюллетень служит основным документом для разбора происшествия совместной комиссией из представителей судоходной инспекции и гидрометслужбы.

Отсутствие у судоводителя рейсовых бюллетеней или записей по приему прогнозов в течение рейса рассматривается как нарушение правил плавания.

§ 36. ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ЭКИПАЖАМИ СУДОВ

Гидрометеорологические наблюдения в открытой части водохранилищ и озер, выполняемые экипажами судов, имеют первостепенное значение для судовождения. Организация таких наблюдений на Ладожском озере, Рыбинском и Куйбышевском водохранилищах и некоторых других показала, что они позволяют значительно улучшить гидрометеорологическое обслуживание судов.

С этой целью по согласованию Министерства речного флота РСФСР с Главным управлением гидрометслужбы при Совете Министров СССР организованы на судах, плавающих на всех

крупных озерах и водохранилищах, наблюдения за состоянием погоды, волнением, температурой воды и ледовыми явлениями.

Состав судов, на которых организуются гидрометеорологические наблюдения, определяют совместно территориальные управления гидрометслужбы и пароходства МРФ. Эти же органы устанавливают сроки наблюдений и порядок передачи результатов наблюдений через рацию судна в диспетчерскую службу пароходства или непосредственно в органы гидрометслужбы.

Производство гидрометеорологических наблюдений на судах возлагается на вахтенного начальника во время очередного срока наблюдений, а ответственность за их регулярность — на капитана судна. Инструктируют и инспектируют наблюдения работники гидрометслужбы.

Обеспечивает суда приборами, оборудованием и бланками также гидрометслужба безвозмездно через управления пароходств в соответствии с «Положением о порядке снабжения пароходств гидрометеорологическим оборудованием для судовых гидрометеорологических станций».

В табель оборудования судов, привлекаемых к производству гидрометеорологических наблюдений, включены 2 ручных анемометра, ветрочет (круг СМО); 3 термометра в специальной оправе для измерения температуры воздуха на судах; 2 водных термометра в оправе; часы с секундной стрелкой или секундомер; ведро с линем; 2 таблицы для перевода показаний анемометров в скорость ветра и книжки для записи наблюдений.

В состав гидрометеорологических наблюдений на водохранилищах, выполняемых экипажами судов, входят: наблюдения за облачностью и атмосферными явлениями, видимостью, волнением, ветром, ледовыми явлениями, температурой воды и воздуха.

Ниже излагается краткая методика производства этих наблюдений.

Наблюдения за облачностью и атмосферными явлениями

В состав этих наблюдений входят: наблюдения за количеством облаков (степенью закрытости неба облаками), туманами (туман, мгла, осадки, дождь, снег, град, гололед) и такими явлениями погоды, как гроза, смерч, шквал.

Результаты наблюдений записывают в книжку записи сокращенно, например, ясн. (ясно), обл. (облачно) и т. д.

При наблюдениях за облачностью оценивается на глаз, какая часть неба покрыта облаками. Если облаков нет или ими покрыто не более $^2/_{10}$ неба, записывают «ясн.», если покрыто от

$^4/_{10}$ до $^7/_{10}$ — «обл.», если покрыто более $^7/_{10}$ — «пас.» (пасмурно).

Ниже приводятся пояснения некоторых метеорологических терминов.

Туман — помутнение атмосферы в слоях, прилегающих к земной поверхности, в результате скопления в воздухе мельчайших, неразличимых глазом капель воды. При тумане дальность видимости становится менее 1 *км*. В случае более рассеянного помутнения и большей видимости помутнение атмосферы называют дымкой. О тумане делают отметку в соответствующей графе наблюдательной книжки.

Гололед (обледенение) — однородное ледяное наслоение, образующееся на земле и на различных предметах (на палубе, надстройках, такелаже, проводах) в результате замерзания на них капель дождя или тумана, а также в результате движения более теплого насыщенного парами воды воздуха вдоль охлажденных поверхностей.

Гололед покрывает в равной мере и горизонтальные, и вертикальные поверхности, но главным образом — обращенные к ветру. Чаще всего гололед образуется при температуре от —1° до —3°.

Не следует смешивать гололед со льдом, образовавшемся на различных частях судна при забрызгивании их забортной водой.

Мгла или сухой туман — помутнение воздуха вследствие содержания в нем мельчайших частиц дыма, пыли и т. п.

Мгла сильно ослабляет голубой цвет неба и окраску отдаленных предметов, а также ухудшает видимость. Цвет солнца при мгле становится коричневым, а при восходе и заходе диск солнца совершенно сливается с фоном неба и становится невидимым.

Смерч (на суше тромб) — атмосферный вихрь большой интенсивности с вертикальной осью и диаметром в несколько десятков метров. Начинаются смерчи с образования вихревой облачной воронки, спускающейся из основания, находящегося в передней части облака, «грозового вала». Воздух при смерче вращается и одновременно поднимается вверх. Если эта вихревая воронка приблизится к поверхности воды, то навстречу ей поднимается такой же вихрь, захватывающий воду. Вихри соединяются в единый водяной смерч, в котором частицы воздуха и воды с большой скоростью вращаются вокруг вертикальной оси водяного столба.

Смерч перемещается вместе с облаком, из которого он образовался, со скоростью около 30—40 *км/час* и обладает большой разрушительной силой.

Шквал — внезапно возникающий, кратковременный ветер большой силы.

Наблюдения за видимостью

Для судовождения наибольшее значение имеет горизонтальная видимость, т. е. расстояние, дальше которого наблюдаемый объект полностью сливается с фоном.

Дальность видимости измеряется в километрах.

При плавании по водохранилищам (озерам) для определения видимости используют имеющиеся в поле зрения и обозначенные на карте мысы, горы, здания и т. д., расстояние до которых может быть определено по карте.

К числу видимых объектов относят те, которые можно увидеть на фоне неба хотя бы в виде пятна, не различая детали и даже контуры. Невидимыми считаются те предметы, которые полностью сливаются с фоном неба.

Наблюдатель должен установить, какой из видимых объектов наиболее удален и какой из невидимых наиболее близок; таким образом, устанавливается интервал, в котором находится величина дальности видимости. Если видимость во все стороны одинакова, то ее величина записывается в графу «Лучшая видимость». Если дальность видимости по разным направлениям различна, то записывается лучшая и худшая видимости и указывается направление худшей видимости.

Наблюдения за волнением

Наблюдения за волнением включают глазомерное определение высоты волн, направления распространения волнения и состояния поверхности водоема под воздействием ветра.

Направление распространения волнения устанавливается с помощью судового компаса и обозначается одним из 16 румбов.

Высота волн определяется на глаз с точностью до 0,25 *м* при высоте волн до 1,5 *м* и с точностью до 0,5 *м* при более высоких волнах.

Наблюдают не менее чем за 5 крупными волнами, которые кажутся наибольшими из числа окружающих, и на глаз устанавливают высоту наибольшей из них.

При оценке высоты волн полезно иметь в виду следующее:

а) высоту волн лучше определять, находясь ближе к поверхности воды, например, с нижней палубы судна;

б) лучше смотреть навстречу бегущим волнам, так как их подветренные склоны более круты и более рельефны для глаз наблюдателя;

в) для определения высоты волны следует выбирать волны с хорошо выраженными гребнями и устанавливать их высоту в тот момент, когда гребень начинает заваливаться, но еще не сорвался вниз.

Для оценки состояния поверхности водоема под влиянием ветра служит следующая шкала (табл. 8).

Таблица 8

Характеристика состояния поверхности водоема в баллах	Признаки для определения состояния поверхности водоема
0	Зеркально-гладкая поверхность
1	Рябь; появляются небольшие гребни волн
2	Небольшие гребни волн начинают опрокидываться, но пена не белая, а стекловидная
3	Хорошо заметны небольшие волны: гребни некоторых из них опрокидываются, образуя местами белую клубящуюся пену «барашки»
4	Волны принимают хорошо выраженную форму, повсюду образуются «барашки»
5	Появляются гребни большой высоты; их пенящиеся вершины занимают большие площади, ветер начинает срывать пену с гребней волн
6	Длинные полосы пены, срываемые ветром, покрывают склоны волн и местами, сливаясь, достигают их подошв

Наблюдения за ветром

Наблюдения за ветром состоят в определении его направления и скорости.

Ветер, измеренный во время движения судна, называют наблюденным.

Направление наблюденного ветра определяют судовым компасом, по среднему положению вымпела, флага на мачте или по направлению дыма из трубы судна. Найденное направление записывают с точностью до 5—10°.

Скорость наблюденного ветра измеряют ручным анемометром (рис. 83), который укрепляют на специальной стойке с наветренного борта судна.

Прежде всего записывают начальный отсчет, затем рукой или с помощью шнурка включают прибор и одновременно пускают секундомер.

Анемометр должен работать в течение 100 *сек* (при слабом ветре — 200 *сек*). На последней секунде прибор выключают передвижением рычага вниз и записывают второй отсчет. Вычитая из второго отсчета первый, находят число оборотов прибора за 100 *сек* (или 200 *сек*). По количеству оборотов находят скорость наблюденного ветра в метрах в секунду, пользуясь тарировочной кривой прибора.

Проще пользоваться анемометрами, на шкале которых указана скорость ветра в метрах в секунду, так как при этом пересчет не требуется.

При порывистом ветре измерения его скорости повторяют 2—3 раза.

Для вычисления истинного ветра по наблюденному необходимо знать курс и скорость судна. Чтобы избежать этих пересчетов, рекомендуется пользоваться простым прибором — ветрочетом или кругом СМО (рис. 84), позволяющим при наблюдениях на судне получать направление и скорость истинного ветра.

Ветрочет состоит из наложенных один на другой двух кругов. Нижний неподвижный круг фанерный с осью в центре имеет сетку из миллиметровки. На ось насажен верхний прозрачный круг из целлулоида или органического стекла, свободно вращающийся на оси. По окружности верхнего круга нанесены градусные деления. На нижнем конце фанерного неподвижного круга укреплена стрелка-указатель.

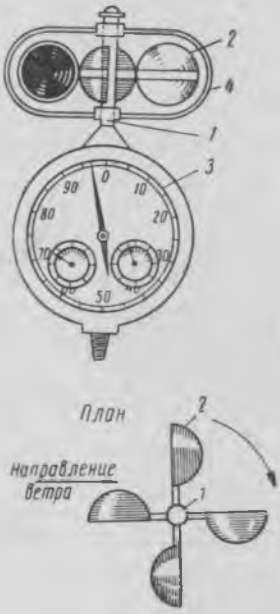


Рис. 83. Ручной анемометр:

1 — ось вращения; *2* — полушария; *3* — счетчик оборотов; *4* — защитное приспособление

Для того, чтобы найти истинное направление ветра, поступают следующим образом:

а) определив направление и скорость наблюденного ветра, поворачивают верхний круг до совмещения градусного деления, соответствующего направлению наблюденного ветра, со стрелкой-указателем;

б) от центра круга откладывают в произвольном масштабе по направлению к указателю расстояние, соответствующее скорости наблюденного ветра в метрах в секунду. В конце отрезка ставят чернилами или карандашом точку *B* (ветер);

в) поворачивая верхний круг, совмещают с указателем градусные деления, соответствующие курсу судна во время наблюдения за ветром;

г) от центра круга по направлению к указателю в том же масштабе откладывают расстояние, соответствующее скорости судна в метрах в секунду в момент наблюдения. Перевод скорости судна, выраженной в километрах в час, в метры в секунду можно сделать по табл. 9. В конце отрезка ставят точку *K* (курс);

д) поворачивают верхний круг так, чтобы точки *B* и *K* оказались на одной прямой, параллельной вертикальному диаметру нижнего круга. При этом точка *K* должна быть выше точки *B*;

е) читают число градусов у указателя — это будет направление истинного ветра. Определяют расстояние между точками *К* и *В* и в соответствии с принятым масштабом находят скорость истинного ветра.

Таблица 9

Км/час	*М/сек*	*Км/час*	*М/сек*	*Км/час*	*М/сек*	*Км/час*	*М/сек*
3,00	0,8	8,75	2,4	14,50	4,0	20,25	5,6
3,25	0,9	9,00	2,5	14,75	4,1	20,50	5,7
3,50	1,0	9,25	2,6	15,00	4,2	20,75	5,8
3,75	1,1	9,50	2,6	15,25	4,2	21,00	5,8
4,00	1,1	9,75	2,7	15,50	4,3	21,25	5,9
4,25	1,2	10,00	2,8	15,75	4,4	21,50	6,0
4,50	1,2	10,25	2,8	16,00	4,4	21,75	6,0
4,75	1,3	10,50	2,9	16,25	4,5	22,00	6,1
5,00	1,4	10,75	3,0	16,50	4,6	22,25	6,2
5,25	1,5	11,00	3,0	16,75	4,6	22,50	6,2
5,50	1,5	11,25	3,1	17,00	4,7	22,75	6,8
5,75	1,6	11,50	3,2	17,25	4,8	23,00	6,4
6,00	1,7	11,75	3,3	17,50	4,9	23,25	6,4
6,25	1,7	12,00	3,3	17,75	4,9	23,50	6,5
6,50	1,8	12,25	3,4	18,00	4,0	23,75	6,6
6,75	1,9	12,50	3,5	18,25	5,0	24,00	6,7
7,00	1,9	12,75	3,6	18,50	5,1	24,25	6,7
7,25	2,0	13,00	3,6	18,75	5,2	24,50	6,8
7,50	2,1	13,25	3,7	19,00	5,3	24,75	6,9
7,75	2,2	13,50	3,8	19,25	5,3	25,00	6,9
8,00	2,2	13,75	3,8	19,50	5,4	25,25	7,0
8,25	2,3	14,00	3,9	19,75	5,5	25,50	7,1
8,50	2,4	14,25	3,9	20,00	5,6	25,75	7,2

Рекомендуется для малых и средних скоростей ветра применять масштаб в 1 *см* на круге *1 м/сек*. В этом случае результаты будут получены сразу в метрах в секунду.

Рис. 84. Ветрочет

1 — фанерный круг; *2* — миллиметровая сетка; *3* — прозрачный круг; *4* — ось вращения прозрачного круга; *5* — стрелка-указатель; *6* — рукоятка; *СВ* — скорость наблюденного ветра; *ОК* — скорость судна; *С* — истинная скорость ветра; *280* — истинное направление ветра

После окончания работы точки стирают с круга резинкой или влажной тряпкой.

Скорость ветра и его направление относительно диаметральной плоскости судна легко и быстро может определяться также специальным прибором, который называется указателем маневров при ветре[1], (рис. 85).

Этот прибор способствует повышению качества любого маневрирования судном при ветре.

Прибор состоит из двух основных частей: 1) блока датчиков скорости и направления ветра; 2) приемной части.

Датчики ветра, как правило, устанавливают ближе к диаметральной плоскости судна на крыше рулевой рубки, а приемную часть — в рубке.

Блок датчиков состоит из флюгера *1* с вертушкой *2*, свободно поворачивающейся на трубчатой стойке с ориентиром *3*.

В зависимости от скорости ветра, вертушка вращается и приводит во вращение генератор-тахометр, находящийся в стойке. Генератор-тахометр преобразует скорость ветра в переменный ток. Угол отклонения флюгера механически передается на специальный прибор — сельсин, который преобразует его в электрический угол.

Таким образом, посредством блока датчиков метеорологические элементы преобразуются в электрические величины, которые отсчитываются электроизмерительными приборами, расположенными в приемной части.

Приемная часть представляет собой настенный прибор, на панели которого размещены: указатель направления ветра по отношению к диаметральной плоскости судна (сельсин-указатель) *4* со стрелкой *5*; указатель скорости ветра (микроамперметр) *6* со стрелкой *7*; шкала маневров *8* со стрелкой указателя маневров *9*, сцентрированной со стрелкой указателя скорости ветра *7*; устройство для определения истинной скорости ветра во время движения судна полным ходом и устройство для ручного включения датчиков ветра *12*.

Направление ветра в градусах относительно диаметральной плоскости судна измеряют на стоянке судна по стрелке *5*, а скорость ветра в метрах в секунду — по стрелке *7*.

Во время хода судна истинная скорость ветра отсчитывается по шкале скорости ветра *10* и стрелке указателя маневров *9*.

Для определения истинной скорости ветра рукоятку *11* следует повернуть до «0» деления.

Для самопроверки полученных результатов полезно запомнить следующее простое правило: истинный ветер дует по тому же борту, что и наблюденный, но отклоняется от курса

---

[1] С. Б. Ольшамовский. Вопросы судовождения на внутренних водных путях. Труды Горьковского института инженеров водного транспорта Вып. 41, М., изд-во «Речной транспорт», 1962.

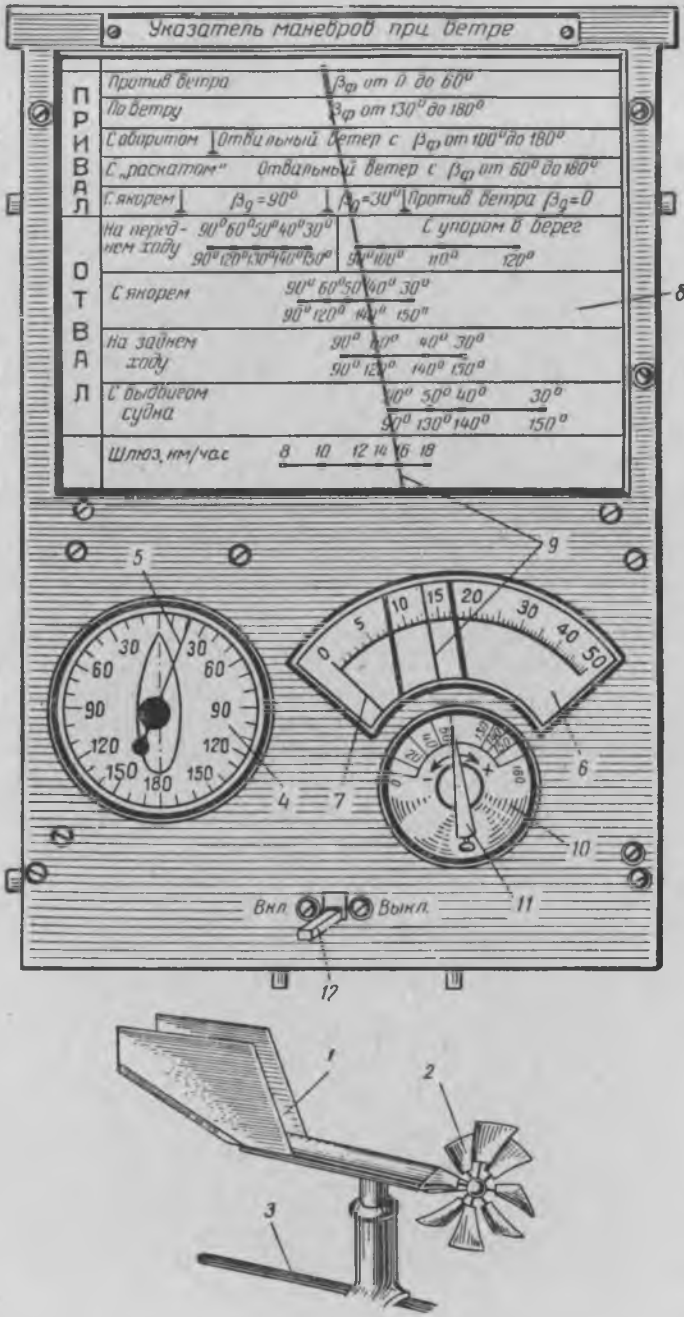


Рис. 85. Указатель маневров

больше, чем последний. Это правило нельзя применять, если ветер либо совпадает с курсом, либо дует навстречу.

Наблюдения за температурой воздуха и воды

Эти наблюдения производятся с помощью термометров в точно указанное в инструкции время. Во всех случаях наблюдения за температурой воды ведутся в носовой части судна.

Наблюдения за ледовыми явлениями

В начале или конце навигации при ледовых явлениях наблюдения проводятся в течение всего времени, в которое судно находится во льдах или вблизи от них (лед в пределах видимости с судна).

Во время наблюдений в установленные сроки определяют формы и количество льда в пределах видимости, а также расположение его относительно судна (спр.— справа, сл.— слева. вп.— впереди, сз.— сзади, круг — лед вокруг).

Записи производят только при значительных изменениях в ледовой обстановке по пути следования судна: при появлении льда в пределах видимости, при входе в лед, выходе изо льда, при значительном изменении его количества или основных его форм. При этом, кроме форм и количества льда и его расположения относительно судна, отмечают еще и местонахождение судна на трассе.

Различают следующие формы льда:

Ледостав — сплошной ледяной покров, покрывающий весь водоем или его более или менее обособленные части (заливы, губы и т. д.).

Припай (прп) — сплошной ледяной покров, связанный с берегом, не покрывающий всей поверхности водоема или его обособленной части. Он может быть местного происхождения или состоять из приносного льда.

Ледяные поля (поля) — плавающие льдины, более 500 *м* в поперечнике.

Обломки ледяных полей (обл) — плавающие льдины от 100 до 500 *м* в поперечнике.

Крупные льдины (кр) — плавающие льдины неправильной формы от 20 до 100 *м* в поперечнике;

Мелкие льдины (млк) — льдины с поперечником 10—20 *м*;

Ледяная каша (каша) — смесь измельченного льда различного происхождения с салом, снежурой, шугой.

Количество льда определяется на глаз и оценивается по десятибальной шкале. Балл показывает, какая часть водной поверхности в десятых долях покрыта льдом.

При определении количества льда необходимо помнить, что на некотором удалении от судна количество льда всегда кажется большим, чем на самом деле. Поэтому пользуются следующим приемом: определяют количество льда около судна, а затем, выждав, когда судно отойдет от места определения на некоторое расстояние, определяют снова уже кажущееся количество льда в этом месте и сравнивают его с кажущимся количеством льда на остальном пространстве водохранилища (озера). Такое сравнение дает возможность ввести некоторую поправку в наблюденную величину.

Все выше перечисленные виды наблюдений записываются в судовой журнал гидрометеорологических наблюдений.

При передаче результатов наблюдений по радио необходимо, чтобы текст радиограммы был кратким, ясным и содержал следующие сведения: а) число; б) название судна; в) время производства наблюдений; г) рейс судна; д) местонахождение судна; е) количество облаков и атмосферные явления; ж) видимость; з) состояние поверхности водоема (высота волны в дециметрах); и) направление и скорость ветра; к) температура воздуха в целых градусах; л) температура воды с точностью до десятых градуса; м) ледовые явления и количество льда в баллах.

Радиограмма составляется открытым текстом без таких пояснительных слов, как: «состояние», «направление», «скорость ветра», «температура», «градусов», «*м/сек*» и др.

Последовательность передачи результатов наблюдений в в радиограмме должна быть постоянной и строго соответствовать указанной выше.

Например, 10 ноября судно «Богатырь» следовало рейсом Калач—Цимлянская, при этом на 40-м *км* судового хода № 6 в 18 *час* 30 *мин* наблюдалась следующая гидрометеорологическая обстановка: была ясная погода, видимость 10 *км*, наибольшая высота волн 0,25 *м*, ветер северо-западный — 310° со скоростью 2 *м/сек*, температура воздуха —2,3°, температура воды 0,3°, справа по ходу судна, в пределах видимости, шуга густотою 5 баллов, ранее на 19 *км* судового хода судно вошло в полосу сала густотою 3 балла, на 25-м *км* вышло из него.

В этом случае радиограмма должна иметь следующий вид: «10 Богатырь 1830 Калач — Цимлянская 40 хода 6 ясно видимость 10 волнение 025 ветер 310 скорость 2 воздух минус 2 вода 03 сало вошел 19 вышел 25».

Следует помнить, что качество гидрометеорологических прогнозов ветра и волнения на водохранилищах и озерах в значительной степени зависит от того, как регулярно и точно производятся наблюдения экипажами судов, выделенных пароходством для этих целей.

ГЛАВА VII

СУДОХОДНАЯ ОБСТАНОВКА

§ 37. ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ВОДНЫХ ПУТЕЙ НА ГРУППЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ СУДОХОДСТВА И ОБСТАНОВКИ. СИСТЕМЫ СУДОХОДНОЙ ОБСТАНОВКИ

Судоходная обстановка на внутренних водных путях совместно с другими видами путевых работ должна создать условия для безопасного и бесперебойного движения судов, судовых составов и плотов.

В соответствии с Правилами плавания по внутренним водным путям и Правилами технической эксплуатации речного транспорта знаки судоходной обстановки устанавливают для обозначения границ, направления и габаритов судового хода, границ акваторий пристаней, рейдов и затонов, а также для ограждения препятствий и сооружений, находящихся в границах судовых ходов или вблизи них, для указания свальных течений и для регулирования движения судов и плотов на засемафоренных участках пути (через шлюзы, узкие рукава, криволинейные участки русла и т. д.). На водохранилищах плавучие знаки обстановки иногда ставят в качестве ориентиров

Судоходная обстановка подразделяется на освещаемую и неосвещаемую. Неосвещаемая (дневная) судоходная обстановка может быть использована только в светлое время суток.

На регулярно эксплуатируемых водных путях судоходная обстановка действует непрерывно в течение всей навигации, а на временно эксплуатируемых — в период эксплуатации.

Водные пути в зависимости от интенсивности судоходства, сплава леса и состава обстановки и требований к ней разделяются на три группы.

К первой группе относятся водные пути с интенсивным судоходством. На них проходит в сутки более 30 судов или 5 плотовых составов. Обстановка действует в дневное и ночное время суток (рр. Волга, Кама, Ока, Дон и т. п.) и обеспечивает видимость со знака на знак.

Ко второй группе относятся водные пути с менее интенсивным судоходством, на которых число проходящих в сутки судовых составов не более 30 или плотовых не более 5. Обстановка только дневная. Знаки поставлены реже, чем на реках первой группы, за исключением затруднительных для плавания участков, где количество знаков обстановки увеличивается и в ночное время они освещаются.

К третьей группе относятся водные пути со слабо развитым судоходством, число проходящих в сутки судов или судовых составов ограничивается единицами, а регулярного сплава леса в плотах не производится. Обстановка на реках этой группы неосвещаемая. Видимость со знака на знак обеспечивается только на затруднительных участках пути (на перекатах).

Системой судоходной обстановки называется способ расположения ее знаков по отношению к ограждаемому объекту. На внутренних водных путях действуют латеральная и кардинальная системы расположения знаков обстановки.

При латеральной системе знаками обстановки ограждаются обе границы судового хода на всем его протяжении. Эта система принята на реках, водохранилищах и некоторых морских каналах.

Кардинальная система применяется в СССР на морях и на некоторых крупных озерах (Ладожском, Онежском, Байкале).

§ 38. ЗНАКИ ОБСТАНОВКИ

Знаки обстановки, применяемой на внутренних водных путях, разделяются на береговые и плавучие.

Береговые знаки

К береговым знакам относятся:

а) знаки, определяющие направление судового хода;

б) оградительные знаки;

в) знаки, регулирующие движение судов;

г) предупредительные и оповестительные знаки.

К числу береговых знаков относятся и маяки.

Береговые знаки, определяющие направление судового хода: перевальные, створные, створно-перевальные, ходовые знаки и знаки ходовых пролетов мостов.

Перевальные знаки служат для указания направления судового хода при переходе его от одного берега к другому. Их устанавливают там, где судовой ход имеет достаточную ширину.

В зависимости от дальности видимости применяются перевальные знаки двух типов. Перевальные знаки одного типа состоят из столба с тремя подкосами и с двумя квадратными щитами, расположенными в верхней части столба, другого ти-

па — из такого же столба с подкосами и с двумя квадратными вертикальными щитами и трапециевидными наклонными щитами.

Столбы и подкосы знаков с двумя квадратными щитами на светлом фоне местности окрашивают полосами белого и красного цветов, а щиты — в красный цвет; на темном фоне столбы и подкосы — полосами белого и черного цветов, а щиты — в белый цвет.

Знаки с трапециевидными наклонными щитами окрашивают на светлом фоне местности в красный цвет, на темном фоне — в белый цвет.

Вертикальные и наклонные щиты перевальных знаков в светлое время суток указывают направление судового хода. Плоскость щитов перпендикулярна направлению судового хода. В темное время суток грани фонарей перевальных знаков, обращенные по направлению судового хода, на обоих берегах освещаются белыми огнями, а грани фонаря, направленные перпендикулярно берегу, так называемые траверзные огни, имеют зеленый цвет на левом берегу и красный на правом.

В местах скопления на берегу посторонних огней допускается применение на перевальных знаках проблесковых огней.

Створные знаки (рис. 86) служат для обозначения оси судового хода на участках, расположенных вдали от берегов или в местах перехода от одного берега к другому при ограниченной ширине судового хода. Устанавливают их так, чтобы они находились на одной линии при движении судна по оси судового хода. Ночью эта линия определяется огнями, устанавливаемыми на створных знаках.

В речных условиях в зависимости от дальности видимости применяют створные знаки четырех типов (см. рис. 86). Знаки первого типа состоят из столба с тремя подкосами и одним квадратным щитом в верхней части столба; второго — имеют такой же столб с подкосами с квадратным щитом наверху и трапециевидным наклонным щитом; третьего — представляют собой трехгранную пирамиду с одним трапециевидным щитом и четвертого — четырехгранную усеченную пирамиду с одним трапециевидным щитом.

На водохранилищах и озерах применяют створные знаки двух типов: из металлических или железобетонных ферм, на которых укрепляются прямоугольные деревянные щиты (рис. 87, 88). Высота створных знаков на водохранилищах больше, чем на свободных реках (на Волге — 7,5 *м*, а на водохранилищах — до 44 *м*). Створы бывают линейные и щелевые.

Линейные створы состоят из двух столбов (пирамид), а на водохранилищах из двух ферм-мачт. Те и другие располагают по одной линии, являющейся осью судового хода.

Столбы (пирамиды) или фермы-мачты должны быть установлены на таком расстоянии друг от друга, при котором обес-

печивается достаточная чувствительность створ. Чувствительностью створ называют величину допустимого отклонения судна от оси створа, при котором судоводитель начинает видеть оба знака или оба огня створа уже не на одной линии, а в растворе. Чем больше расстояние между знаками створа, тем больше его чувствительность.

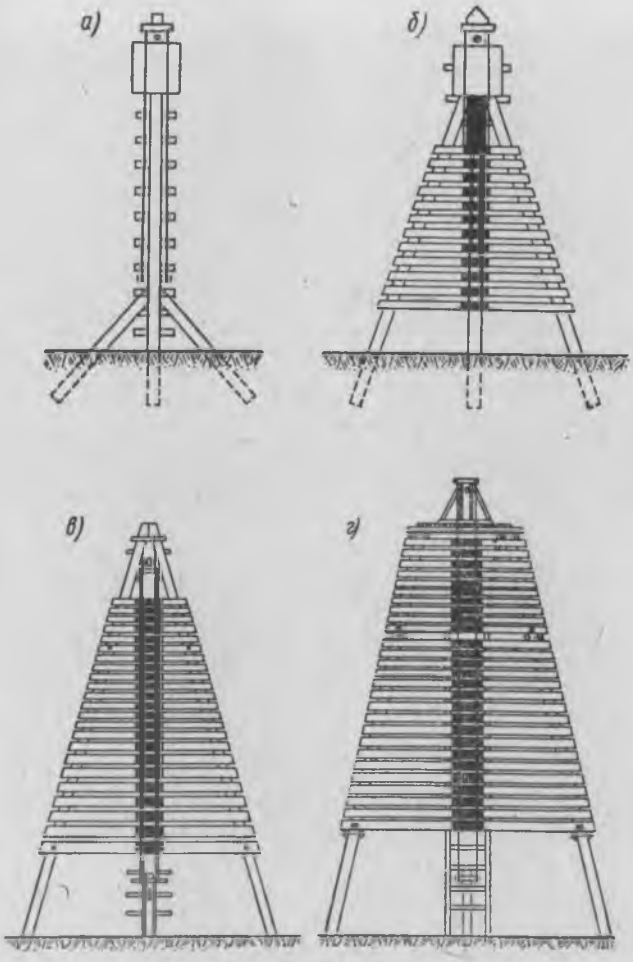


Рис. 86. Створные деревянные знаки:

а — столб с квадратным щитом; *б* — столб с квадратным вертикальным и трапециевидным наклонным щитами; *в* — трехгранная пирамида с трапециевидным щитом; *г* — четырехгранная усеченная пирамида с трапециевидным щитом

Столбы (пирамиды) или фермы-мачты устанавливают так, чтобы вершина заднего знака (или огонь) была выше передней.

Щелевой створ определяет не только направление, но и ширину судового хода. Таким образом, он относится как к знакам, определяющим направление судового хода, так и к знакам, ограждающим его. Он состоит из трех столбов (пирамид) или ферм — двух передних и одного (одной) заднего

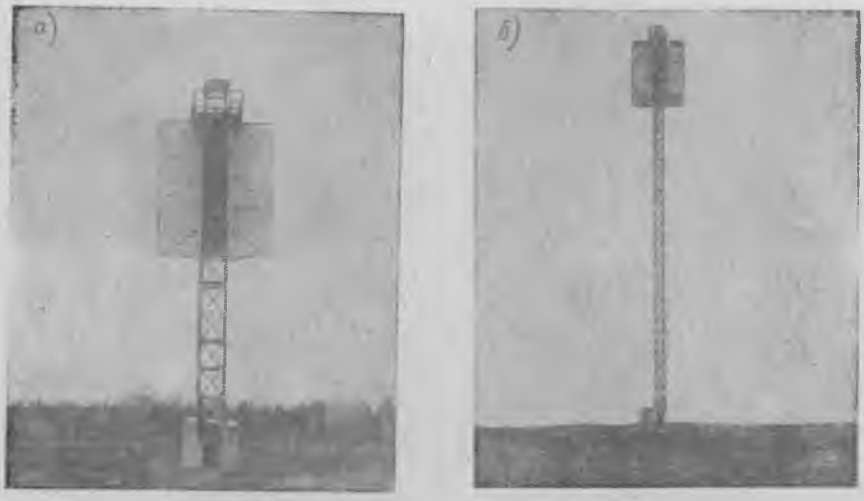


Рис. 87. Линейный створ на водохранилище:
а — передний знак; *б* — задний знак

(задней) (см. рис. 88), которые расположены в трех точках, являющихся вершинами равнобедренного треугольника, обращенного основанием к судовому ходу (рис. 89). Два передних столба (пирамиды) или фермы *B* и *C* (ограничительные) расположены на прямой, перпендикулярной направлению оси судового хода, и отстоят от нее на одинаковом расстоянии. Третий столб — задний *A* (ведущий) расположен на оси судового хода.

Расстояние до знака *A* от знаков *B* и *C* и расстояние между знаками *B* и *C* определяются расчетом, в зависимости от длины створной линии и ширины судового хода. Кривые *AB* и *AC* указывают границы допускаемого отклонения от оси судового хода.

Ось судового хода определяется совмещением заднего ведущего знака (огня) с серединой расстояния между передними ограничительными знаками (огнями).

При смещении судна с оси судового хода на некоторое расстояние, но в пределах кромок судоходной трассы, симметричность расположения знаков нарушается.

В случае выхода судна за кромку судоходной трассы задний знак будет в стороне от передних (см. рис. 90).

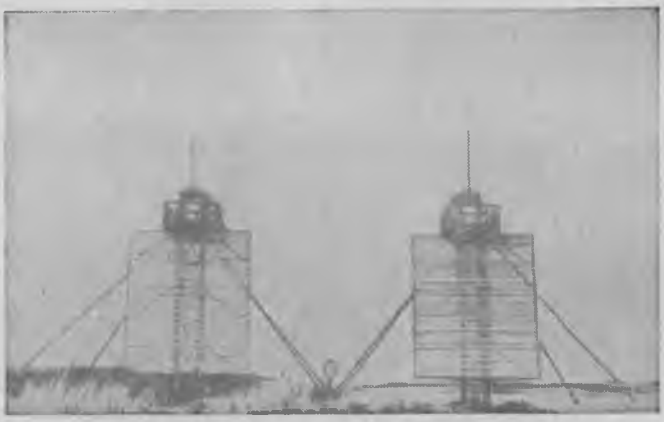


Рис. 88. Щелевой створ на водохранилище

При пользовании щелевыми створными знаками линии, ограничивающие судоходную трассу, практически принимаются за прямые, хотя фактически они являются дугами (визирные дуги).

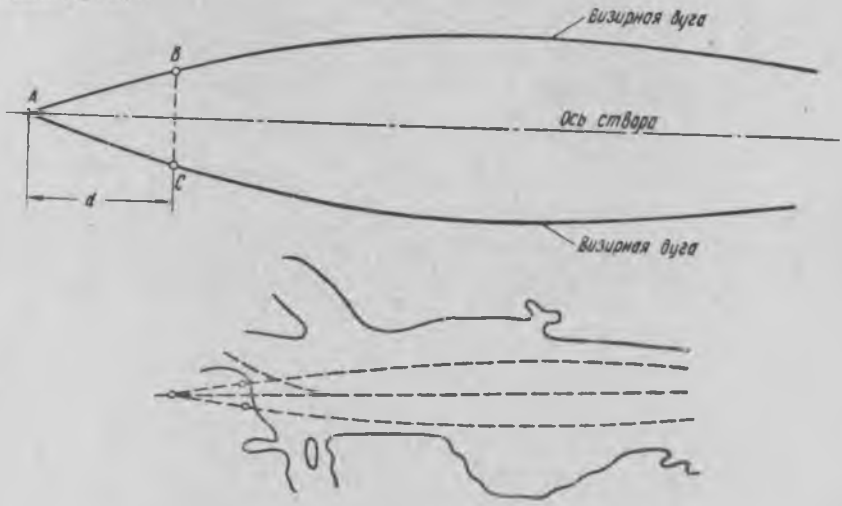


Рис. 89. Схема расположения щелевых створ на водохранилище

При выходе судна за пределы судоходной трассы судоводитель может принять передний знак за задний осевой, особенно

в условиях недостаточной видимости в дневное время. Ошибка может быть обнаружена по размеру щита. Задний щит кажется меньше передних.

В ночное время уклонение за пределы судоходной трассы обнаруживается по положению проблескового огня, который ставится на заднем знаке и, если судно находится в пределах судового хода, всегда виден между передними постоянными огнями.

На водохранилищах щелевые и линейные створы имеют передние постоянные огни, а задние — проблесковые.

В зависимости от высоты, знаки раскрепляются одним или двумя ярусами оттяжек из стальных тросов. Сами знаки и щи-

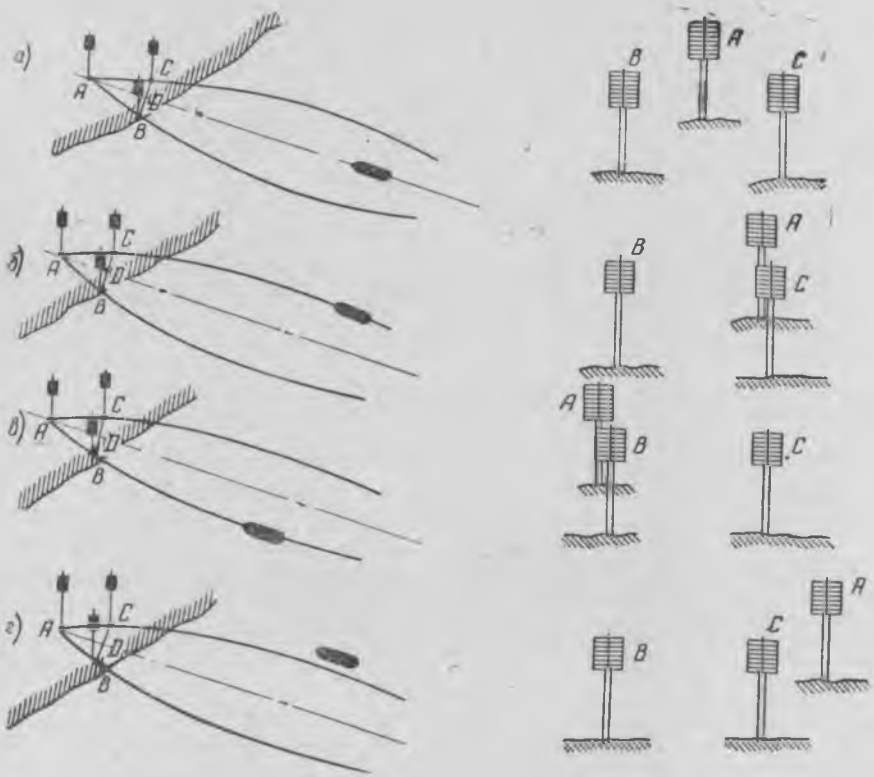


Рис. 90. Положение судна относительно створных линий и знаков на берегу.
а — судно на оси судового хода; *б* — судно у правой кромки судового хода; *в* — судно у левой кромки судового хода; *г* — судно вышло за кромку судового хода

ты на них окрашивают в зависимости от фона местности в белый или красный цвета. Для лучшей видимости на деревянных трапециевидных щитах наносится вертикальная полоса белого или черного цветов.

Створные знаки правого и левого берегов могут иметь белые, красные или зеленые огни.

Щелевой створ на канале имени Москвы состоит из трех деревянных башен, окрашенных в белый цвет (рис. 91). В темное время суток знаки имеют постоянные огни: передние — красные, а задние — зеленые. В туман и при плохой видимости в дополнение к этим сигналам включаются 10-метровые неоновые газосветные трубки: на передних — красные, а на заднем — зеленая.

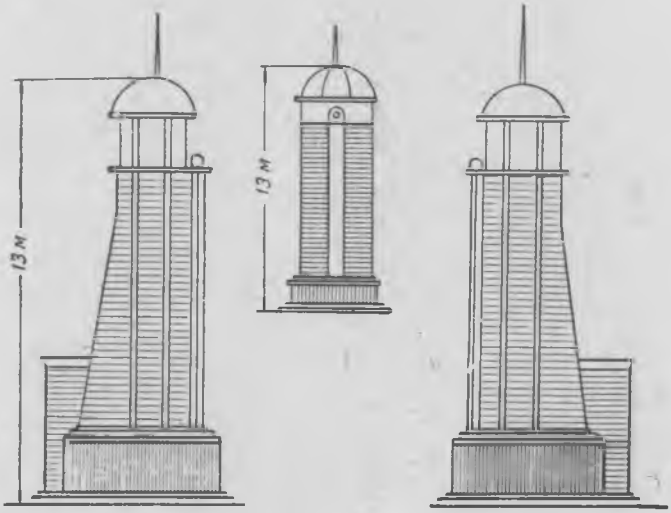


Рис. 91. Щелевой створ на канале имени Москвы

На канале имени Москвы на прямолинейных длинных участках установлены перспективно-прицельные створы, состоящие из парных знаков (ночью—огней), установленных на берме откосов канала один против другого на одинаковой высоте и на равном расстоянии от оси канала и перспективной мачты, установленной на продолжении оси канала. Знак состоит из металлической штанги высотой 0,4—0,9 *м* с фонарем на вершине, направляющим свет вдоль канала.

Прицельная мачта имеет высоту 12 *м*, в верхней части ее установлен электрический фонарь, дающий оранжевый цвет, а вдоль грани мачты, обращенной к оси канала, установлена 10-метровая красная неоновая газосветная трубка. Фонарь и неоновая трубка имеют постоянный огонь.

Если судно идет по оси створа, то с него видно постоянную перспективу желтых огней, уходящих вдаль.

При отклонении судна с оси створа эта симметричная перспектива нарушается.

Комбинация перспективного створа с прицельным дает возможность более точно управлять судном.

Створно-перевальные знаки представляют собой сочетание створного и перевального знаков, из которых передний знак перевальный, а задний створный. Они служат для определения судового хода в одном направлении. Передний знак указывает на перевал судового хода к другому берегу. Он имеет второй щит, расположенный перпендикулярно судовому ходу на перевале.

Такие знаки ставятся в том случае, когда положение судового хода в другом направлении не требует установки створ.

Ходовые знаки показывают, что судовой ход проходит вдоль берега, на котором этот знак установлен (рис. 92).

Знак состоит из столба и прикрепленного к его верхней части ромбовидного сплошного щита. Внизу столб имеет три подкоса.

Столб и подкосы правого берега окрашивают полосами белого и красного цвета, а щит — в красный цвет.

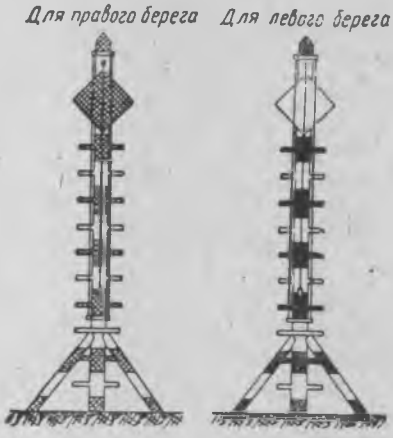


Рис. 92. Ходовой знак

На левом берегу столб и подкосы окрашивают полосами белого и черного цвета, а щит — в белый цвет. В темное время суток ходовые знаки освещаются: на правом берегу — красными огнями круговой видимости, а на левом берегу — белыми огнями (в местах скопления огней — зелеными).

При электрифицированной обстановке на ходовых знаках устанавливают проблесковые огни.

Высота знака зависит от рельефа местности.

Знаки судовых пролетов мостов служат для обозначения судоходных и плотового пролетов моста (рис. 93).

Знаки состоят из деревянных щитов трех видов: ромбовидного, квадратного и круглого. Эти знаки устанавливают в середине фермы ходового пролета, на уровне нижней ее кромки, со стороны подхода судна.

Ромбовидные и квадратные щиты окрашивают в красный цвет, а круглые — в белый (см. рис. 93).

Иногда в зависимости от окраски ферм моста квадратные и ромбовидные щиты окрашивают в белый цвет, а круглые — в красный.

Ромбовидный красный щит устанавливают на ферме пролета, предназначенного для прохода судов сверху, квадратный красный щит — на ферме пролета, предназначенного для прохода судов снизу. Ночью эти пролеты обозначают двумя красными створными огнями, которые должны быть видимыми только с ходовой стороны пролета.

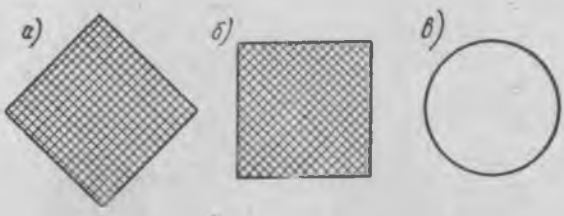


Рис. 93. Знаки судовых пролетов мостов:
а — ромбовидный щит красного цвета; *б* — квадратный щит красного цвета; *в* — круглый щит белого цвета

Пролеты мостов, предусмотренные для прохода плотосоставов, обозначают в дневное время белыми круглыми щитами, ночью — двумя зелеными створными огнями.

На опорах ходовых пролетов мостов устанавливают зеленые огни, видимые только со стороны входа судов или плотов под мост: при высоте низа фермы над уровнем воды до 10 *м* — два огня, при высоте от 10 до 15 *м* — три, при высоте более 15 *м* — четыре. Огни располагают вертикально один под другим.

На опорах ходовых пролетов моста с внутренней стороны помещают огни белого цвета, по одному с каждой стороны. Эти огни освещают только стенку опоры.

На наведенном наплавном мосту по всей его длине через каждые 50 *м* устанавливают белые огни на высоте не менее 2 *м*. Всего должно быть не менее трех огней.

Разведенные для прохода судов наплавные мосты имеют: на правой по течению стороне пролета на нижнем и верхнем по течению углах пролета два красных огня, а на левой — два белых огня в тех же местах.

Оградительные береговые знаки: щелевые створные знаки весенние знаки, путевые знаки на канале.

О щелевом створе сказано выше.

Весенние знаки служат для ограждения затопленных в период половодья опасностей в виде островов, яров, мысов, плавание вблизи которых во избежание посадки судов на мель не разрешается. Знаки разделяются на знаки правого и левого берегов (рис. 94).

Знак правого берега состоит из столба с тремя подкосами и укрепленных наверху столба двух взаимно перпендикулярных решетчатых щитов круглой формы, обеспечивающих круговую видимость знака. Знак окрашивается в красный цвет.

Знак левого берега представляет собой решетчатую пирамиду, состоящую из двух взаимно перпендикулярных решетчатых трапеций, укрепленных наверху столба. Знак окрашивается в белый цвет.

По правилам плавания в темное время суток на знаках зажигаются проблесковые огни: на правом берегу — красный, а на левом берегу — белый.

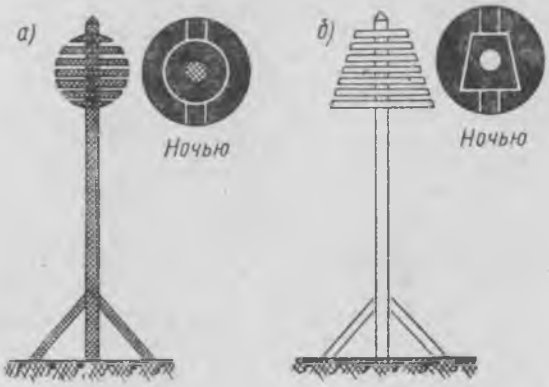


Рис. 94. Весенние знаки обстановки:
а — красный знак правого берега; *б* — белый знак левого берега

Весенние знаки особенно необходимы на реках с сильно развитыми меандрами (рр. Ветлуга, Сура, Унжа и др.).

Путевые знаки (рис. 95) служат для обозначения в темное время суток берегов канала и кромки судового хода. Ставят их попарно один против другого на бровках или бермах обоих берегов канала.

Знак состоит из металлического корпуса (белого цвета) высотой 1,0 *м*, установленного на бетонном фундаменте высотой 0,6 *м*. Внутри знака находятся две электрические лампочки. Верхняя лампа знака дает лучи вдоль берега. Цвет огня красный на правом берегу и зеленый на левом берегу. Нижняя лампа освещает откос и поверхность воды до кромки судового хода.

Знаки, регулирующие движение судов: семафоры, светофоры и стоповые огни.

Семафорные мачты (рис. 96) служат для регулирования движения судов на участках пути с односторонним дви-

жением. Мачты окрашивают в белый цвет на темном фоне местности и в красный — на светлом фоне местности.

Знаки помещают на рее, укрепленной в верхней части мачты.

Рис. 95. Путевой знак на канале:
а — на левом берегу; *б* — на правом берегу

Семафорными знаками являются цилиндр, окрашиваемый в зависимости от фона местности в черный или белый цвет, и красный конус, а ночью зеленый и красный огни. Причем цилиндр и зеленый огонь являются знаками, разрешающими проход судов, а конус в красный огонь — запрещающими. При закрытии хода по засемафоренному участку и снизу, и сверху на мачте вывешивают в дневное время два красных конуса основаниями вниз, а ночью — два красных огня, расположенных вертикально.

При разрешении прохода судам, идущим сверху и запрещении прохода судам, идущим снизу, днем вывешивают черный цилиндр, а под ним красный конус раструбом вниз, ночью — зеленый огонь, а под ним красный.

При разрешении прохода судам, идущим снизу, и запрещения прохода судам, идущим сверху, вывешивают днем красный конус раструбом вниз, а под ним черный цилиндр, ночью — красный огонь, а под ним зеленый огонь.

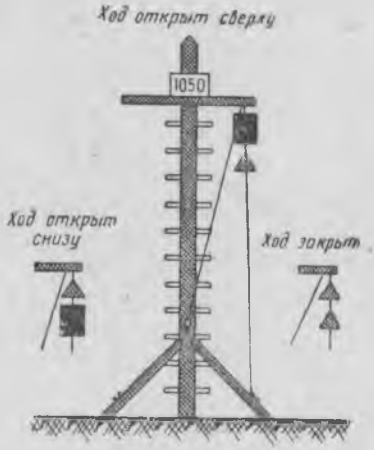


Рис. 96. Семафорная мачта

Светофоры служат для регулирования движения судов на каналах, при проходе судов через шлюзы, заградительные ворота и паромные переправы.

Светофоры имеют огни двух цветов: зеленый разрешающий и красный запрещающий, горящие днем и ночью. На подходе к шлюзу устанавливают светофоры дальнего действия, види-

мые с расстояния до 2 *км*. Их помещают на канале справа по ходу судна на расстоянии 400—600 *м* от головы шлюза. На башнях голов шлюзов также справа по ходу судна к шлюзу устанавливают входные и выходные светофоры ближнего действия.

На шлюзах, не имеющих подходного канала и причальных линий, дальние светофоры не устанавливают.

На шлюзах канала имени Москвы выходные и дальние светофоры имеют огни трех цветов: красный запретительный, зеленый разрешающий и оранжевый предупредительный.

На заградительных и аварийных воротах у концов пал ставят односторонние двухцветные светофоры, обращенные в обе стороны судового хода.

У паромных переправ на обоих берегах канала на расстоянии 100 *м* от переправы устанавливают два двухцветных двухсторонних светофора. Огни светофоров канала имени Москвы сблокированы с механизмами так, что при закрытых воротах шлюза, закрытых заградительных воротах или при движущемся пароме автоматически гаснут разрешающие огни и загораются запрещающие.

Стоповые огни служат для обозначения границы стоянки судов на подходных каналах и в камере шлюза. Освещаются они красным огнем.

В камерах шлюзов границы стоянки судов обозначены красными вертикальными газосветными трубками, помещаемыми на стенке камеры.

Предупредительные и оповестительные знаки: сигнальные мачты на перекатах, знаки у подводных и воздушных переходов, рейдовые знаки, знак «Сигнал» и опознавательные знаки.

Сигнальные мачты служат для информации судоводителей о габаритах пути (глубине, ширине) на отдельных перекатах, на группе перекатов — перекатные мачты (рис. 97) и на отдельных участках рек — плесовые мачты.

Мачта состоит из столба с тремя подкосами и поперечной реи, укрепленной в верхней части столба. На концах реи вывешивают знаки, указывающие глубину и ширину судового хода.

Выше реки перекатной сигнальной мачты прикреплен щит, на котором указано километровое расстояние переката от принятого пункта отсчета.

Плесовые мачты устанавливают на границах участков, протяжение которых определяется расстоянием, которое проходят в среднем за сутки грузокараваны. На щитах мачты, расположенных выше и ниже реи, указывают наименьшие габариты пути на нижнем и верхнем участках.

На перекатных сигнальных мачтах столб и рею окрашивают поперечными полосами белого и красного цветов, а на плесовых — полосами белого и черного цветов. Километровые расстояния наносят черной краской на белых щитах.

На отдельных перекатах в темное время суток применяют освещаемые вывески глубин.

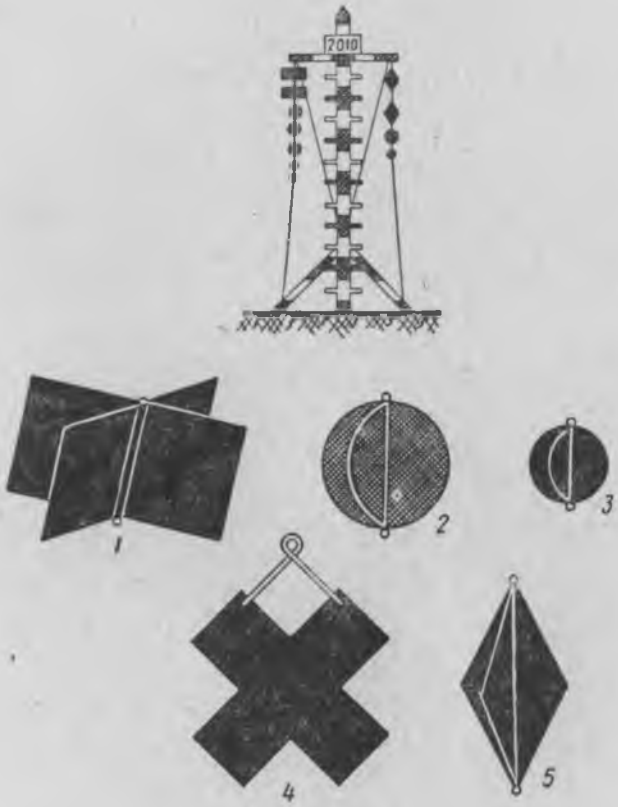


Рис. 97. Сигнальная мачта.

1 — прямоугольник (глубина 1 *м*); *2* — круглый знак (глубина 20 *см*, ширина 20 *м*); *3* — шар (ширина 5 *м*, глубина 5 *см*); *4* — крестообразный знак (глубина превышает установленную, максимальную для данного участка); *5* — ромб (ширина 50 *м*)

Знаки у подводных сооружений — телеграфных, телефонных, электрических, осветительных и других кабелей, у тоннелей и трубопроводов (рис. 98) предназначены для обозначения границы охранной зоны, в пределах которой не разрешается бросать якоря, проходить с опущенными лотами, цепями и т. д.

Обозначают подводные сооружения створными деревянными столбами с тремя подкосами и диском в верхней части столба. Столб и подкосы окрашивают желтыми и черными полосами, а диск — в красный цвет с горизонтальной белой полосой посередине. Эти знаки устанавливают на 100 *м* выше и ниже перехода подводного сооружения. В темное время суток знаки освещают створными желтыми огнями по одному на каждом столбе.

Знаки у надводных переходов (см. рис. 98) — линий высокого напряжения, телеграфных и телефонных переходов отличаются от знаков у подводных сооружений только окраской. Столб и подкосы окрашивают черными и белыми полосами, а диск — в белый цвет с двумя вертикальными красными полосами. Знаки ставят на обоих берегах на 100 *м* выше и ниже места расположения перехода.

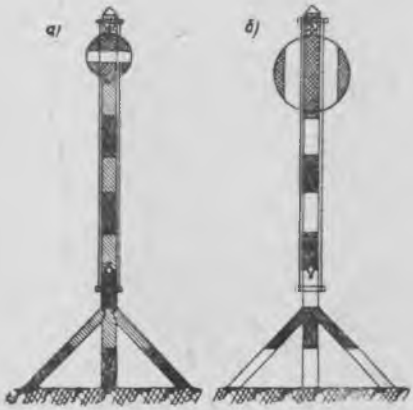


Рис. 98. Сигнальные столбы:
а — у подводных и *б* — у надводных сооружений

В темное время суток знаки освещают двумя желтыми горизонтально расположенными огнями на краях диска.

Рейдовые створные знаки служат для обозначения границ рейдов (рис. 99). Знак представляет собой створные столбы с тремя подкосами. В верхней части столба у переднего знака находится равнобедренный треугольник вершиной вверх, а у заднего знака — такой же треугольник вершиной вниз. Столбы окрашены черными и белыми полосами, а щиты — треугольники в белый цвет.

На треугольном щите переднего знака наносят черной краской цифры, показывающие количество судов (пыжей), разрешенных к постановке по ширине акватории рейда.

В темное время суток рейдовые створные знаки освещают огнями зеленого цвета. На некоторых знаках на стороне, обращенной к судовому ходу, устанавливают вертикальные газосветные трубки.

Знак «Сигнал» служит для предупреждения о подходе к участкам пути, где затруднительны расхождение и обгон, на подходах к отдельным участкам с односторонним движением, а также на подходах к шлюзу (рис. 100).

Этот знак представляет собой столб, в верхней части которого укреплен диск. Столб знака окрашивают по спирали полосами белого и черного цветов, а диск — в белый цвет и на

Рис. 101. Опознавательный знак

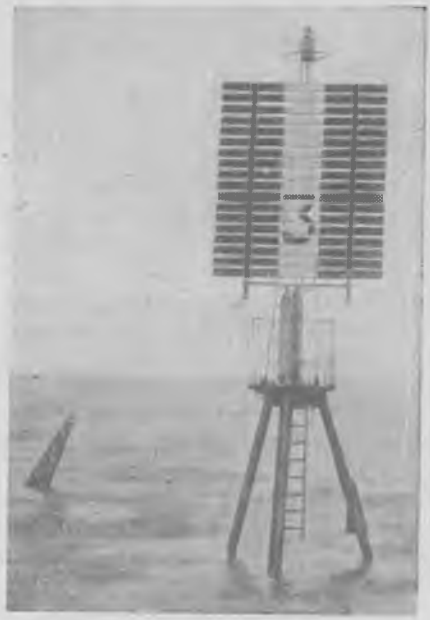


Рис. 102. Складывающийся маяк

нем черной краской крупными буквами делают надпись «Сигнал».

Ночью знак «Сигнал» освещается зеленым огнем.

Опознавательные знаки устанавливают на волноломах при входе в аванпорт водохранилищ, крупные порты, убежища и при входе с озера или водохранилища в канал.

Знаки строят в виде различных по форме сооружений или башен (рис. 101). В темное время суток опознавательный знак имеет проблесковый огонь, расположенный в верхней части знака: красный для правого берега и зеленый для левого.

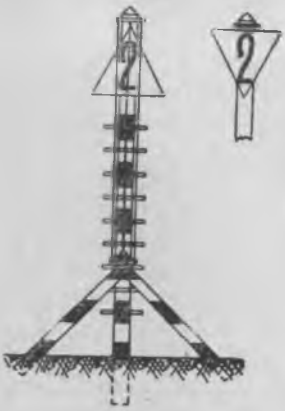


Рис. 99. Рейдовый знак

Маяки устанавливают на водохранилищах и озерах на выступах берегов, островах или искусственных подводных основаниях. Они указывают места, опасные для судоходства, мелкие места и подводные препятствия; одновременно маяки служат для ориентировки судоводителей.

Маяки имеют отличительную форму, окраску и световую сигнализацию с определенной характеристикой.

Рис. 100. Знак «Сигнал»

На озерах, морских побережьях, в устьях больших рек вместо маяков иногда устанавливают сравнительно невысокие знаки, называемые береговыми огнями. Они представляют собой металлические, а чаще всего деревянные башни с светосигнальными фонарями, менее мощными, чем на маяках.

На некоторых водохранилищах (р. Днепр) применяются складывающиеся маяки (рис. 102), служащие ориентирами для определения направления судового хода.

Осенью при появлении на водохранилище льда верхнюю часть знака демонтируют, а его основание (треногу вместе с платформой) укладывают на дно. На месте установки маяка должны ставиться знаки (на Каховском водохранилище применяются буи-сигары), которые указывают, где этот знак находится.

Плавучие знаки

Плавучие знаки предназначены для ограждения границ судового хода, подводных препятствий и указаний свальных течений, к ним относятся: бакены, буи, вехи (рис. 103).

Бакены (см. рис. 103, *а, б*) устанавливают на плотике. Размеры корпуса бакенов принимаются по стандарту, исходя из дальности видимости. На границе судового хода у левого берега помещают бакен, представляющий собой пирамиду. Окрашивают его в белый цвет с черной полосой по краям граней. Ночью освещают белым огнем или, при большом скоплении посторонних огней, зеленым.

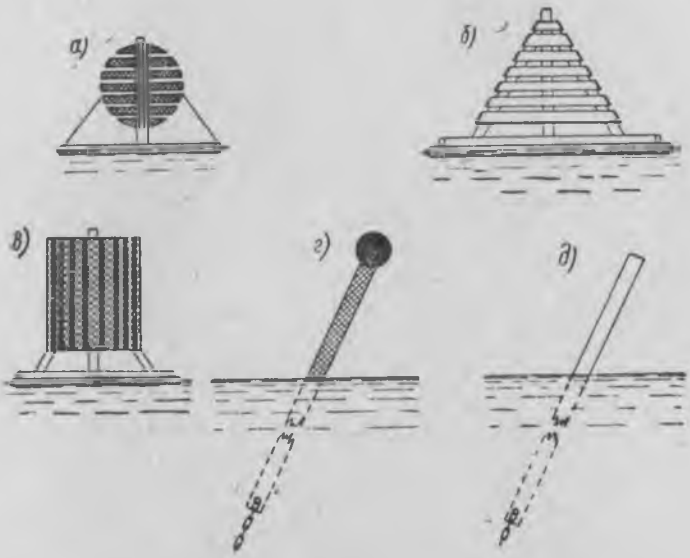


Рис. 103. Плавучие знаки обстановки рек:
а — бакен правого берега шарообразной формы; *б* — бакен левого берега; *в* — свальный бакен; *г* — речная веха правого берега; *д* — речная веха левого берега

С навигации 1962 г. на границе судового хода у правого берега устанавливают бакены шарообразной формы, (рис. 103,*а*) окрашиваемые красным цветом, а ночью освещаемые красным огнем.

Свальный бакен (см. рис. 103,*в*) показывает направление свального течения и представляет собой решетчатый цилиндр, установленный на бакенном плотике, окрашенный в красный цвет у правого берега и в белый цвет у левого берега. Его устанавливают за той кромкой судового хода, в сторону которой направлено свальное течение.

В ночное время свальный бакен освещается красным или белым проблесковым огнем, в зависимости от того, на какой кромке судового хода он установлен.

Пестрый бакен или буй устанавливают в местах разветвления судового хода.

Пестрый знак на реках представляет собой бакен, окрашенный в красный и белый цвета, или два бакена (спаренных) красного и белого цвета расположенных рядом или на одном плотике. В ночное время пестрый бакен освещается красным и белыми огнями.

На водохранилищах устанавливают пестрый буй (рис. 104), поплавок которого окрашен красными и белыми вертикальными полосами (по четыре каждого цвета). Верхняя и нижняя части надстройки (пирамиды) красные, средняя черная. Ночью на буе зажигается белый (на Волжских водохранилищах зеленый) проблесковый огонь.

Рис. 104. Пестрый буй

Буи в последнее время стали применять и на реках. Эксплуатация их показала, что наиболее приемлемыми типами буев являются озерный буй (ОБ) с высотой огня над уровнем воды 326 *см* и озерно-речной буй (ОРБ) с высотой огня над уровнем воды 194 *см*.

Озерный буй представляет собой металлический поплавок с пирамидальной или конусной надстройкой (рис. 105).

Через поплавок пропущена стальная труба, являющаяся пеналом для газобаллона. К нижней части ее прикрепляется противовес для остойчивости буя. На верхней части надстройки помещается площадка для ацетиленового (электрического проблескового сигнального фонаря.

Буй устанавливают на сегментном якоре весом 300 *кг* с цепью диаметром 17—19 *мм*, длиной, равной 2,5—3,0 глубинам на данном месте.

Такой буй устойчив при сильных ветрах и при навале плывущих бревен, хвороста и других предметов. Он хорошо виден с расстояния до 5—6 *км*. Его удобно обслуживать, так как он свободно поднимает двух человек.

Озерно-речной буй имеет вид двух усеченных конусов, соединенных основаниями. Хвостовая часть буя, представляющая собой трубу, служит пеналом для газобаллона. В верхней части труба оканчивается площадкой для ацетиленового (электрического) проблескового сигнального фонаря. Устанавливается буй на четырех чугунных сегментных якорях весом по 50 *кг* или на одном якоре весом 200 *кг*, диаметр якорной цепи 13 *мм*.

Поплавок и надстройку буев, устанавливаемых на водохранилищах по правой стороне судового хода, окрашивают в красный цвет. На надстройке белым цветом наносят порядковый номер буя. Ночью на нем зажигается красный проблесковый сигнальный огонь.

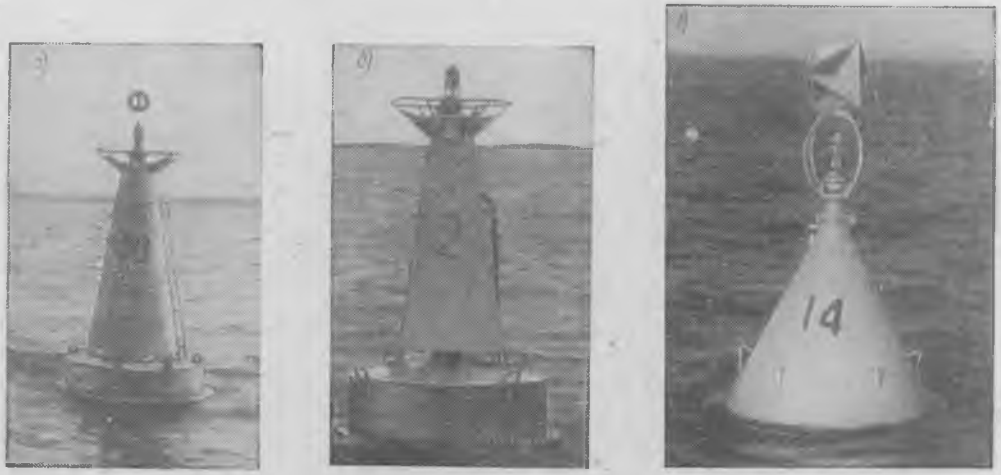


Рис. 105. Озерные буи:
а — конический; *б* — пирамидальный; *в* — с пассивным отражателем

Поплавок и надстройку буя, устанавливаемого на левой стороне судового хода, окрашивают в черный цвет. На надстройке белым цветом наносят порядковый номер буя. Ночью на буе зажигается белый проблесковый огонь.

В местах поворота судового хода устанавливают поворотные буи. Поплавок буя правой стороны судового хода (рис. 106) красный с белой горизонтальной полосой посередине. Верхняя и нижняя части надстройки красные, средняя белая. Порядковый номер нанесен на средней части надстройки красным цветом. Сигнальный огонь красный проблесковый.

Поплавок буя левой стороны судового хода черный с белой горизонтальной полосой посередине. Наименование сторон судового хода (правой и левой), как отмечалось выше, принимается по направлению от зоны выклинивания подпора к плотине. Верхняя и нижняя части надстройки черные, средняя белая с черным порядковым номером. Сигнальный огонь — белый проблесковый.

Поплавок буя, установленного по оси судового хода, окрашивают белыми и черными горизонтальными полосами, надстройка (пирамида) — белая с черным порядковым номером посередине (рис. 107). Сигнальный огонь белый проблесковый.

Поплавок поворотного буя при расстановке плавучих знаков судоходной обстановки по оси судового хода окрашивают белыми и красными горизонтальными полосами, надстройка (пирамида) такого буя — белая с красным порядковым номером посередине.

Сигнальный огонь красный проблесковый (на Волжских водохранилищах — зеленый проблесковый).

На некоторых водохранилищах (р. Днепр) применяют плавучие сигары, которые устанавливают в местах постановки буев и складывающихся маяков. Они остаются на месте и на зимний период, а весной с открытия навигации по ним устанавливают буи и восстанавливают складывающиеся маяки (см. рис. 102).

На Рыбинском водохранилище вместо буев применяют шестиметровые плавучие деревянные пирамиды, представляющие собой треногу, изготовленную из бревен и установленную на плотике. В вершине пирамиды находится площадка для сигнального огня. Верхнюю часть пирамиды обшивают досками и окрашивают в черный, красный или в тот и другой цвета, в зависимости от назначения знака.

Для пропуска плотов ставят плотовые бакены или буи зеленого цвета. Ночью их освещают синими огнями. Устанавливают плотовые бакены и буи на меньшей глубине, чем на судовом ходу.

Рейдовые бакены или буи окрашивают в красный или белый цвет с черной горизонтальной полосой, а в ночное время освещают огнями красного и зеленого цвета.

Таблица 10

Отличительные признаки плавучих знаков при кардинальной системе ограждения навигационных опасностей

Наименование буя, бакена, вехи	Место установки	Буй			Бакен		Веха (окраска)
		окраска	сигнальный огонь	число проблесков в минуту, продолжительность проблеска и темноты	окраска	форма топовой фигуры	
Северный (нордовый)	К югу от опасности, указывает: «Оставь меня к северу»	Красный	Красный проблесковый	12 проблесков: проблеск 0,5 *сек*, темнота 4,5 *сек*	Красный	Один голик раструбом вверх	Шест и голик красные
Южный (зюйдовый)	К северу от опасности, указывает: «Оставь меня к югу»	Белый	Белый проблесковый	12 проблесков: проблеск 0,5 *сек*, темнота 4,5 *сек*	Белый	Один голик раструбом вниз	Шест белый, голик черный
Восточный (остовый)	К западу от опасности, указывает: «Оставь меня к востоку»	На поплавке 4 черные и 4 белые вертикальные полосы. Надстройка сверху черная, снизу белая	Белый проблесковый	24 проблеска: проблеск 0,3 *сек*, темнота 2,2 *сек*, или проблеск 0,3 *сек*, темнота 0,6 *сек*, проблеск 0,3 *сек*, темнота 3,8 *сек*	4 черные и 4 белые вертикальные полосы	Два голика раструбами вместе	Шест: верхняя часть черная, нижняя белая, голик черный

Продолжение таблицы 10

Наименование буя, бакена, вехи	Место установки	Буй			Бакен		Веха (окраска)
		окраска	сигнальный огонь	число проблесков в минуту, продолжительность проблеска и темноты	окраска	форма топовой фигуры	
Западный (вестовый)	К востоку от опасности, указывает: «Оставь меня к западу»	На поплавке 4 белые и 4 красные вертикальные полосы. Надстройка сверху белая, снизу красная	Красный проблесковый	24 проблеска: проблеск 0,3 *сек.* темнота 2,2 *сек.* или проблеск 0,3 *сек*, темнота 0,6 *сек*, проблеск 0,3 *сек*, темнота 3,8 *сек*	4 белые и 4 красные вертикальные полосы	Два голика раструбами врозь	Верхняя половина шеста белая, нижняя красная, голик красный
Крестовый	На опасности небольших размеров, указывает: «Стою на опасности, меня можно обходить со всех сторон»	Поплавок красный. На надстройке красные и белые горизонтальные полосы и белый крест	Зеленый проблесковый	20 проблесков: проблеск 1 *сек*, темнота 2 *сек*	Красный с белой горизонтальной полосой посередине и четырьмя белыми вертикальными полосами от вершины к основанию, образующими 4 белые креста	На конце шеста перекладина, под ней шар	Шест красными и белыми полосами, шар красный перекладина белая

Плавучие вехи (см. рис. 103,*г*, *д*) применяют вместо бакенов на участках рек, где обстановка преимущественно не освещается, и, кроме того, в качестве контрольных знаков у мест постановки бакенов.

Рис. 106. Поворотный буй

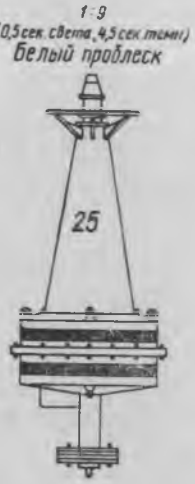


Рис. 107. Буй по оси судового хода

При кардинальной системе ограждения навигационных опасностей на морях и больших озерах в качестве плавучих знаков применяют также буи, бакены и вехи, но они несколько отличаются по конструкции и окраске от речных. Отличительные признаки их приведены в табл. 10.

§ 39. РАССТАНОВКА ЗНАКОВ СУДОХОДНОЙ ОБСТАНОВКИ

Знаки судоходной обстановки расставляют в соответствии с «Правилами плавания по внутренним водным путям РСФСР» и согласно проектной схеме, составленной техническим участком пути или гидрорайоном.

Эту схему ежегодно корректируют работники бассейновых управлений пути и каналов с участием представителей пароходств и судоходной инспекции.

Основные требования к составу и к расстановке знаков обстановки на отдельных участках водных путей предусмотрены «Положением о судоходной обстановке на внутренних водных путях РСФСР» и «Технической инструкцией по содержанию судоходной обстановки».

В соответствии с этой инструкцией судоходная обстановка должна обеспечивать непрерывную цепь сигналов для указания направления судового хода на всем его протяжении, за исключением тех участков водного пути, где отсутствуют за-

труднительные перекаты, а ширина значительно превышает гарантированную.

Здесь разрешается ограничиваться знаками, ограждающими отдельные препятствия.

Направление судового хода указывается, главным образом, береговыми знаками судоходной обстановки, являющимися основными, благодаря надежности их действия и простоте обслуживания.

Плавучая обстановка на реках дополняет береговую. Она служит для указания кромок судового хода, а в некоторых случаях и направления судового хода.

Расстановка знаков на водохранилищах и озерах

Знаки судоходной обстановки на водохранилищах и мелководных озерах расставляют так же, как и на реках по латеральной системе. Направление основных и дополнительных судовых ходов на всем протяжении обставляется последовательной цепью створных знаков. На участках, где ширина судоходной полосы ограничена и судоводителю, кроме направления судового хода, надо знать и его границы, ставят щелевые створы, в остальных случаях — линейные.

На длинных створных линиях, как правило, устанавливают двухсторонние створные знаки, т. е. задние и передние по ходу судна, так называемые встречные или ответные створы. Судоводитель, в случае недостаточной видимости переднего створа, может ориентироваться по заднему створу.

Дальность видимости щитов створных знаков, хорошо окрашенных и имеющих достаточные размеры, не превышает 10—15 *км*, а при наличии дымки — снижается до 5—7 *км*. Поэтому при длине створных линий (включая и ее неходовую часть) более 5—7 *км*, установка двухсторонних створ обязательна.

Если судовой ход расположен вдоль берега, на расстоянии не более чем 5 *км* один от другого устанавливают ходовые знаки. Делают это при расстоянии между кромкой судового хода и берегом не более 50 *м*. При большем расстоянии направление судового хода указывается створными знаками.

Дополнительно к береговым створным знакам вдоль кромок судового хода для обеспечения хорошей ориентировки судоводителей, особенно в условиях, когда атмосферная видимость недостаточна, устанавливают плавучие знаки: буи и вехи правой и левой стороны, поворотные буи и вехи, устанавливаемые в местах поворота судового хода с одной створной линии на другую (таким образом, чтобы идущее судно огибало их), и буи и вехи на разветвлении судовых ходов.

Судоводитель ночью, пройдя буй с постоянным огнем или с режимом огня, отличающимся от режима огня других буев,

знает, что здесь поворот судового хода. В светлое время суток поворотный буй отличается по окраске.

На длинных створных линиях буи и вехи по кромкам судового хода расставляют по условию видимости со знака на знак (не более 3—5 *км* один от другого).

Дальность видимости неосвещенных плавучих вех 1,5—2,0 *км*.

На криволинейных участках судовых ходов вместо проблесковых огней применяют постоянные.

На отдельных участках водохранилищ, где ширина и глубина судового хода больше необходимых для свободного плавания судов, буи могут быть установлены не для ограждения навигационных опасностей, а в качестве ориентиров.

С навигации 1962 г. на отдельных участках волжских водохранилищ существует так называемая осевая обстановка, т. е. расстановка плавучих знаков (буев) по оси судового хода.

При осевой обстановке суда, идущие вверх и вниз, оставляют буи всегда с левой стороны.

Окраска этих буев и сигнальный огонь на них описаны выше.

Для облегчения ориентировки все установленные для ограждения судовых ходов буи нумеруют в последовательном порядке от плотины вверх. Номер каждого буя, считая от оси соответствующей плотины, указывают на навигационной карте водохранилища.

Буи (красный, белый) на дополнительных судовых ходах обозначают дробью: в числителе — порядковый номер буя, а в знаменателе — номер дополнительного судового хода.

Перечень водных путей, где действует кардинальная система обстановки, составляется соответствующими бассейновыми управлениями пути по согласованию с пароходствами и судоходной инспекцией с последующим утверждением в Главном управлении водных путей и гидротехнических сооружений.

В состав береговых знаков при этой системе входят маяки, береговые сигнальные огни, которые предусматривают в качестве ориентиров для судов при определении курса по существующим навигационным приборам и картам.

Расстановка знаков на реках

На реках направление судового хода указывается перевальными, створно-перевальными и створными знаками.

Перевальные знаки устанавливают на перевалах судового хода от одного берега к другому, на плесовых участках рек при прямолинейном направлении его и длине не более 1,5 *км*, при условии, что ширина судового хода не менее двойной гарантированной, и на прямолинейных перевалах при длине не более

3 *км*, при условии, что ширина его превышает гарантированную ширину в 3 и более раз.

Перевальные знаки устанавливают и на перекатных участках, несмотря на возможное изменение здесь положения судового хода в течение навигации, там, где общее направление перехода судового хода от одного берега к другому сохраняется и где, кроме береговой обстановки, содержится еще плавучая.

Створы устанавливаются в тех случаях, когда необходимо точное определение положения оси судового хода. Они могут быть как одиночными, т. е. установленными на одном конце обставляемого участка по направлению оси судового хода, так и ответными, т. е. установленными на обеих его концах. Установка встречных створ обязательна, если длина судового хода по створной линии более 5 *км*.

Там, где два последовательно расположенных участка судового хода должны быть обставлены створными знаками, на берегу в месте пересечения осей судовых ходов ставят створ тройник (рис. 108).

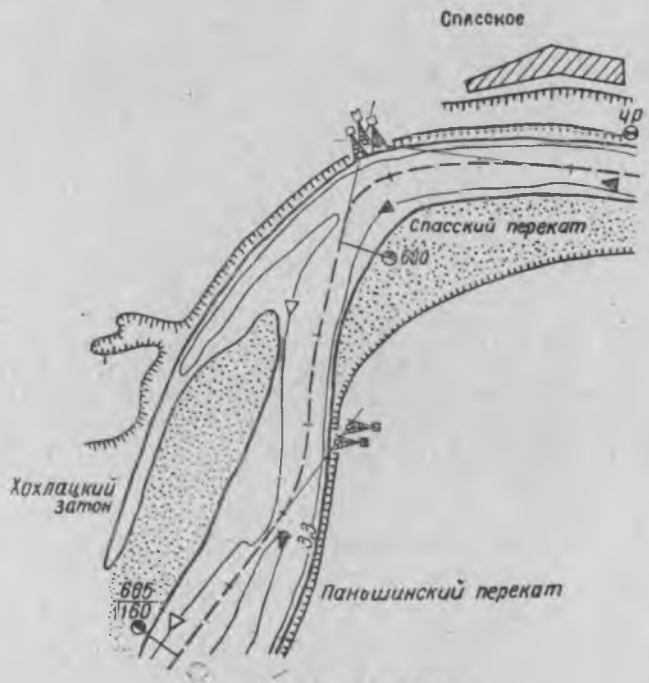


Рис. 108. Створ-тройник

Если створы следует установить на одном участке судового хода, а на следующем за ним достаточно перевального знака, то на берегу, в месте пересечения осей судовых ходов ставят створно-перевальный знак.

На участках, где судовой ход проходит на большом протяжении вдоль одного берега ставят ходовые знаки; расстояния между ними определяются условиями видимости со знака на знак.

В дополнение к береговым знакам обстановки на реках помещают знаки плавучей обстановки, дополняющей береговую. Устанавливают их, главным образом, для указания на отдельных участках пути кромок судового хода, а в некоторых случаях и его направления. На плесовых участках они ограждают препятствия в русле в виде каменистых огрудков, одинцов, затопленных судов, якорей, лотов, в тех случаях, когда глубина на них превышает транзитную не более чем на 30—50 *см* — и они находятся в пределах судоходной полосы, ширина которой принимается на реках I и II групп равной двойной гарантированной ширине судового хода, а на реках III группы — равной полуторной гарантированной ширине. Плавучими знаками ограждаются выправительные и водозаборные сооружения, выступающие в русло реки к судовому ходу, причем затопленные и близко расположенные от судового хода головы выправительных сооружений обставляют двумя плавучими знаками, один из которых (дублирующий) устанавливается на самом препятствии, а другой (основной) — на расстоянии 10—15 *м* от него в сторону судового хода.

Количество знаков плавучей обстановки на перекатных участках определяется в зависимости от длины корыта и наличия свальных течений.

На перекатах, длина корыта которых не превышает двойной ширины судового хода, допускается установка только двух бакенов. При более длинном корыте перекат обставляют четырьмя бакенами — двумя на входе и двумя на выходе Если судовой ход в пределах переката имеет перелом, то устанавливают промежуточные бакены, указывающие место поворота судового хода. На сложных перекатах обставляют подходы к ним.

Наряду с обычной плавучей обстановкой, указывающей положение основного судового хода, для проводки плотов на затруднительных участках по одной из кромок судового хода выставляют линию зеленых бакенов, которые несут ночью синий огонь.

На время прохода плотового состава плавучая обстановка основного хода со стороны зеленых бакенов временно отводится, а после прохода плота вновь ставится на свое место.

Для указания свальных течений на перекатах и в районе мостов и в других местах, где имеются свальные течения, ставят свальные бакены. Устанавливаются они в расстоянии 5—10 *м* за кромкой судового хода, в сторону которой направлено свальное течение. На кромке судового хода помещают обыкновенный бакен, ограждающий свальный.

В период паводка основным требованием к судоходной обстановке является ограждение препятствий и мелких мест.

Для ограждения затопленных пойменных бровок и островов устанавливаются весенние знаки.

Плавучая обстановка в этот период сводится к минимуму и выставляется там, где установка весенних знаков невозможна. Например, на головах выправительных или иных сооружений, а также в тех местах, где весенние знаки срезаются льдом.

По мере убыли воды весенние плавучие знаки своевременно убирают.

Обслуживание обстановки на реках, водохранилищах и озерах

В службе обстановки основное производственное подразделение — обстановочный участок, возглавляемый путевым мастером. Протяженность его от 40 до 200 *км* в зависимости от интенсивности судоходства и судоходной характеристики пути. По «Положению о судоходной обстановке на внутренних водных путях» в состав работ на обстановочном участке входят: а) содержание судоходной обстановки, включая промеры судовых ходов: б) тральные работы; в) информация об условиях судоходства в границах участка; г) наблюдение за состоянием перекатов; д) надзор за выправительными сооружениями и их текущее содержание.

На обстановочном участке в зависимости от объема работ и характера судоходства применяются три формы обслуживания обстановки: бригадная, постовая и бригадно-постовая.

При бригадной форме обслуживания обстановки все работы по содержанию обстановки выполняет бригада, имеющая в своем распоряжении разъездное судно.

Бригаду возглавляет путевой мастер — капитан разъездного судна.

Работа бригады организуется посменно. Члены бригады ежесуточно проезжают по своему участку, выполняя промеры судового хода, установку новых и перестановку существующих знаков, контроль за бесперебойным действием знаков обстановки и их текущий ремонт.

На реках или на отдельных участках рек при большом количестве затруднительных для судоходства перекатов, при интенсивном движении судов и плотов существуют обстановочные посты с круглосуточным дежурством. На этих постах все работы по содержанию обстановки выполняют путевые рабочие под руководством бригадира поста или старшего постового рабочего.

В распоряжение обстановочного поста выделяется моторная лодка.

Бригадно-постовая форма обслуживания обстановки применяется в тех случаях, когда на наиболее затруднительных

участках рек с бригадным обслуживанием предусмотрены обстановочные посты.

Бригадный метод обслуживания обстановки принят в последние годы. Он более прогрессивный, направлен на комплексную механизацию трудоемких работ, повышение производительности труда и снижение себестоимости содержания судоходной обстановки при одновременном улучшении качества действия знаков обстановки. При нем создаются лучшие условия труда и быта для работников обстановки.

Работники службы обстановки должны передавать в диспетчерские технических участков или гидрорайонов ежедневные сведения о состоянии пути и навигационного ограждения. В этих сведениях сообщается о глубинах и ширинах судового хода, о происшедших изменениях в положении судового хода, об открытии или закрытии дополнительных судовых ходов, об изменениях в обстановке, о результатах траления. Эти сведения через диспетчерские пароходств доводятся до сведения судоводителей.

Для того чтобы обстановочные работники имели возможность своевременно исправлять положение в случае уничтожения знаков обстановки проходящим судном или плотом, вахтенный начальник судна обязан сообщить об этом на ближайший обстановочный пост или обстановочной бригаде. Такие же сообщения делаются в случае утери судном якорей или лотов.

Сигналы на шлюзах

Пропуск судов через шлюзы регулируется с помощью семафорной или светофорной сигнализации и стоповых огней, о которых говорилось в § 38.

Разрешение или запрещение на вход в камеру шлюза указывается сигналами светофора, установленного на башне пульта управления шлюза.

Разрешение на выход судна из камеры дается зеленым огнем выходного светофора или фонаря. Запрещение выхода из камеры обозначается красным огнем выходного светофора или фонаря.

Входы в деривационные каналы шлюзов со стороны бьефов, а также оголовки раздельных дамб при шлюзах освещаются огнями цвета, предусмотренного правилами обстановки судового хода.

Подход к плотине со стороны верхнего и нижнего бьефов ограждается плавучими освещаемыми знаками в количестве не менее двух-трех на каждом бьефе: если плотина находится вправо от шлюза (считая по течению) — красными, если влево — белыми огнями. Сама плотина освещается белыми огнями через каждые 50 *м* по длине.

На шлюзах, не имеющих светофорной сигнализации, ворота шлюзов освещают: в закрытом состоянии двумя красными горизонтально расположенными огнями, устанавливаемыми на сомкнутых створках ворот, в открытом состоянии правая (по течению) створка красным, левая белым.

Остальное освещение шлюза не должно препятствовать или ухудшать видимость сигнальных огней.

ГЛАВА VIII

ВЛИЯНИЕ ВОЛНООБРАЗОВАНИЯ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ СУДОВ

§ 40. ОБРАЗОВАНИЕ ВОЛН ПРИ ДВИЖЕНИИ СУДНА

При движении судна возникают судовые волны, являющиеся следствием возникновения колебательного движения воды, вызванного образованием повышенного давления у носовой и кормовой частей судна и пониженного в средней его части и за кормой. При небольшой скорости движения судна вода сравнительно плавно обтекает его корпус, и особых волн на поверхности воды не образуется. С увеличением скорости движения поток воды не успевает плавно обойти корпус судна; в результате образуется система расходящихся и поперечных волн.

Расчетами и исследованиями установлено, что интенсивность волнообразования зависит, главным образом, от скорости движения, путевых условий, размеров и формы корпуса судна. Например, при движении судна на глубокой воде и достаточно большой ширине бассейна наблюдаются судовые волны значительно меньших размеров, чем при движении того же судна с той же скоростью на мелководном участке с малыми габаритами судового хода (канал, узкий проток, перекат с узким судовым ходом и т. д.).

Систему расходящихся и поперечных волн, возникающих при движении судна, можно разделить на четыре вида (рис. 109): носовые расходящиеся волны, носовые поперечные, кормовые расходящиеся и кормовые поперечные.

Носовые расходящиеся волны *А* (см. рис. 109) начинаются несколько позади форштевня судна и распространяются почти параллельными рядами с обоих его бортов. Угол α между линией *Оа*, которая соединяет геометрические места середины волн *А*, (или параллельной ей линией *Об*) и диаметральной плоскостью судна OO_1 зависит от формы носовой

части корпуса судна. Для ряда судов он равен 18—30°. Угол β между направлением отдельных гребней волн *А* и диаметральной плоскостью судна находится в зависимости от угла α, $\beta \cong 2\alpha$.

Носовые расходящиеся волны являются как бы первичными по отношению к другим видам судовых волн и при распространении образуют угол с вершиной в носовой части судна.

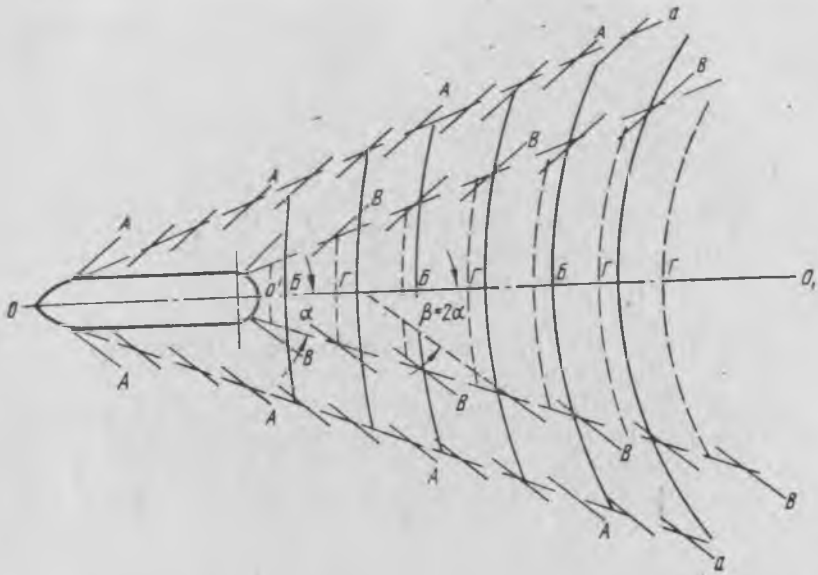


Рис. 109. Схема образования и распространения судовых волн

Носовые поперечные волны *Б* (см. рис. 109) так же, как и расходящиеся *А*, образуются в носовой части судна, но направление движения их гребней перпендикулярно курсу судна. Отличительная особенность этих волн заключается в том, что они начинаются выпуклостью и длина их гребней по мере удаления от судна увеличивается, а высота уменьшается.

Кормовые расходящиеся волны *В* (см. рис. 109) возникают несколько впереди ахтерштевня с обоих бортов судна. Они имеют такую же форму и так же распространяются, как и носовые расходящиеся, только размеры их, как правило, меньше.

Кормовые поперечные волны *Г* (см. рис. 109) образуются в том же месте, где и кормовые расходящиеся *В*, только гребни их располагаются перпендикулярно курсу судна и в отличие от носовых поперечных волн начинаются впадиной. Длина гребней по удалению от кормы судна постепенно увеличивается, замыкая собой кормовые расходящиеся волны, идущие от левого и правого бортов, а высота их уменьшается.

В ряде случаев (при интерференции) кормовые поперечные волны значительно усиливаются по высоте в результате наложения на них волн, создаваемых действием судового движителя.

Рядом испытаний установлено, что наиболее **интенсивны** носовые расходящиеся и кормовые поперечные волны. Во время движения судна с равномерной скоростью и в одинаковых путевых условиях форма и размеры судовых волн сохраняются, с повышением скорости движения размеры поперечных волн увеличиваются, а при малых скоростях хода наиболее рельефно выделяются расходящиеся волны. С ухудшением условий, например, при переходе судна в узкости или на отмели, судовые волны резко возрастают.

Судовые волны в плане напоминают раскрытый веер, разделенный в средней части ровной продольной светлой полосой — следом, который отделяет волны, образованные с левого борта, от волн, образованных с правого борта.

Раструб веера обращен в сторону, противоположную направлению движения судна.

По следу в ряде случаев (особенно в тихую погоду) можно судить о глубинах фарватера и правильности курса судна. При достаточных глубинах и правильном курсе (по оси судового хода) след тянется до горизонта, сохраняясь долгое время на поверхности воды. Если глубины резко изменяются или судно неустойчиво идет по курсу, след искривляется и быстро исчезает.

§ 41. ВЛИЯНИЕ СУДОВЫХ ВОЛН, ОБРАЗУЕМЫХ СУДНОМ, НА ДРУГИЕ СУДА И НА РУСЛО

Образование волн, как правило, явление отрицательное, так как не только создается дополнительное сопротивление движению судна, но волны влияют на берега и дно, а также на другие стоящие и идущие суда. Высота волн при удалении от судна уменьшается, но зато раструб постепенно увеличивается. При незначительной ширине потока волны достигают берегов, размывая их. При малых запасах воды под днищем в результате работы движителей происходит размыв дна, а вследствие неравномерного отложения продуктов размыва на дне образуются различные возвышенности.

Особенно разрушительно судовые волны действуют на берега каналов из-за крайне ограниченных их размеров. Поэтому при движении по каналам во избежание размыва дна и откосов необходимо уменьшать скорость хода и не превышать установленных размеров ее для данного канала или его участка. При движении судна полным ходом вблизи берега, у которого стоит другое судно, вытесняемая судном вода (носовая система волн) вкатывается на берег, повышая уро-

вень у берега. При этом судно, стоящее у берега, перемещается по направлению движения проходящего судна и одновременно прижимается к берегу (рис. 110,*а*).

В следующий момент, когда средняя часть движущегося судна поравняется с судном стоящим у берега, уровень воды у берега опускается ниже уровня в спокойном ее состоянии, увлекая за собой в стрежневую сторону стоящее судно.

Когда до стоящего судна дойдет кормовая система судовых волн, описанный процесс повторяется. Особенно неблагоприятно судовые волны действуют при малых глубинах пути.

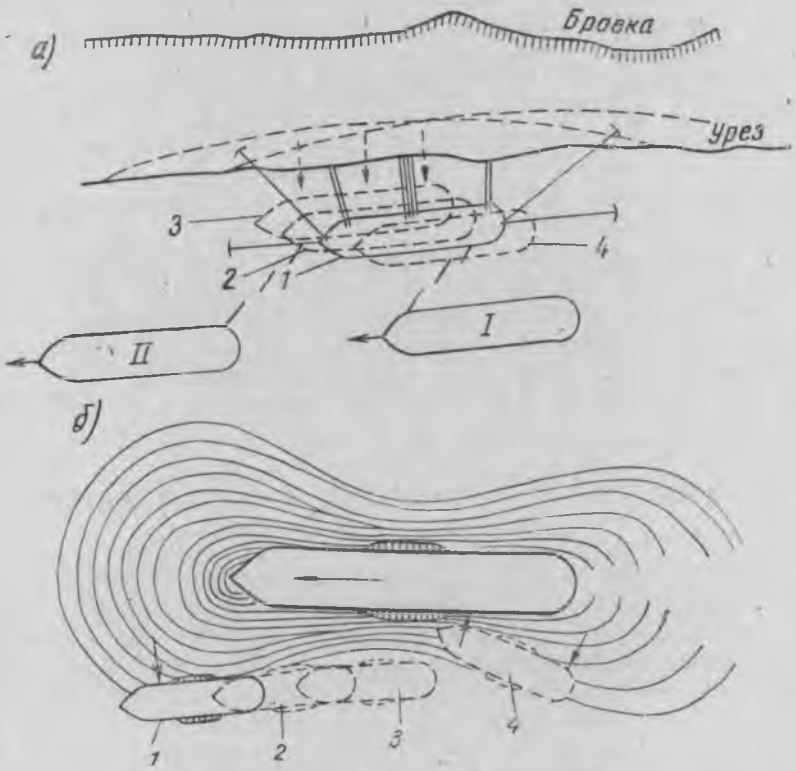


Рис. 110. Схема влияния судовых волн:

а — на стоящее судно; *б* — в момент обгона одиночного судна; *1* — первоначальное положение стоящего или обгоняемого судна; *2* и *3* — положения стоящего судна при действии системы носовых и кормовых волн проходящего судна; *4* — положение стоящего или обгоняемого судна после прохождения более крупного судна

Перемещения судна, стоящего у берега, происходят в виде толчков и рывков, под действием которых возможны обрыв учалочных средств, проломы стоящего судна о подводный предмет, поломки сходен, а также серьезные повреждения трубопроводов как при наливе, так и при выгрузке нефтеналивных судов, повреждения эстакад. Кроме того, не исключена

возможность появления рыскливости движущегося судна. Поэтому при движении судна мимо причалов, рейдов, работающих земснарядов, водолазных кранов, мест формирования и расформирования плотов или при обгоне плотов судоводители должны убавлять ход, чтобы снизить интенсивность волнообразования и проходить по возможности дальше от берега и от стоящих судов.

Не менее опасно действуют судовые волны на идущие суда.

При обгоне судна в первый момент сближения носовые волны обгоняемого и обгоняющего судов как бы отталкиваются, а когда суда поравняются, обгоняемое судно начинает притягиваться в область пониженного давления у средней части обгоняющего судна (см. рис. 110,*б*).

Точно также действует идущее самоходное судно на обгоняемые буксируемые суда.

Подобные явления, но менее резко выраженные, наблюдаются и при расхождении судов.

В ряде случаев пренебрежение этими явлениями приводит к обрыву счалов и более крупным авариям в результате удара судов бортами. Степень влияния судовых волн и притягивание проявляются тем больше, чем больше мощность, размеры и скорость движущегося судна и чем меньше расстояние до берега или до другого судна.

Если например при обгоне одно судно больше другого, то, как правило, меньшее судно ударяет большее форштевнем на расстоянии от $^1/_2$ до $^3/_4$ длины корпуса, считая от носа.

При одинаковых размерах судов рассмотренные явления протекают менее интенсивно, однако из этого не следует, что однотипные суда на полном ходу могут расходиться на близком расстоянии. Необходимо помнить, что при значительном их сближении в первый же момент отталкивания получается «зарыск» судов и потеря управляемости, что при незначительной ширине судового хода и наличии препятствий будет способствовать посадке того или другого судна на мель, а возможно и их столкновению.

§ 42. ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ СУДОВ

Управляемость, т. е. послушность судна действию руля,— решающее его качество. Крайне необходимо, чтобы судно при встречах, обгонах, подходах, отвалах, шлюзовании, движении по узкостям и перекатам, в крутых коленах и даже на прямолинейных глубоководных участках обладало хорошей управляемостью и устойчивостью на заданном курсе. Все это обеспечивается действием судовых рулей, подруливающих устройств, регулированием работы судовых силовых установок и движи-

телей. Управляемость судна зависит прежде всего от конструктивных особенностей корпуса и рулевого устройства, а также от размещения груза. Если при загрузке судна допущен крен или дифферент, то его управляемость, как правило, ухудшается.

Наряду с этим исключительно большое влияние на управляемость судна оказывают путевые и гидрометеорологические факторы: габариты пути, течения, волнообразование, ветры и ледовые явления.

Влияние габаритов судового хода. На участках реки с достаточными габаритами судового хода судно хорошо управляется и устойчиво держится на курсе. При следовании же в узкостях, на мелководье, а также вблизи песков, заструг оно, как правило, частично, а иногда полностью теряет управляемость. Это в значительной степени осложняет работу судоводителя. Поэтому каждый судоводитель должен детально изучить все факторы, действующие на управляемость судна, чтобы своевременно принять меры, необходимые для безопасного движения.

Например, при выходе на мелководный участок происходит резкое увеличение сопротивлений движению судна, вследствие чего уменьшается скорость его хода, в то же время система судовых поперечных волн, продолжая двигаться с прежней скоростью, догоняет судно, и неравномерно действуя на корпус и руль, вызывает его рыскливость.

Практикой судовождения установлено, что судно, идущее вблизи отмелей, кос, заструг, шалыг и осередков, отрыскивает на более глубокое место. Это явление основано на том, что при большой глубине под днищем и в значительном отдалении от подводных и надводных препятствий вода равномерно обтекает его корпус с обоих бортов, а около отмели или какого-либо иного препятствия обтекание происходит неравномерно.

Если площадь поперечного сечения ω_1 с левого борта значительно меньше площади поперечного сечения ω_2 с правого борта (рис. 111), то вытесненная судном вода с левого борта вкатывается на отмель и повышает уровень.

Вследствие разницы уровней воды с левого и правого бортов на величину Δh возникает давление P, отталкивающее судно от отмели. Величина отталкивающей силы зависит от размеров корпуса судна, его носовых очертаний, скорости движения судна и глубины над отмелью.

Отрыскивание судна от отмели является предостережением, оно как бы извещает судоводителя о препятствии с того или другого борта.

Однако во время движения узким извилистым участком при попеременном отрыскивании от отмелей и кос, лежащих справа и слева от оси судового хода, ухудшается устойчивость на курсе как одиночно идущего судна, так и буксируемого или

толкаемого состава. В результате этого нередко обрываются учалочные тросы, вырываются кнехты и как следствие наблюдаются поломка судов и посадка их на мель. При приближении судна (состава) к гребню переката полным ходом и под некоторым углом к сливу воды может произойти сильный зарыск за косу. Отсюда следует, что мелководные места и перекаты надо проходить с соблюдением мер предосторожности и, главным образом, с уменьшением скоростей движения, чтобы не вызывать большого волнообразования и сильного «зарыска».

Влияние придонной волны. В практике судовождения придонной волной принято называть поперечный вал, движущийся за кормой идущего судна. Особенно он заметен на мелководье, где незначителен запас воды под днищем. Придонная волна в этих условиях резко увеличивается и с шумом движется за судном, захватывая со дна грунт. В результате неравномерного действия придонной волны на перо руля и корпус судна ухудшается его управляемость.

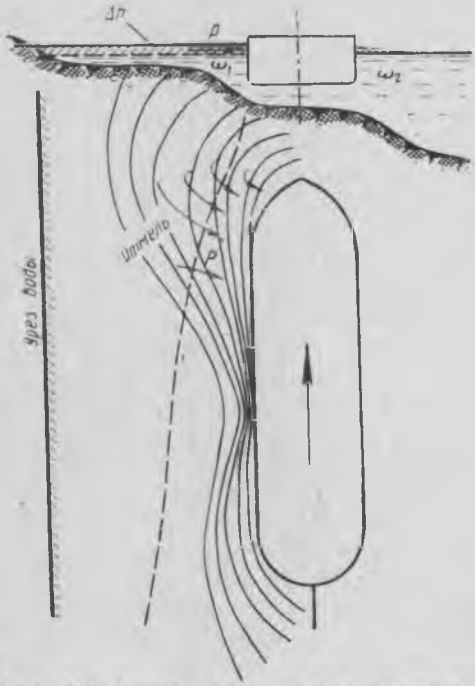


Рис. 111. Схема отрыскивания судна от отмели

Кроме того установлено, что при работе движителей и выгребании ими воды из-под днища осадка судна на мелководье возрастает примерно на 0,2—0,3 *м* и на глубоких участках на 0,05—0,10 *м*. Таким образом, судоводитель должен учитывать приращение осадки при движении судна и в особенности на мелководье, так как это может вызвать удар судна о дно реки, посадку его на мель и т. п.

Поэтому при подходе к мелководью следует убавлять ход и особенно внимательно управлять судном.

В отдельных случаях придонная волна влияет положительно, например, если судно встало на мель, то подошедшая придонная волна повысит уровень воды, и судно может всплыть. Это свойство придонной волны иногда используют при снятии судов с мели, а также при плавании на малых реках и при прохождении коротких участков с недостаточной глубиной. Для

того чтобы пройти такой участок, на некотором расстоянии от него развивают скорость движения, создающую максимальную величину придонной волны. Затем в непосредственной близости от мелководья скорость резко снижают. Подошедшая придонная волна поднимает судно, машины пускают на полный ход и судно проходит мелководье на волне.

Однако использование этого свойства придонной волны возможно на коротких мелководных участках с мягким грунтом и только в крайних случаях, когда судну грозит постановка на мель.

Влияние течений. Течение не только снижает или повышает скорости хода судов, но значительно воздействует и на их управляемость. Как правило, суда при ходе вверх, т. е. против течения, управляются лучше, чем при движении вниз. Особый интерес представляет действие на управляемость свальных и прижимных течений, суводей, майданов, течений у входа в воложки и прораны, у мостов и плотин, у шлюзов и выправительных сооружений и т. п. Об их действии на движущиеся суда и плоты коротко говорилось в § 9. Ввиду важности этого вопроса остановимся на них несколько подробнее.

Свальные течения смещают суда и составы с оси судового хода и могут вызвать навал на отмель, приверх острова или осередка, на устои мостов и т. п.

Воздействие свальных течений на суда зависит, главным образом, от водоизмещения и скорости хода судна, скорости течения и размеров зоны их действия, а также от угла между направлением свала и осью судового хода. Действию свальных течений в большей степени подвержены плоты и тяжеловесные составы, обладающие меньшими скоростями хода. Следовательно, судоводитель должен вести судно, состав или плот как можно дальше от зоны влияния свальных течений.

Прижимные течения наблюдаются на поворотах русла. Они смещают суда и плоты с судового хода в сторону вогнутого берега, в результате чего могут быть удары или навалы на берег, которые особенно опасны, если берег каменистый или яр засоренный. Наиболее заметно действие прижимных течений на плоты и суда, идущие вниз по течению, так как в этом случае к действию прижимного течения прибавляется раскат в сторону берега, который получается вследствие возникновения центробежной силы при движении судна или плота по кривой.

При этом центробежная сила прямо пропорциональна массе состава и скорости его движения и обратно пропорциональна радиусу закругления. Таким образом, при движении вниз на закруглениях большему сносу подвержены тяжелые составы и плоты, особенно при крутых поворотах, имеющих малый радиус закругления. Поэтому при прохождении составов и плотов по крутым изгибам судового хода необходимо снижать

скорость движения, уменьшать длину буксирного троса и придерживаться по возможности ближе к выпуклому берегу.

Суводи и майданы действуют на управляемость судов вследствие вращательного движения воды. Суда и в особенности буксируемые составы в зоне действия суводей и майданов нередко полностью теряют управляемость, начинают перемещаться относительно друг друга, могут быть втянуты под выступ берега и удариться о него, возможны повреждения судов или их устройств и т. д.

Поэтому необходимо вести судно в отдалении от зоны действия суводей и майданов, помня о том, что особенно подвержены действию этих течений мелкие суда и легкие составы.

Влияние ветра. В зависимости от угла действия ветра по отношению к курсу движущегося судна или состава различают встречный, попутный и боковой ветер. Встречный ветер оказывает дополнительное сопротивление движению и уменьшает скорость хода, попутный — наоборот ускоряет ход, а боковой ветер смещает судно в сторону от оси судового хода, вызывает его дрейф.

Если боковой ветер направлен в сторону какого-либо объекта, к которому судно швартуется или проходит его, то в этом случае принято называть боковой ветер навальным, при действии же ветра в обратном направлении — отвальным.

Во всех случаях ветер сообщает судну рыскливость в силу неравномерности своего действия и уклоняет его от курса.

Влияние ветра тем больше, чем больше его скорость и площадь надводной части судна или, как говорят, «парусность» и чем меньше осадка судна.

Учитывая действие ветра, судоводитель должен внимательно следить за курсом своего судна, а также других судов, особенно при расхождении и обгоне. Наибольшему влиянию ветра подвержены плотосоставы, буксируемые на водохранилищах и озерах. Нередко при встречном ветре силой 5—6 баллов и работе машин буксировщика «полный вперед» плотосоставы не только замедляют движение, но даже приобретают движение по направлению ветра.

При действии же бокового ветра плотосоставы подвергаются сильному дрейфу. Иногда величина дрейфа настолько увеличивается, что плот занимает положение по ветру. В этом случае судоводители встречных и обгоняемых судов должны быть особенно внимательны, так как плотосостав может полностью занять всю ширину ходовой полосы. Кроме того, плотосостав может выйти за зону судового хода и переместить или сбить знаки плавучей обстановки, а это, в свою очередь, может дезориентировать других судоводителей.

Одновременно с действием ветра на суда и плоты действует волнение, которое также снижает скорость движения и ухудшает управляемость.

Влияние ледовых условий. Плавание в ледовых условиях сопряжено с большими осложнениями не только в силу неблагоприятной погоды (резкое увеличение осадков, туманов и т. п.), но и вследствие особого влияния этих условий на управляемость судов. Так, в весенний и осенний периоды во время ледохода возможны удары крупных льдин о корпус, в результате чего судно может сбиться с курса или получить большой крен, также возможны поломки и деформации пера руля и баллера, обрыв штуртроса и т. п.

При этом судно или состав под действием движущегося льда могут быть смещены далеко за кромку ходовой полосы.

В ряде случаев большое препятствие для судов оказывает шуга, которая, неравномерно прилипая к корпусу судна, вызывает его рыскливость и непослушность действию руля, а иногда, наращивая его подводную часть до самого дна, делает невозможным дальнейшее его движение.

В условиях ледостава и полного ледохода суда следует проводить группой за ледоколом, учалив их в кильватер.

Однако и в этом случае не исключается возможность сильных ударов льдин о корпус и даже заклинивание судна в пробитом ледоколом ходе. Исходя из этого, при движении в ледовых условиях от судоводителя требуется особая осторожность и внимательность, как и при тумане, мгле, изморози и осадках, уменьшающих дальность видимости.

ГЛАВА IX

ОРИЕНТИРОВКА НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ

§ 43. ЗНАЧЕНИЕ ОРИЕНТИРОВКИ ДЛЯ СУДОВОЖДЕНИЯ

В последние годы значительно повысились технические скорости движения судов и составов. В этих условиях исключительно важное значение приобретает умение судоводителя быстро ориентироваться на водных путях, т. е. быстро и правильно определять положение своего судна на местности и на карте по отношению к другим судам или каким-либо приметным точкам местности.

Работа судоводителя в основе своей и заключается в постоянной и напряженной ориентировке, которая необходима для: а) выбора безопасного и кратчайшего направления движения; б) принятия мер безопасного расхождения или обгона; в) выбора якорной стоянки; г) определения места и характера необходимых маневровых операций судна или состава; д) определения расстояний до ближайших затруднительных участков пути, чтобы вовремя принять необходимые меры (своевременно убавить буксирный трос, поднять или отдать лоты, якоря или волокуши на плотах и т. д.), обеспечивающие беспрепятственное их прохождение; е) определения расстояний до диспетчерского или контрольного пункта с целью проверки выполнения заданной технической скорости и принятия мер по обеспечению графика движения; ж) безопасности движения на подходах к гидротехническим сооружениям или в момент их прохождения и т. д.

На водохранилищах, озерах, в прибрежных районах морей и устьевых участках рек при получении прогноза погоды об усилении ветра и волнения до штормовых значений судоводителю очень важно уметь правильно ориентироваться, т. е. определить, как далеко находится судно от ближайших убежищ, установить возможность использования их при данном направлении ветра. Практика работы флота на внутренних водных

путях показывает, что быстрота и правильность ориентировки во многих случаях предотвращали аварии и различного рода задержки флота в пути.

Когда судоводитель ведет судно или состав по избранному курсу, он должен постоянно проверять правильность движения не только своего судна, но и других встречных и обгоняемых судов, а в необходимых случаях предупреждать их об опасности посредством подачи соответствующих сигналов и указания правильного пути движения.

Во всех случаях подхода к плавучим причальным сооружениям судоводитель должен уметь на глаз определять расстояния до них и, учитывая направление и силу ветра и течения, волнение, парусность и скорость хода судна, найти правильное решение по маневрированию работой главных механизмов, чтобы безопасно пришвартовать судно.

Особенно внимательная и точная ориентировка необходима при прохождении больших рейдов, узких участков пути, железнодорожных мостов, районов расположения гидротехнических сооружений и других затруднительных для судоходства мест. При этом судоводителю следует учитывать не только малые габариты пути, сгущенность движения флота в данных местах, но и различного рода течения, их направление и скорость, расположение тиховодов, быстротоков, направление и силу ветра, особенность маневровых качеств своего судна, а также ходовые и маневровые качества судов других типов. Необходимо знать их силуэты и освещенность в ночное время, особенности их звуковых сигналов и т. д. Однако важнейшее средство для быстрой и правильной ориентировки — глубокие знания специальной лоции и разнообразных естественных и искусственных примет, расположенных на берегах того или другого участка пути.

При плавании в особых гидрометеорологических условиях существенное значение приобретает умение судоводителя ориентироваться по навигационным приборам и инструментам, которые позволяют при отсутствии видимости естественных и искусственных примет, плавучей и береговой обстановки (в тумане, мгле, снегопаде) правильно проложить курс и обеспечить безопасное движение. Правильная и быстрая ориентировка способствует безаварийному плаванию, ускоренному продвижению судов, сокращению простоев флота в пути и повышению производительности его работы.

§ 44. ГЛАЗОМЕРНАЯ ОРИЕНТИРОВКА

Глазомерная ориентировка производится в тех случаях, когда необходимо быстро определить положение судна относительно других судов или каких-либо окружающих приметных ориентиров, а также при определении небольших расстояний,

что необходимо для своевременной подачи установленного Правилами плавания сигнала при подходах к узкостям, лимитирующим перекатам, участкам с односторонним движением, шлюзам, различным гидротехническим и причальным сооружениям, при встречах и обгонах, а также для того, чтобы заблаговременно принять меры предосторожности, правильно выполнить тот или иной маневр при прохождении рейдов, затонов, отстойных пунктов, причалов, мест прокладки трубопроводов, тоннелей и кабелей, а также при подходах к шлюзам и различным причальным сооружениям. При глазомерной ориентировке не применяются какие-либо измерительные приборы, кроме самых простых.

Определение небольших расстояний с помощью длины подручных предметов

Чаще всего при определении небольших расстояний на глаз используют наиболее привычные глазу размеры, например, длину буксирного троса, судна, плота, состава или других предметов, которую мысленно откладывают по измеряемому расстоянию. Сумма таких отрезков дает искомое расстояние. Погрешность при определении расстояний в этом случае зависит, главным образом, от опытности судоводителя, который должен постоянно тренировать себя.

Точность измерения зависит также от того, насколько удален тот или другой предмет, до которого определяется расстояние. При большом удалении погрешность увеличивается. Для удобства измерения и ускорения подсчета следует искомое расстояние мысленно разделить на две равные части и замерить на глаз одну из них. Этот способ при определенной опытности судоводителя дает достаточно правильное представление о расстоянии.

При определении расстояний могут быть полезными данные, представляющие основные нормы начала видимости, опытно установленные проф. В. В. Витковским.

Согласно этим нормам, предметы становятся видимыми с расстояния:

Колокольни и большие башни	16—21	*км*
Ветряные мельницы	11	„
Деревни и большие дома	9	„
Отдельные домики	5	„
Окна в домах	4	„
Трубы на крышах	3	„
Отдельные деревья и одиночные люди	2	„
Километровые и другие столбы	1	„
Переплеты в окнах	530	*м*
Цвета и части одежды	270	„
Лица людей	160	„
Глаза	60	„

Видимость ночью некоторых светящихся предметов характеризуется следующими приближенными данными:

Костер на берегу	6—8 *км*
Огонь карманного электрического фонаря .	1,5 „
Зажженная спичка	1,5 „
Огонь папиросы	0,5 »

Расстояния могут быть приближенно определены также по степени видимости различных знаков судоходной обстановки, судовых световых сигналов, нормы видимости которых установлены «Правилами плавания по внутренним водным путям». Например, днем при чистой атмосфере створные знаки судоходной обстановки в зависимости от их типа на реках видны на расстоянии от 1,5 до 4 *км*, на водохранилищах от 5 до 20 *км*, в темную ночь белый топовый огонь на передней мачте судна должен быть виден на расстоянии 8 *км*, отличительные бортовые, отмашечные, стояночные огни на судах и плотах, огни на наплавных мостах — на расстоянии 4 *км*.

При определении расстояний на глаз необходимо иметь в виду, что более освещенный предмет кажется ближе, чем он находится на самом деле, расстояние до предмета, расположенного на горе,— меньшим, чем тогда, когда он находится внизу; в сумерки и при слабой видимости (утренней и вечерней дымке, дожде, тумане, снегопаде) все предметы кажутся дальше, чем в действительности; на однообразной ровной местности (на поверхности воды, на фоне песчаной отмели, лугу и т. д.) предметы кажутся ближе, а на неровной поверхности при волнении, на фоне рынка гор или высокого берега и т. п.— дальше.

Умение правильно оценивать расстояния на глаз по степени видимости отдельных предметов в различных условиях приобретается путем постоянной тренировки, которую необходимо проводить индивидуально каждому судоводителю.

Расстояния могут быть определены по звуку, в зависимости от степени его слышимости, однако этот способ требует большой тренировки и хорошего слуха. Проще определить расстояние по звуку исходя из скорости его распространения в воздухе, которая округленно равна 331 *м/сек*. При определении расстояния по скорости звука поступают следующим образом. Судоводитель, наблюдая за встречным или обгоняемым судном, замечает момент появления дымки от свистка и момент достижения до него звука.

Эти моменты соответствуют времени, в течение которого звук прошел расстояние между судами. Если это время, выраженное в секундах, обозначить через t, то расстояние можно подсчитать по формуле:

$$S = 331t \text{ м},$$

Если приблизительно принять, что расстояние в 1 *км* звук проходит за 3 *сек*, то расчеты значительно упростятся, т. е.

$$S=\frac{t}{3} \text{ км.}$$

Например, судоводитель, наблюдая за встречным судном, увидел дымку от звукового сигнала и отметил время. Затем через 3 *сек* услышал гудок. В этом случае расстояние до встречного судна будет равно 1 *км* $\left(S=\frac{3}{3}\right)$.

При пользовании этим способом следует иметь в виду, что большое влияние на скорость распространения звука оказывают направление и сила ветра, состояние погоды (туман, дождь, снегопад), вследствие чего должна быть введена поправка (со значением плюс или минус), равная скорости ветра при встречном или попутном его движении или половине ее значения при боковом направлении ветра к линии распространения звука. Рассмотренный способ применим только в дневное время, если сигнал подается свистком, у которого видна дымка.

Определение расстояний по угловой величине предмета

Более точным способом определения расстояний на глаз является использование простейшей геометрической зависимости угловой величины предмета от его расстояния до глаза. Угловой величиной предмета называется угол, образованный двумя прямыми линиями, проведенными к глазу от крайних точек предмета. На рис. 112 это будет угол *AOB*, если глаз наблюдателя находится в точке *O*. При приближении предмета

Рис. 112. Схема определения расстояний по угловой величине предмета

угловая величина будет увеличиваться, при удалении — уменьшаться. Определение расстояний основано на подобии треугольников *OAB* и *oab*, из которого получим:

$$\frac{H}{L}=\frac{h}{d} \text{ или } L=\frac{dH}{h},$$

где d — расстояние от глаза наблюдателя до подручного предмета *ab* в *м*;

h — высота подручного предмета *ab* в *м*;

H — высота предмета AB, до которого определяется расстояние, в *м*;

L — искомое расстояние в *м*.

Таким образом, если между видимым предметом AB и наблюдателем поставить подручный предмет ab, который полностью закрывает наблюдаемый предмет AB, то на основании отмеченной выше геометрической зависимости и при известных величинах d, h, H можно определить расстояние L. В качестве подручного предмета удобно пользоваться заранее изготовленным ступенчатым индикатором (рис. 113).

Известно, что $^1/_{6000}$ длины окружности приблизительно равна $^1/_{1000}$ ее радиуса. Поэтому, если мы вообразим, что находимся в центре окружности, проходящей через наблюдаемый предмет, и видим, что предмет занимает две $^1/_{6000}$ окружности (иначе две тысячных ее радиуса), то при длине предмета 5 *м* расстояние до него будет:

$$L = \frac{5\,м}{2} \cdot 1000 = 2500\ м = 2{,}5\ км,$$

так как $^1/_{6000}$ часть окружности занимает половину предмета, что составляет $^1/_{1000}$ расстояния до него и, следовательно, это расстояние будет в 1000 раз больше половинной величины предмета. Величина, стоящая в знаменателе (в нашем случае 2), называется угловой величиной предмета в тысячных.

Поэтому и самый способ определения расстояний получил название способа тысячных.

В общем виде формулу для определения расстояний по угловым размерам предметов можем записать

$$L = \frac{H}{\varphi}\ 1000,$$

где H — высота или длина предмета, до которого определяется расстояние, в *м*;

φ — угловая величина предмета в тысячных.

В судовых условиях наиболее просто подсчитать число тысячных с помощью бинокля, снабженного угломерной сеткой (рис. 114). Сетка бинокля имеет большие деления, равные 10 тысячным, которые разделены пополам на малые деления. Величина одного малого деления соответствует 5 тысячным.

На рис. 114 ширина встречного судна известна и равна 20 *м*. Она покрывается шестью малыми делениями горизонтальной сетки бинокля, следовательно, угловая величина предмета равна 30,3 тысячным и расстояние до него будет:

$$L = \frac{20\,м}{30{,}3} \cdot 1000 = 666{,}6\ м,$$

Вместо бинокля можно пользоваться линейкой или другими предметами, величина которых известна. При расположении линейки от глаза на расстоянии 50 *см* каждое миллиметровое ее деление равно $\frac{2}{1000}$.

Рассмотренный метод определения расстояний применим в основном только в дневное время. Ночью его использование менее удобно, хотя при знании определенных расстояний между двумя светящимися предметами, например, между бортовыми огнями встречного или гакабортными огнями обгоняемо-

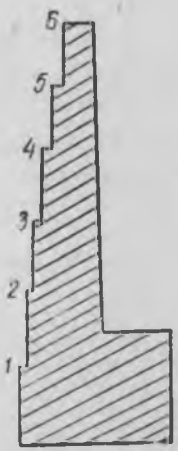


Рис. 113. Ступенчатый индикатор для определения расстояний

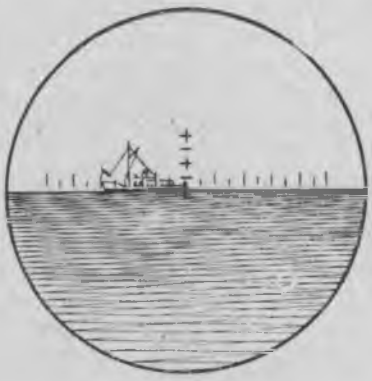


Рис. 114. Измерение расстояний с помощью бинокля

го судна или плота, можно также определить до него расстояние. Существенным недостатком этого метода является то, что при всех случаях необходимо знать линейные размеры предмета, до которого определяется расстояние.

Ориентировка по маневровым и ходовым качествам судна

Для того чтобы правильно оценить обстановку в момент подхода к другим судам или плотам, вблизи затруднительного участка, надо хорошо знать маневровые и ходовые качества своего судна, а также других судов в различных условиях (при движении вверх, вниз, на различной осадке и т. д.) чтобы, ориентируясь по скорости движения, принять правильное решение о возможности беспрепятственного прохождения участ-

ка, например, обогнать ли другое идущее судно, или остановиться и подождать, пока оно пройдет затруднительный участок.

В этих случаях судоводителю рекомендуется:

а) не допускать расхождения и обгона судов на затруднительных участках, а при вынужденном расхождении принимать все меры предосторожности по предупреждению навалов и столкновений судов, предотвращать их рыскливость и по возможности стараться выдерживать максимальный интервал между бортами расходящихся судов;

б) своевременно предупреждать встреченные суда и составы о том, что в создавшихся условиях разойтись невозможно;

в) при обгоне и расхождении судов на стесненных участках заблаговременно убавлять скорость движения;

г) не допускать одновременно обгона и расхождения даже при значительной ширине судового хода.

При изучении ходовых качеств судна можно пользоваться диспетчерскими справочниками, паспортными ходовыми характеристиками того или другого судна и личными наблюдениями, которые рекомендуется записывать в памятку.

Маневровые качества судна характеризуются разгоном, торможением и свободным выбегом.

Разгон — маневр, при котором судно из состояния покоя переходит в состояние движения с установившейся поступательной скоростью.

Торможение — маневр, при котором гасится поступательная скорость движения судна при работе двигателей на задний ход.

Свободный выбег — маневр, при котором судно движится с выключенными двигателями с постоянно уменьшающейся скоростью до полной остановки.

Указанные маневры могут производиться при различных режимах работы двигателей. В практической работе наибольший интерес представляют: разгон из состояния покоя до максимальной скорости движения; торможение с максимальной скорости движения до полного ее гашения при работе двигателей полным назад; свободный выбег при движении полным, средним и тихим ходом.

Каждый из указанных маневров оценивается продолжительностью и протяженностью.

В табл. 11 приведены данные о маневровых характеристиках некоторых типов судов и составов при условии, что разгон производится со стоянки судна (состава) работой двигателей на полный ход «вперед», торможение — реверсом двигателей с полного хода «вперед» на полный «назад», а свободный выбег — с полного хода «вперед» на «стоп». Характеристики маневровых свойств получены в результате натурных наблюдений при отсутствии течения и ветра.

Таблица 11

Типы судов	Скорость движения в *км/час*	Водоизмещение или грузоподъемность в *т*	Разгон		Торможение		Свободный выбег	
			путь в *м*	время в *мин*	путь в *м*	время в *мин*	путь в *м*	время в *мин*
«Ленин»	26	2080	1000	3,3	470	2,5	1700	9,5
«Октябрьская революция»	25	1600	1050	3,6	520	2,5	1650	10
ОМ	19,5	180	420	1,9	200	1,35	700	5,5
«Волго-Дон»:								
в балласте . . .	22	—	550	2,2	350	1,7	1000	6
в грузу	20	5000	1300	5,5	630	3,7	2500	15
«Шестая пятилетка»:								
в балласте . . .	20,5	—	550	2,3	350	2,0	900	5,2
в грузу	19,5	2000	1200	5	490	3,2	2000	15
СТ-600:								
в балласте . . .	17	—	400	3	250	1,7	700	6
в грузу	14,3	600	700	4	350	2,7	1050	10
«Дунайский», 1340 *л. с.* с одной баржей проекта № 567:								
порожнем	19,5	2800	400	2	160	0,8	700	5
в грузу	18	2800	900	4	400	2,5	1400	11
«Бор» с двумя баржами проекта № 461:								
порожнем	11	5600	320	2,5	180	2	500	7
в грузу	9,5	5600	1100	9	300	3,5	1700	20

Сочетание знаний ходовых и маневровых качеств судов с умением быстро определять расстояния, как правило, дает весьма положительные результаты в обеспечении безаварийной работы и способствует быстрому бесперебойному движению.

Зная скорость движения судна или состава и расстояние до какого-либо контрольного пункта, судоводитель может рассчитать время, в которое он должен быть в данном пункте, и, сопоставляя это время со временем по графику или расписанию, определить опоздание или опережение. В случае опоздания он заблаговременно принимает меры по повышению скорости движения, регулируя режим работы главных двигателей в установленных пределах, выбирая кратчайшие трассы и рационально используя тиховоды (при движении вверх), быстрые течения (при движении вниз), защищенные от волнения или встречного ветра зоны.

При плавании на крупных водохранилищах, озерах и прибрежных морских участках, где берега не видны, по времени и

скорости движения можно определить пройденное расстояние, например, по месту установки маяка, буев или начала их видимости и т. д. Описанный способ ориентировки прост, удобен и в большей своей части применим в любое время суток и в любых условиях. Точность его зависит, главным образом, от опытности судоводителя, знаний им ходовых и маневровых качеств своего судна и судов других типов и составов и условий пути.

§ 45. ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ПРИМЕТЫ И ОРИЕНТИРОВКА ПО НИМ

Уменье ориентироваться по естественным и искусственным приметам окружающей местности весьма важно для судоводителя. Эта ориентировка совершенно необходима при плавании в весенних и осенних условиях, в условиях ледохода, при отсутствии плавучей судоходной обстановки или при слабой ее видимости, при плавании по рекам с судоходной обстановкой второй и третьей категорий и т. д.

Во всех этих случаях цель ориентировки по естественным и искусственным приметам — выбор правильного направления судового хода для обеспечения беспрепятственного движения.

Естественными приметами служат очертания берегов, яров, оврагов, островов, осередков, рынков гор, лесных массивов, просек, отдельных деревьев, холмов, оползней и других примет, расположенных в прибрежной зоне.

К искусственным приметам относятся всевозможные прибрежные здания, сооружения, которые хорошо видны со стороны судового хода.

Для пользования естественными и искусственными приметами следует тщательно изучить их положение относительно оси судового хода. В случае необходимости эти приметы можно использовать в качестве судоходной обстановки и определять с их помощью направление течения или свал воды, расположение различных подводных препятствий или поворотов судового хода и т. п.

Как правило, естественные и искусственные приметы надлежит использовать комплексно.

Например, следуя вниз по течению (рис. 115), судоводитель принимает лесную просеку за направление судового хода и ведет судно серединой русла, не приближаясь к левому берегу, так как у левого берега имеются огрудки, положение которых он запомнил по естественному ориентиру, которым служит овраг. По мере движения в яр и приближения к просеке судоводитель плавно уклоняется вправо, чтобы избежать крутого поворота и большого раската, а также действия прижимного течения на судно или состав. После поворота судовой ход идет к правому горному берегу, ориентиром на данном участке слу-

жит кустарник, расположенный на горе и хорошо видимый с места поворота. Далее судоводитель ведет судно вдоль правого берега, ориентируясь направлением кряжа, который равноценен в данном случае ходовому знаку. После группы деревьев, расположенных на правом берегу, судовой ход идет в направлении водозабора, расположенного на левом берегу у верхнего плеча яра. Пройдя яр и ориентируясь прибрежным зданием и местным причалом на правом берегу, судоводитель ведет судно серединой русла несколько ближе к правому берегу, учитывая, что в приверхе острова имеется затяжное течение в

Рис. 115. Схема ориентировки по естественным и искусственным приметам

несудоходный рукав и т. д. Из рассмотренного примера следует, что знание естественных и искусственных примет и направления судового хода относительно их во многом облегчает судоводителю избрание безопасного направления движения. Это особенно необходимо при плавании на малых реках, а также в осенне-весенний полноводный период, когда приходится ориентироваться исключительно береговой обстановкой в сочетании с естественными и искусственными приметами. Более устойчивыми и надежными являются искусственные приметы и чаще всего их использование возможно не только днем, но и в ночное время, так как они преимущественно освещаются.

В целях более полного использования естественных и искусственных примет следует изучать их расцветку как в сумерки, так и в ночное время.

§ 46. ОРИЕНТИРОВКА С ПОМОЩЬЮ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ

Ориентироваться по навигационной карте — значит уметь сопоставлять ее с окружающей местностью и, наоборот, окру-

жающую местность сопоставлять с картой. Чтобы воспользоваться навигационной картой для ориентировки на том или другом участке плеса, необходимо придать ей такое положение на судне, при котором направление русла или судового хода на карте соответствовало бы направлению их в натуре. Ориентировать карту можно по компасу или по направлениям на отдельные характерные приметы. Чтобы ориентировать карту по компасу, ее держат в горизонтальном положении и накладывают на нее ручной компас таким образом, чтобы линии С—Ю на карте данного участка совпала с линией С—Ю на компасе. Затем медленно поворачивают карту в горизонтальной плоскости до тех пор, пока темный конец магнитной стрелки не окажется над буквой С на градусном кольце. В таком положении карта будет ориентирована по странам света. При отсутствии ручного компаса, карту можно ориентировать по судовому компасу или по характерным направлениям на приметы, имеющиеся в натуре и изображенные на карте. Для этого лучше всего избрать такой участок, на котором имелось бы два характерных ориентира, причем один из них находился бы на траверзе, а другой по направлению движения.

Например, если судно идет от плотины в районе буя № 08 (см. рис. 75) и надо сориентировать навигационную карту, то лист ее следует повернуть так, чтобы направление на створный знак № 5 на карте совпало с направлением на створный знак № 5 в натуре, а направление на карте на передние створные знаки створа № 3, расположенные на траверзе по правому борту, совпало с направлением на эти же знаки в натуре.

С помощью навигационной карты можно определить, где находится судно и пройденное расстояние. Для этого от какого-либо начального пункта определяют пройденное расстояние по скорости и времени движения и по нему на карте устанавливают, где находится судно. Затем, сопоставляя полученное таким образом местонахождение судна на карте с окружающими естественными и искусственными приметами, уточняют правильность ориентировки. При плавании на озерах, водохранилищах и устьевых участках больших рек при отсутствии видимости окружающих примет, после расчета пройденного расстояния и определения местонахождения судна по навигационной карте, уточняют местоположение судна путем замера глубин и сравнения их с глубинами, которые нанесены на карте. Пользоваться этим способом ориентировки особенно рекомендуется судоводителям при освоении новых водохранилищ или судоходных трасс. Это помогает более детально изучить путевые условия.

При определении по карте глубин необходимо пользоваться путевыми листами, в которых указывается абсолютная отметка уровня воды на водохранилищах на данный день. Так как глубины, показанные в навигационной карте, вычислены от

нормального подпорного уровня, необходимо пересчитать их в соответствии с изменением уровня и только после этого сопоставлять их с фактическими глубинами, полученными путем замеров. Например, если на водохранилище нормальный подпорный уровень воды равен 123 *м*, а в путевом листе на данный день отметка уровня 121,5 *м*, следовательно фактические глубины на трассе будут на 1,5 *м* меньше указанных на навигационной карте.

Аналогичные расчеты следует делать, если надо принять решение о движении по дополнительным трассам, а также при заходе в аванпорты, убежища и подходные каналы. При обнаружении отклонения от судоходной трассы прежде всего необходимо остановить судно и точно сориентироваться в окружающей обстановке.

На водохранилищах, озерах и устьевых участках больших рек плавучая обстановка обычно нумеруется; эти же номера ставят на условном обозначении этого знака на навигационной карте. Таким образом, по номеру знака судоходной обстановки можно точно определить, где находится судно как днем, так и ночью.

Однако этот способ необходимо проверить другими методами, так как возможны случаи срыва судоходного знака волнением или судами и смещения его за кромку ходовой полосы.

При хороших знаниях гидрологического режима реки, размеров и очертаний надводных и подводных препятствий нетрудно по навигационной карте определить направление свальных и прижимных течений, суводи и майданы, расположение тиховодов и быстротоков.

Для быстрой ориентировки и выбора наивыгоднейшего курса рекомендуется судоводителю систематически работать с навигационной картой, самостоятельно делать зарисовки участков русла реки, на глаз определять расстояния. Очень полезно тщательно просматривать тот участок пути, который надо будет пройти за предстоящую вахту или за весь рейс.

§ 47. ОРИЕНТИРОВКА ПО НАВИГАЦИОННЫМ ПРИБОРАМ

Суда, плавающие на озерах, водохранилищах, в прибрежных морских районах и в устьевых участках больших рек, снабжают навигационными приборами.

Нормы снабжения комплектом навигационного имущества зависят, главным образом, от условий плавания и характера выполняемой работы и устанавливаются в соответствии с действующими правилами и инструкциями Речного Регистра.

В табл. 12 приведены нормы снабжения судов навигационными приборами. Однако в ряде случаев по согласованию с

портовым надзором Министерства морского флота суда внутреннего плавания Министерства речного флота, выходящие в морские воды, дополнительно снабжаются приборами и пособиями, которые не указаны в приводимой таблице.

Таблица 12

Типы судов	Эхолот	РЛС	Авторулевой	Радиотелефон „КВ" или „УКВ"	Трансляционный узел	Электромегафон	Примечание
Грузо-пассажирские и пассажирские разрядов:							
«О» и «М» мощностью 800 *л. с.* и более . . .	1	1	1	1	1	1	
«О» и «Р» мощностью от 300 до 800 *л. с.* . .	1	—	—	1	1	1	
Самоходные грузовые разрядов:							
«О» и «М» грузоподъемностью 1000 *т* и более	1	1	1	1	1	1	
«О» и «Р» грузоподъемностью от 300 до 1000 *т*	1	—	1	1	1	1	
«Р», грузоподъемностью от 150 до 300 *т*	1	—	—	1	—	1	Навигационным штурманским оборудованием суда снабжаются по нормам Речного Регистра РСФСР
Буксиры толкачи разрядов:							
«О» и «М» мощностью 800 *л. с.* и более . . .	1	1	1	1	1	2	
«О» и «М» мощностью от 450 до 800 *л .с.* . .	1	—	1	1	1	2	
«О» и «Р» мощностью от 300 до 450 *л. с.*	1	—	—	1	—	1	

Знание устройств навигационных приборов и умение пользоваться ими в настоящих условиях плавания являются основой профессии судоводителя, так как позволяют ему правильно ориентироваться в различной обстановке, особенно на озерах, водохранилищах, в прибрежных морских районах при отсутствии видимости береговых ориентиров и судоходных знаков, находить более удобный глубоководный судовой ход и тем самым обеспечивать безопасное и безостановочное движение.

Навигационные приборы, установленные на судне стационарно, принято относить к навигационному оборудованию судна, например, магнитные и гироскопические компасы, курсографы, электро- и гидромеханические лаги, эхолоты и радиолокационные станции, а такие приборы как механические лаги, ручные лоты относят к штурманскому снабжению.

Основными навигационными приборами считаются компасы, лаги, лоты, часы, секундомеры, бинокли, дальномеры, барометры, барографы, анемометры, термометры.

Радиостанции «УКВ» и «КВ» обслуживаются непосредственно судоводителями и работают по принципу радиотелефона. Дальность действия радиостанции «УКВ» 35—40 *км*, радиостанции «КВ» — не менее 300 *км*.

Установка авторулевого значительно облегчает труд рулевого при движении судна на прямолинейных участках плеса, при этом уклонение судна от заданного курса не должно превышать $\pm 0{,}5°$.

Рассмотрим принципы действия основных навигационных приборов и их значение для ориентировки.

Магнитные и гироскопические компасы

Компасом называется прибор, указывающий в каждый данный момент направление меридиана в данном месте. В настоящее время на судах применяются компасы двух типов — магнитные и гироскопические.

Магнитные компасы основаны на свойстве магнитной стрелки устанавливаться под действием земного магнетизма в направлении магнитного меридиана. Они просты по устройству, автономны и безотказны в работе, имеют небольшую стоимость и достаточную для целей судовождения на внутренних водных путях точность. В основном применяются компасы двух типов: 127-миллиметровые с донным освещением (рис. 116) и 75-миллиметровые шлюпочные и катерные (рис. 117).

Угол между северной частью меридиана данного места, по которому устанавливается магнитная стрелка компаса, и диаметральной плоскостью судна называется курсом судна, а угол между северной частью меридиана и направлением на какой-либо предмет — пеленгом.

В зависимости от того, по отношению к какому меридиану места определяется курс или пеленг, они называются истинными K и магнитными $K_м$ или компасными K (рис. 118).

Как известно, магнитные полюсы Земли не совпадают с географическими (северный магнитный полюс находится в Северо-Американском архипелаге, а южный — к югу от Австралии), вследствие чего направление, проходящее через ось магнитной стрелки, называемое магнитным меридианом, не совпа-

дает с истинным меридианом. Угол между северной частью истинного меридиана и северной частью магнитного меридиана называется магнитным склонением, или склонением компаса (α).

Склонение компаса отсчитывается от северной части истинного меридиана к востоку или западу от 0 до 180°. Восточному склонению присваивается знак плюс, а западному знак минус.

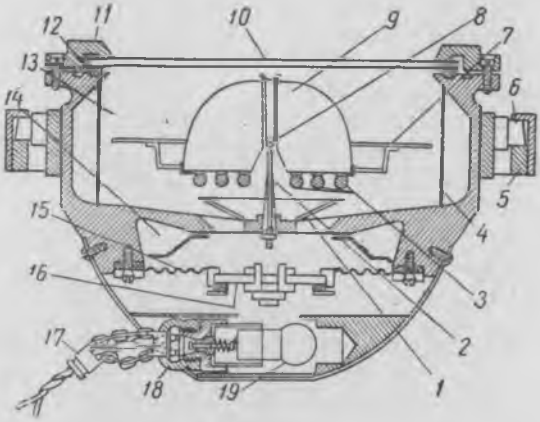


Рис. 116. 127-*мм* компасный котелок с донным освещением системы ГУ:

1 — отражатель света; *2* — шпилька; *3* — магнитная стрелка; *4* — курсовая черта; *5* — карданово кольцо; *6* — цапфа; *7* — картушка; *8* — тогка; *9* — поплавок; *10* — стекло; *11* — азимутный круг; *12* — резиновая прокладка; *13* — верхняя камера; *14* — нижняя камера; *15* — диафрагма; *16* — световое окно; *17* — кольцо для вытаскивания патрона; *18* — патрон; *19* — электрическая лампочка

Склонение компаса не является величиной постоянной для данного места, а изменяется из года в год на несколько минут. В некоторых местах склонение компаса может резко отличаться от величины склонения в окружающем районе; эти места носят название магнитных аномалий.

В судовых условиях, как правило, на магнитную стрелку компаса воздействуют магнитные силы судового железа, вследствие чего стрелка компаса не показывает магнитного меридиана. Отклонение стрелки компаса от направления магнитного меридиана называется девиацией магнитного компаса (δ).

Девиация компаса считается от северной части магнитного меридиана к востоку со знаком плюс, к западу со знаком минус.

На судовых компасах она уничтожается специалистом-девиатором.

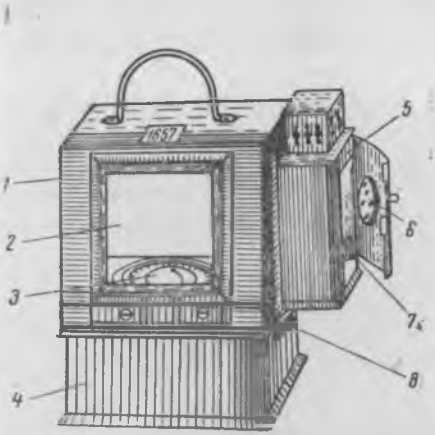


Рис. 117. Шлюпочный 75-*мм* компас системы ГУ:

1 — верхняя часть осветительного прибора; *2* — окно с зеркальным стеклом; *3* — компасный котелок, *4* — нижняя часть осветительного прибора; *5* — съемный масляный фонарь; *6* — отражатель ; *7* — масляная лампа; *8* — застежка

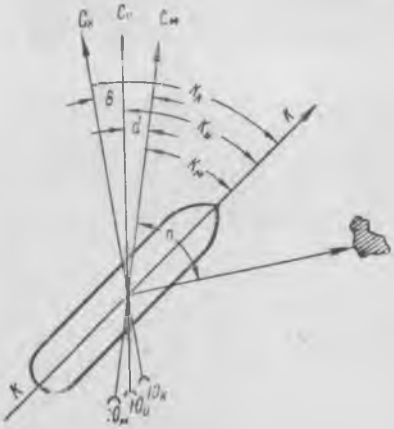


Рис. 118. Курсы судна относительно истинного, магнитного и компасного меридианов:

α — склонение; *δ* — девиация, *n* — пеленг

Большие массы металла и сильные электромагнитные поля, создаваемые электрооборудованием современных судов, служат причиной ошибок в показаниях магнитного компаса. Невозможность полного уничтожения магнитной девиации и ее переменный характер обусловили создание механических компасов, действие которых не зависит от магнитного поля Земли. К таким компасам относятся гироскопические компасы, магнитные стрелки которых устанавливаются в плоскости магнитного меридиана и указывают непосредственно направление истинного меридиана. Таким образом, гирокомпасы позволяют определить истинный курс судна и освобождают судоводителя от учета магнитного склонения и девиации. На судах внутреннего плавания и на небольших судах морского прибрежного плавания устанавливают малогабаритные гирокомпасы типа «Амур».

Судовые компасы делятся на главные и путевые. Главный компас обычно устанавливают так, чтобы он был наиболее удален от железного корпуса судна и чтобы для пеленгования по возможности был открыт весь горизонт. В ряде случаев главный компас, используемый при решении всех основных вопросов судовождения, устанавливается на верхнем мостике, над рулевой рубкой или перед ней.

Путевые компасы устанавливают в рубке у штурвала. Их используют в качестве курсоуказателя. Если на судне только один компас, его устанавливают таким образом, чтобы можно было пеленговать через окна рубки.

В комплект гирокомпаса, помимо основного компаса и приборов, повторяющих его показания, репитеров, входят курсограф, оптический и визуальный пеленгаторы и другие вспомогательные приборы.

Направление на предмет определяется пеленгатором, которым обязательно оборудуется каждый компас независимо от его назначения, так как он необходим при пеленговании и де-

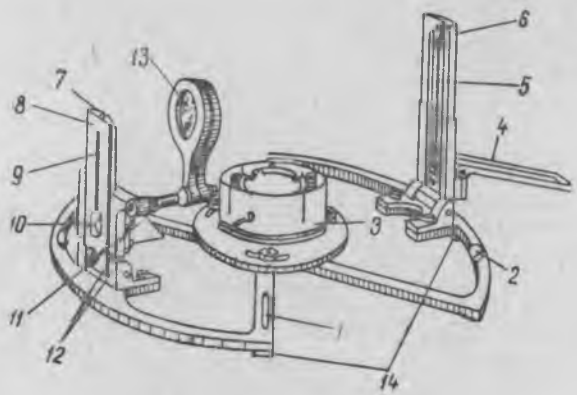


Рис. 119. Пеленгатор 127-*мм* компаса:

1 — стойка для поворачивания пеленгатора; *2* — индекс; *3* — чашка пеленгатора; *4* — откидное зеркало; *5* — пеленгаторная нить; *6* — предметная мишень; *7* — глазная мишень; *8* — откидной щиток; *9* — щель для дневного пеленгования; *10* — призма; *11* — откидной щиток призмы; *12* — винтики, крепящие оправу призмы; *13* — цветные стекла; *14* — лапки

виационных работах. Пеленгаторы бывают двух типов: обыкновенный пеленгатор старого образца и в последние годы на судах широкое распространение получил пеленгатор Каврайского (рис. 119).

Курсографы

Курсографом называется прибор, автоматически записывающий на ленте курс судна. Прибор состоит из двух частей, одна из которых воспроизводит показания стрелки компаса (курс судна), а вторая (лентопротяжный механизм) обеспечивает движение курсографной ленты.

Принцип передачи курса судна и записи его на ленте показан на кинематической схеме, изображенной на рис. 120. Самосин *1*, принимая показания компаса, передает их через

систему рычагов на курсовое перо *12*, которое записывает показания компаса (курс судна) на ленте.

Лаги

Для измерения скорости движения судна и пройденного расстояния в настоящее время широко применяется специальный прибор, называемый лагом.

Все существующие лаги относительные, так как они определяют скорость и пройденное расстояние относительно воды. Абсолютных лагов, т. е. лагов, измеряющих скорость судна и

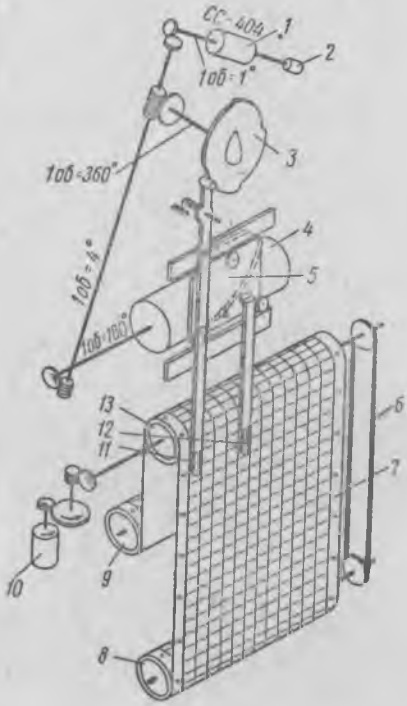


Рис. 120. Кинематическая схема курсографа:

1 — самосин-приемник показаний компаса и синхронной передачи; *2* — головка для согласования; *3* — диск — эксцентрик; *4* — барабан с фигурными пазами; *5* — каретка; *6* — тросик; *7* — бумажная лента; *8* — ведомый валик; *9* — рулон бумажной ленты; *10* — электродвигатель времени; *11*, *12* — четвертное и курсовое перья; *13* — ведущий валик

пройденное расстояние относительно берегов, до настоящего времени не существует.

На судах применяются электромеханические и гидравлические или гидродинамические лаги (рис. 121, 122, 123 и 124).

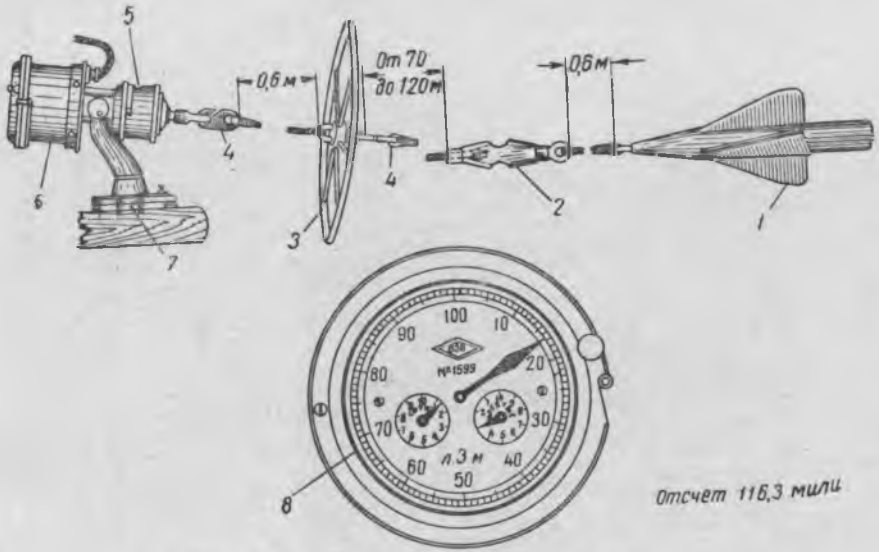


Рис. 121. Механический забортный лаг:

1 — вертушка; *2* — груша; *3* — маховик; *4* — гак; *5* — отверстие для смазки; *6* — гакабортный счетчик; *7* — башмак; *8* — циферблат счетчика

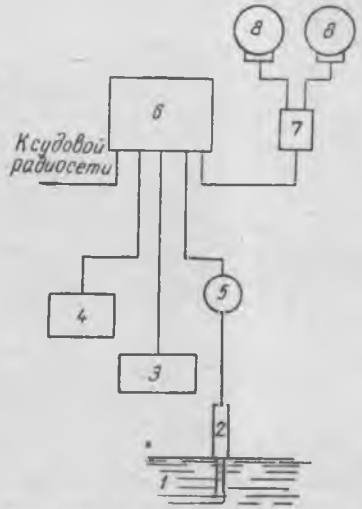


Рис. 122. Схема расположения вертушечного лага ГО-М4:

1 — вертушка и передающий прибор; *2* — станина с клинкетом; 3 — преобразователь напряжения; *4* — батарея аккумуляторов; *5* — выключатель; *6* — станция лага; *7* — коробка разветвлений с предохранителями; *8* — счетчики пройденного расстояния

Прибор БА

Схема положений кранов

Регулятор С

Направление движения корабля

Рис. 123. Схема гидравлической системы лага ЛГ-50:

1 — гидравлическая трубка (Пито); *2* — клинкет полного давления; *3* — гибкий шланг; *4* — переходной штуцер; *5* и *11* — трубопроводы; *6* — воздухособиратели; *7* — мембранный аппарат; *8* — мембрана; *9* и *10* — дыхательные клапаны; *12* — клинкет статического давления; *13* — статическое отверстие; *14* — шток, передающий движение на компенсационную систему рычагов

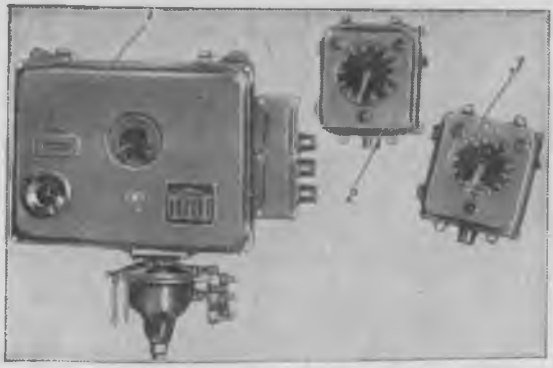


Рис. 124. Лаг типа ЛГ-25:

1 — центральный прибор; *2* — указатель скорости; *3* — указатель скорости и пройденного расстояния

Электромеханический или вертушечный лаг основан на действии вертушек, которые опускают в воду с бортов судна. Вращение лопастей вертушек передается механическим или электрическим путем на счетчик оборотов.

Чем быстрее идет судно, тем большее число оборотов сделают лопасти вертушки в единицу времени. По числу оборотов лопастей вертушки в единицу времени и определяется скорость судна.

Если изогнутую трубку опустить в жидкость, повернуть ее отверстием по направлению движения и перемещать, то уровень жидкости в ней поднимется выше, чем в такой же трубке, помещенной рядом, но имеющей горизонтальное отверстие. Жидкость во второй трубке поднимется под действием гидростатического давления, в то время как в изогнутой трубке, кроме этого, она поднимется и под действием динамического давления, возникающего при движении. Чем больше разность уровней жидкости в трубках, тем больше скорость движения. На этом принципе основан гидравлический лаг.

Статическая (вторая) трубка (*13* на рис. 123) проходит через корпус судна и заканчивается вровень с днищем. Гидравлическая (первая) трубка (*1* на рис. 123) проходит через корпус судна и опускается несколько ниже днища. Отверстие ее обращено по направлению движения судна. Возникающее при движении давление передается на мембранный аппарат *8*, представляющий собой металлическую коробку, помещенную в закрытый сосуд. Под влиянием динамического давления, появляющегося при движении судна, мембранная коробка сжимается и тем больше, чем быстрее идет судно. При сжимании коробки шток, укрепленный на днище коробки, поднимается и его движение передается на систему рычагов, которые управляют работой электродвигателя. Обороты электродвигателя через выпрямляющий кулачок передаются на стрелку указателя скорости. Пройденное же расстояние получается как произведение скорости на время. Это умножение производит специальный фрикционный механизм прибора.

На быстроходных пассажирских судах устанавливаются гидродинамические лаги «РЕТ», принцип действия которых аналогичен рассмотренным выше. Все гидравлические лаги более чувствительны по сравнению с вертушечными и дают более точные результаты.

Эхолоты

Как рассмотрено в главе III, эхолот служит для определения глубины под днищем судна. Его устройство основано на отражении звуковых колебаний очень высокой частоты от поверхности, встречающейся на пути их распространения.

Широкое распространение на судах получили эхолоты «НЭЛ-4», и за последнее время — эхолоты «Река» (рис. 125).

Диапазон измерения глубин эхолотом должен быть от 0 до 25 *м*, точность измерения ± 5 *см*.

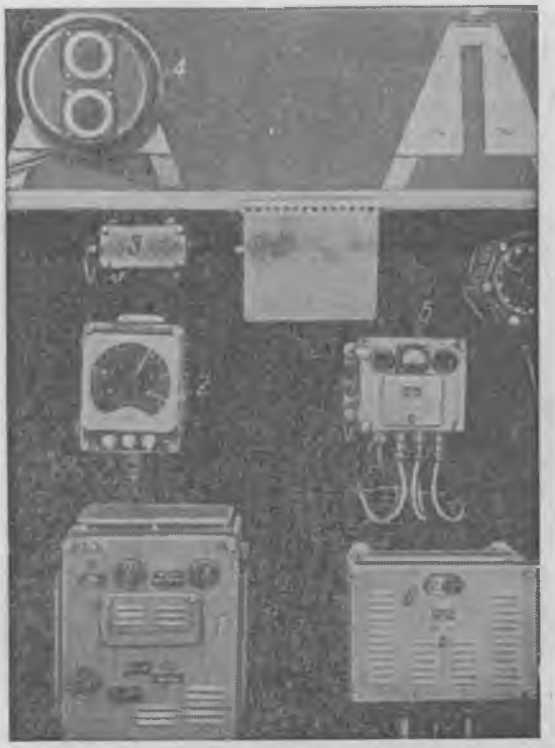


Рис. 125. Эхолот «Река»:
1 — пульт управления; *2* — указатель глубин; *3* — кабельная коробка; *4* — блок вибраторов (стационарный или переносный); *5* — щит питания; *6* — генератор

Измерение глубин должно производиться при скорости хода до 30 *км/час*.

Для буксиров-толкачей необходимо предусмотреть выносной эхолот, устанавливаемый в носовой части головной баржи состава.

При пользовании эхолотами следует помнить, что некоторые элементы прибора находятся под высоким напряжением, опасным для жизни, поэтому необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, указанные в прилагаемых к каждому эхолоту технических описаниях и формулярах.

Судовая радиолокационная станция (РЛС)

Из всех радиотехнических средств судовождения радиолокатор является наиболее необходимым для судов, плавающих как в речных, так и в озерных условиях или в прибрежных морских районах.

Принципы радиолокации были открыты А. С. Поповым в 1897 г. В последующем большой вклад в эту область сделали Б. А. Введенский, Д. А. Рожанский, Н. Л. Девятков, Н. Ф. Алексеев, В. В. Татаринов, Н. Я. Чернецов и другие.

Действие радиолокатора основано на принципе радиоэха, т. е. отражения радиоволн от различных объектов, способных в большей или меньшей степени их отражать. Он позволяет быстро и с достаточной точностью определить месторасположение любого надводного препятствия на пути судна. При пользовании радиолокатором можно плавать в условиях сла-

Рис. 126. Приемо-передатчик с антенным устройством и индикатор радиолокационной станции «Створ»:

1 — антенное устройство; *2* — приемо-передатчик; *3* — панель управления индикатором; *4* — экран индикатора; *5* — объемный, затеняющий тубус

бой видимости или при полном ее отсутствии, входить в порты, выходить из них, заблаговременно обнаруживать встречные суда, вести наблюдение за буксируемыми судами и т. д.

Радиолокационная станция состоит в основном из направляемого антенного устройства (рис. 126), передатчика импульсов, приемника отраженных радиосигналов и индикатора.

Передатчик вырабатывает электромагнитную энергию сверх высокой частоты, которая излучается антенной в нужном направлении импульсами в виде узких пучков. Встречая на пути

какой-либо объект (судно, берег, буй, маяк и т. д.), электромагнитный импульс возбуждает в нем сверхвысокочастотный ток, который, в свою очередь, вызывает излучение энергии (вторичное излучение), распространяющейся во все стороны. Часть ее улавливается антенной радиолокатора. Через приемник это вторичное излучение передается на индикатор, основной частью которого является электронно-лучевая трубка. На экране электронно-лучевой трубки получается плоское изображение окружающей судно местности (рис. 127), подобие карты местности, на которой в определенном масштабе в виде отдельных светящихся пятен и контуров видны все объекты, способные в той или иной степени отражать импульсы.

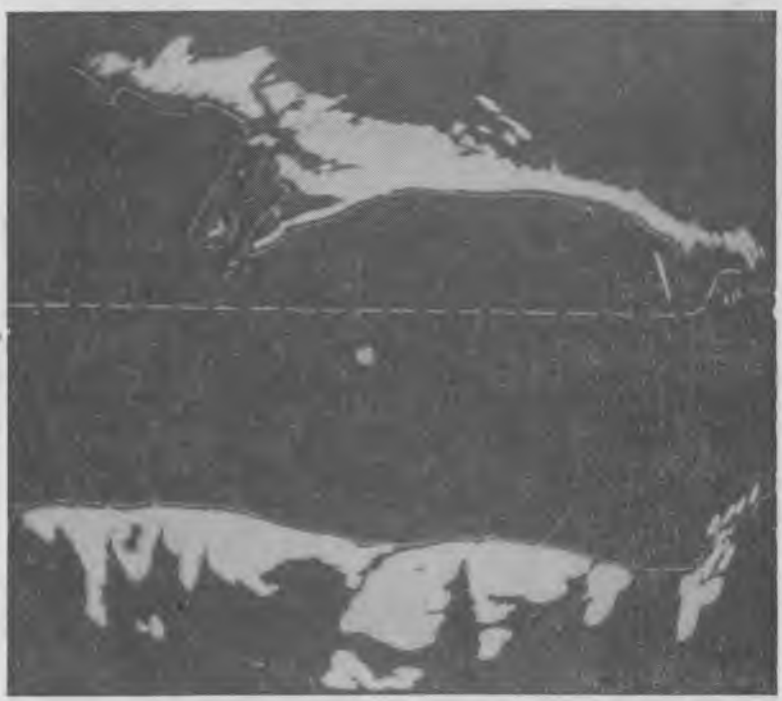


Рис. 127. Изображение на индикаторе судового радиолокатора

Для целей судовождения преимущественно применяются радиолокаторы кругового обзора типа «Створ», «Нептун», «Донец», так как они наиболее эффективны для визуального определения окружающей обстановки. В этом случае используется радиальная подача импульсов путем вращения антенны с равномерной скоростью. За полный оборот антенны импульсы, двигаясь по радиусам, обходят всю поверхность водоема.

Метод кругового обзора, использующий радиальную развертку, наиболее эффективный метод визуального определения окружающей обстановки, широко применяемый в современных навигационных радиолокаторах.

В индикаторах кругового обзора используется электронно-лучевая трубка с радиально-круговой разверткой и яркостной отметкой.

В радиальной развертке применено радиальное перемещение электронного луча с равномерной скоростью от центра экрана к его периферии.

Направление движения электронного луча синхронно связано с направлением излучения антенны. С помощью специального приспособления устанавливается едва заметная на экране яркость вращающегося радиуса, при этом видны концентрические круги, соответствующие масштабу расстояний, центр которых соответствует местонахождению судна. Таким образом, по кругам легко и быстро определяется расстояние от судна до любого видимого на экране предмета.

Для последовательного кругового обзора пространства экранам трубок в индикаторах придано свойство послесвечения, т. е. свойство сохранять изображение в течение нескольких секунд.

Благодаря этому на экране получается изображение одновременно всех окружающих предметов.

Чтобы успешно использовать РЛС для судовождения, необходимо уметь читать радиолокационные изображения, изучать отличительные особенности отдельных предметов и их контуры на экране.

Это достигается путем систематической тренировки.

Как правило, тренироваться следует в условиях хорошей видимости, чтобы можно было сравнивать изображение с натурой.

С целью тренировки полезно также организовывать так называемые «слепые» рейсы (с закрытыми окнами рубки и т. п.). При этом на мостике должен находиться опытный судоводитель, корректирующий действия другого судоводителя, осуществляющего «слепой» рейс.

Ввиду того, что при ведении судна по РЛС рулевой лишен визуальной ориентировки по береговым или плавучим знакам, эта операция выполняется с одновременным использованием судового компаса.

Рассмотренные выше навигационные приборы позволяют решить основную задачу судовождения, заключающуюся в том, чтобы привести судно безопасным и выгодным путем из одного места водного бассейна в другое, а в необходимых случаях дать судоводителю возможность избрать правильный курс. Часто на водохранилищах и озерах при недостаточной ви-

димости судоходных знаков и отсутствии радиолокаторов курс выбирают с помощью компаса. С этой целью на лоцманской карте, находящейся на судне, отмечают компасный курс увязывая его с какими-либо ближайшими ориентирами (створами, маяками, буями, ложбинами и т. д.), которые соответствуют определенному направлению судоходной трассы.

Например, на рис. 128 показан компасный курс судна, равный 55°. Этому же направлению соответствуют створные знаки, установленные у с. Ключи, которые из-за утренней дымки и большого расстояния (до них 15 *км*), не видны.

Таким образом, проходя буй № 5, судоводитель по компасу может принять курс, равный 55°, и тем самым при видимости в 1—2 *км* обеспечить безостановочное и безопасное движение

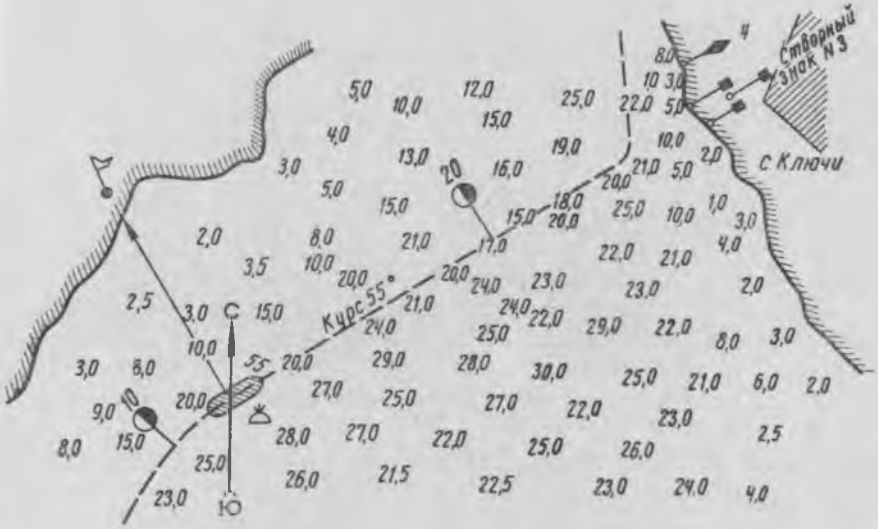


Рис. 128. Схема определения курса судна по компасу и бую

по судоходной трассе данного района. При этом особенно важно включать такие навигационные приборы, как лаг и эхолот, строго следя за пройденным расстоянием и особенно глубинами, которые надо сопоставлять с глубинами, нанесенными на навигационной карте. Такое комплексное использование навигационных приборов в практике судовождения дает положительные результаты и позволяет судоводителям выполнять график движения и безаварийно работать. Навигационные приборы следует использовать также во взаимной связи с рас-

смотренными выше способами ориентировки, так как благодаря им можно получить определенные данные, которые необходимы при ориентировке тем или другим способом.

§ 48. ПРОЧИЕ СПОСОБЫ ОРИЕНТИРОВКИ

При плавании на внутренних водных путях судоводителю крайне необходимо иметь представление о состоянии глубин, изменении уровней воды в данном районе плавания, местонахождении отдельных надводных или подводных препятствий, свальных и прижимных течений и о других факторах, которые могут повлиять на движение судна. Ниже приводятся некоторые характерные признаки, по которым можно судить о наличии или отсутствии отмеченных факторов на пути движения судна.

Определение относительных глубин. Некоторое приближенное представление о глубинах пути можно получить по виду поверхности воды, по работе движителей, по шуму и форме судовой волны и по характеру движения судна или состава. При этом глубины определяются только относительные: глубокие места в сопоставлении с мелкими; более точное же определение глубин достигается путем замера.

По виду поверхности воды можно судить о месте расположения отмели, тиховода, стрежня, корыта и подвалья переката, отдельных подводных препятствий (карчи, одинца, шалыги и т. д.), а также суводей и майданов. Как правило, в тихую погоду днем поверхность воды в реке над глубокими местами имеет волнистый вид и темный цвет, а над мелкими — более светлая и ровная вследствие ослабленного течения. При слабом порывистом ветре, наоборот, мелкие места и тиховоды покрываются мелкой волной (рябью) и темнеют, а на глубоких местах и на стрежне поверхность воды остается более ровной и более светлой. Дальнейшее же усиление ветра до значительных размеров создает волнение, которое характеризуется пологой длинной волной на глубоких участках и крутой короткой на мелких.

Этот признак дает возможность судить о глубинах на водохранилищах.

Таким образом, по виду поверхности воды и степени волнения в половодье можно судить об очертаниях затопленного яра, острова, осередка и т. п.

В меженный период при незначительном ветровом волнении или волнении от проходящих судов косы, заструги и мелководные участки переката (рис. 129) четко обозначаются крутыми волнами с гребнями.

В тихую погоду поверхность воды над застругами и косами имеет желтоватый цвет от песка и более темный над подза-

стружными ямами. На перекате в тихую погоду хорошо видно корыто, в котором поверхность воды постепенно сглаживается благодаря уменьшению глубин, а затем в районе подвалья с увеличением глубин вновь становится волнистой. В ветер подвалье переката обозначается характерным рубцом из больших крутых волн.

Районы суводей и майданов хорошо видны в тихую погоду и при слабом ветре.

В месте их расположения вода имеет темный цвет. На суводи вода и мелкие плавающие предметы (мусор) совершают враща-

Рис 129. Образование крутых волн над отмелью

тельное движение, для майданов характерно мелкое волнение (рябь). Последние образуются и над подводными препятствиями в виде карчи, одинца, крупной шалыги или какого-либо затонувшего предмета. Однако в период сильного волнения эти характерные признаки исчезают и определить местонахождение данного подводного препятствия по виду поверхности воды невозможно.

Во всех случаях судоводители должны очень внимательно следить за состоянием поверхности воды, замечать любые изменения и делать соответствующие выводы, чтобы развивать навыки и умение ориентироваться по различным признакам на поверхности воды.

По работе движителей легко определяется уменьшение глубин, так как при выходе судна на мелкое место резко изменяется режим их работы. Это изменение характеризует-

ся, прежде всего, увеличением числа оборотов гребного вала, появлением заметной вибрации, а иногда сопровождается характерным постукиванием. В этих случаях необходимо срочно принять меры предосторожности и, прежде всего, убавить скорость движения судна, а при необходимости переключить двигатели на «полный назад». После этого нужно выяснить сложившуюся обстановку и принять решение в соответствии с конкретными условиями (изменить курс или тихим ходом пройти участок с недостаточными глубинами).

Следует помнить, что при несоблюдении мер предосторожности возможен удар днищем судна о дно.

По шуму и форме придонной волны (рис. 130), образующейся за кормой судна, также легко определяется уменьшение глубин. При движении судна на мелководье эта

Рис. 130. Придонная волна за кормой судна

волна становится выше и с шумом идет за судном. В практике о таком явлении часто говорят, что «судно гребет». По шуму и форме волны можно судить о месте нахождения отмели, например, если отмель справа, то высокая волна образуется с правого борта, если отмель слева, то — с левого борта. При движении судна на мелководье высокая волна образуется как с правого, так и с левого бортов с одновременным резким уменьшением скорости движения судна и изменением режима работы движителей. Таким образом, по работе движителей,

шуму и форме придонной волны, резкому уменьшению скорости движения судна судоводитель может как в дневное, так и в ночное время судить о недостаточных глубинах, которые могут быть следствием отклонения судна от судового хода или наличия мелководья (переката) на данном участке плеса.

По характеру движения судна или состава можно получить также некоторое приблизительное представление о глубине пути, а именно, на глубокой воде суда идут спокойно, легко управляемы и устойчивы на курсе, а на мелководье они начинают рыскать и управление ими усложняется.

Определение изменения уровня воды

В отдельных случаях судоводителю необходимо знать характер изменения уровня воды: прибывает вода или убывает. Это особенно важно, когда судоводитель ведет судно на участке ниже ГЭС, где под влиянием переменного режима работы ГЭС наблюдается постоянное изменение уровня воды, тем более резкое, чем ближе ГЭС. При работе на малых реках это также важно знать, так как изменения уровней здесь происходят довольно резко.

О характере изменения уровня воды можно судить на основе личных наблюдений за урезом воды, за формой заплеска, за цветом воды и за плывущими предметами. Так например, при прибыли воды заплесок обрывист, вода становится более мутной вследствие увеличения расхода наносов, а плывущие предметы в силу образования выпуклой формы поверхности воды плывут ближе к берегам.

При убыли воды заплесок, как правило, сливается с поверхностью воды и трудно различить границу уреза, а благодаря вогнутой форме поверхности воды предметы плывут ближе к стрежневой части реки.

Рассмотренные способы ориентировки и проверки правильности курса судна показывают, что во время движения судна судоводитель должен очень внимательно изучать все явления, даже очень мелкие, которые в той или другой степени характеризуют жизнь реки, озера, водохранилища, состояние условий плавания в данный момент, и свои наблюдения и знания умело использовать в целях увеличения производительности работы флота и обеспечения безостановочного и безопасного движения.

§ 49. РЕКОМЕНДАЦИИ СУДОВОДИТЕЛЯМ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ

С образованием водохранилищ и каналов на реке созданы разнообразные, резко различающиеся условия плавания.

С целью оказания помощи судоводителям в изучении особенностей плавания на том или ином участке плеса на основе практических и теоретических обобщений в ряде бассейнов издаются «Рекомендации судоводителям по обеспечению безопасности движения судов». Эти рекомендации являются ценным практическим пособием для всех судоводителей, особенно для молодых, работающих по совмещению профессий. С помощью этих рекомендаций можно правильно ориентироваться на конкретном участке плеса и решать задачи, обеспечивающие безопасность движения. Рекомендации освещают следующие основные вопросы:

а) условия движения по отдельным участкам плеса;

б) условия прохождения основных рейдов;

в) перечень основных затруднительных для судоходства мест, где запрещается обгон и расхождение судов;

г) расчеты по определению времени и расстояний, в пределах которых происходят расхождения и обгоны судов;

д) типовые графики суточных колебаний уровней воды на перекатах, расположенных в нижних бьефах гидроузлов.

В соответствующих разделах книги нами уже рассмотрены эти вопросы, однако необходимо остановиться на расчетах по определению времени и расстояний, в пределах которых происходят расхождения и обгоны судов.

Особая важность этих расчетов возрастает в тех случаях, когда надо определить:

а) расстояние, которое будет пройдено при расхождении судов или составов;

б) возможность расхождения судов и составов до начала сложного участка пути;

в) возможность оборота до момента сближения с встречным или обгоняемым судном (составом).

При решении этих задач необходимо знать: техническую скорость движения судов (составов), которая зависит от их типа и особенностей гидрологического и метеорологического режима района движения; ориентировочные скорости движения типовых судов и составов, приведенные расстояния до встреченного или обгоняемого судна (состава) и расстояния до затруднительного участка пути.

Для расчетов можно пользоваться таблицами. В табл. 13 приведены данные об ориентировочных скоростях движения типовых судов и составов, а в табл. 14 — данные для определения времени, в течение которого произойдет обгон судов (составов) в зависимости от приведенного расстояния и разности скоростей их движения. Приведенное расстояние включает длину обгоняющего и обгоняемого судов (составов) и расстояние между ними в начале обгона, определяемое по способам, изложенным в § 44.

Таблица 13

Ориентировочные скорости движения судов и составов (составлена на основании графика движения)

Судно	Состав	Район движения	Способ движения	Направление движения	Скорость, *км/час*
«Ленин»	—	Водохранилища	—	Оба направления	26,5
«Октябрьская революция»	—	То же	—	То же	25,0
«Родина»	—	» »	—	» »	24,0
«Володарский»	—	» »	—	» »	22,0
«Бородино»	—	» »	—	» »	21,5
«Россия»	—	» »	—	» »	20,5
«Ангара»	—	» »	—	» »	20,0
«Ракета»	—	» »	—	» »	60,0
«Академик»	1 баржа 3000 *т*	Рыбинск—Горький	Толканием	Вниз	10,0
»	То же	Горький—Рыбинск	То же	Вверх	8,7
»	Сборный	Водохранилища	Разный	Оба направления	6,1
«Бор»	2 баржи 3000 и 1800 *т*	Котловка—Горький	Толканием	То же	9,35
»	То же	Горький—Котловка	То же	» »	11,3
Колесные пароходы старой постройки	Сборный	Казань—Горький	На буксире	Вверх	5,4
	То же	Горький—Казань	То же	Вниз	10,5
«Красное Сормово»	1 баржа 3000 *т* или сборный	Речные участки	Толканием	Оба направления	10,0
Колесный пароход «Ушинский»	1 баржа	Речные участки	На буксире	Оба направления	7,5
»	2 баржи	То же	То же	То же	7,0
»	Плот	» »	» »	» »	5,0
«Теплоход «Ч-800»	Плот	Водохранилища	» »	» »	3,0
»	2 баржи 3000 *т*	Речные участки	Толканием	Вверх	8,0
«Теплоход «Ч-800»	Сборный	Речные участки	Разный	Вниз	11,7
»	2 баржи 1800 *т* или сборный	Водохранилища	Толканием	Оба направления	9,6
«Шестая пятилетка»	—	Водохранилища	—	—	16,5
«Большая Волга»	—	—	—	—	15,0
Теплоход «СТ»	—	—	—	—	14,0

Ниже приводится пример расчета.

Пример. Грузовой теплоход типа «Шестая пятилетка» обгоняет буксирный состав. Длина обгоняющего теплохода 93 *м*, длина буксирного состава 210 *м*, интервал между теплоходом и составом в начале обгона 500 *м*, ско-

рость хода теплохода 18 *км/час* или 300 *м/мин*, скорость хода буксирного состава 9 *км/час* или 150 *м/мин*.

Решение:

1. Приведенное расстояние:

$$93+210+500=803\ м \approx 800\ м.$$

2. Разность скоростей хода:

$$300-150=150\ м/мин.$$

Пользуясь табл. 14, находим время, в течение которого должен произойти обгон состава. В первой вертикальной графе находим разность скоростей, равную 150 *м/мин*, а в верхней горизонтальной графе — расстояние 800 *м*. На пересечении линий: вниз от 800 *м* и вправо от 150 *м/мин*, находим время 5,3 *мин*, в течение которого произойдет обгон буксирного состава. Находим расстояние, которое пройдет обгоняющее судно с момента начала до полного завершения обгона: $300 \cdot 5{,}3 = 1590$ *м*.

Данные табл. 16 позволяют определить время, в течением которого произойдет расхождение судов.

Проще получить необходимые данные при встречах и обгонах с помощью графиков, которые приведены на рис. 131, 132. На горизонтальной оси графика отложено расстояние от 0 до 6000 *м*, которое могут проходить суда в период обгона, или расхождения, на вертикальной — время в минутах, которое затрачивается судами на обгон или расхождение. Наклонные линии — разности скоростей движения в метрах в минуту или километрах в час. Определив приведенное расстояние и найдя по табл. 13 разность скоростей движения судов, по графику (см. рис. 131) устанавливают требуемое для обгона время.

Пример. Приведенное расстояние с начала обгона 1000 *м*, скорость обгоняемого судна 12 *км/час*, обгоняющего — 18 *км/час*, т. е. разность скоростей составляет 6 *км/час* или 100 *м/мин*. Из точки *А* на горизонтальной оси, соответствующей 1000 *м*, проводим вертикально вверх линию до пересечения в точке *Б* с наклонной линией, отвечающей разности скоростей 6 *км/час*. Проведя из точки *Б* горизонтальную прямую до пересечения с вертикальной осью в точке *В*, получим искомое время, требуемое на обгон. Оно будет равно 10 *мин*. Если же из точки Б провести горизонтальную прямую вправо до пересечения в точке *Г* с наклонной линией, соответствующей скорости движения обгоняющего судна (состава), и из точки *Г* опустить перпендикуляр, то в месте пересечения его с осью абсцисс в точке *Д* найдем расстояние, которое надо пройти обгоняющему судну с начала и до полного завершения обгона. В данном случае оно равно 3000 *м*.

Для определения времени и расстояния при расхождении судов пользуются графиком, приведенном на рис. 132.

Пример. При скорости движения одного судна (состава) 13 *км/час* и другого 10 *км/час* находят точку *А* пересечения наклонных линий, отвечающих этим скоростям.

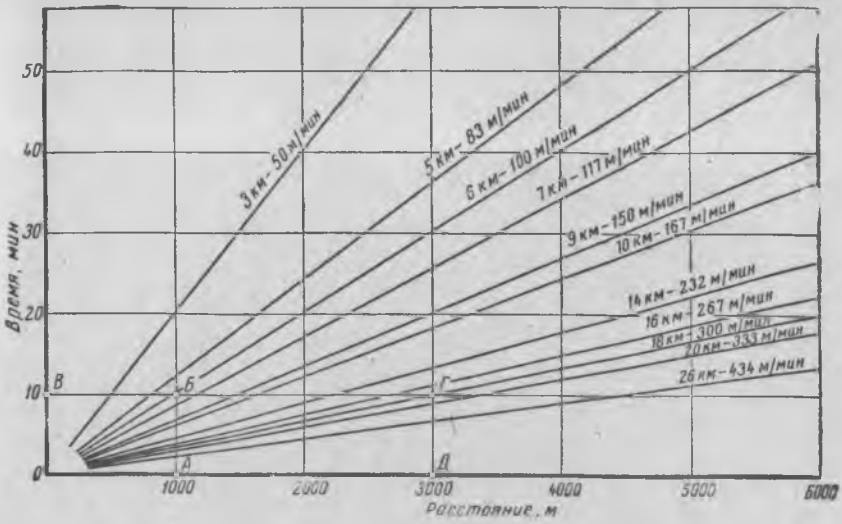


Рис. 131. График определения времени и расстояний, проходимых судами при обгонах

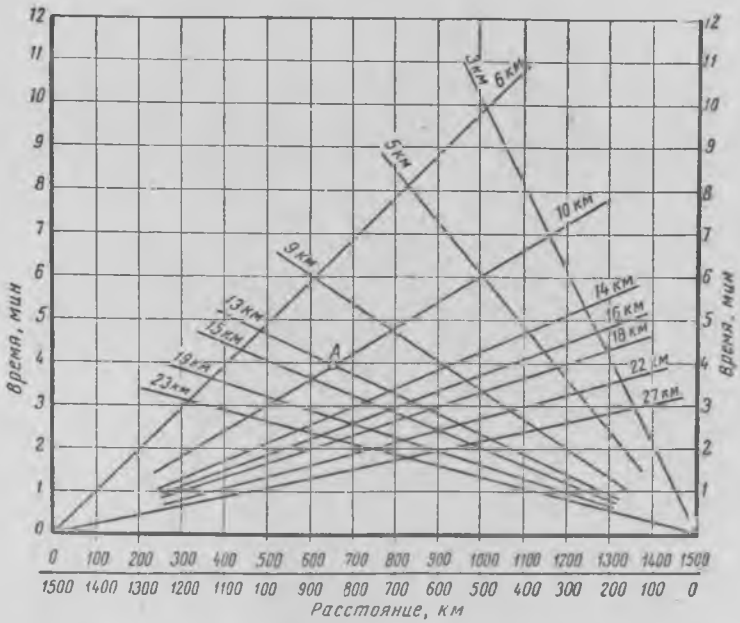


Рис. 132. График определения времени, необходимого для расхождения судов и составов, и расстояний, проходимых в период расхождения

Таблица 14

Разность скоростей		Время в минутах, в течение которого происходит обгон судов (составов) при приведенном расстоянии в м																		
м/мин	км/час	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	3000	4000	5000
17	1	8,5	17,0	25,0	34,0	42,0	51,0	60,0	68,0	77,0	85,0	94,0	102,0	111,0	120	128	170	250	340	420
33	2	3,0	6,0	9,1	12,1	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	33,0	36,0	39,0	42	45	60	90	120	150
50	3	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28	30	40	60	80	100
67	4	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	19,5	21	22,5	30	45	60	75
83	5	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8	18	24	36	48	60
100	6	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14	15	20	30	40	50
117	7	0,8	1,7	2,5	3,4	4,3	5,1	6,0	6,8	7,7	8,5	9,4	10,2	11,1	12	12,8	17	25	34	43
133	8	0,7	1,5	2,2	3,0	3,7	4,5	5,2	6,0	6,8	7,5	8,2	9,0	9,7	10,5	11,2	15,0	22	30	37
150	9	0,6	1,3	2,0	2,7	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,7	7,3	8,0	8,7	9,3	10	13	20	27	33
167	10	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	9	12	18	24	30
183	11	0,5	1,0	1,6	2,2	2,7	3,3	3,8	4,3	4,9	5,4	6,0	6,5	7,1	7,6	8,2	10	16	22	27
200	12	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7	7,5	10,5	15	20	25
217	13	0,4	0,9	1,3	1,8	2,3	2,8	3,2	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	6,0	6,5	7	9,2	13,8	18	23
233	14	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,6	3,0	3,4	3,8	4,3	4,7	5,2	5,6	6,0	6,4	8,5	13	17	21
250	15	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,3	4,8	5,2	5,6	6	8,0	12	16	20
267	16	0,4	0,7	1,1	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,2	5,6	7,5	11	15	18
283	17	0,4	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,3	7,0	10,5	14	17
300	18	0,3	0,6	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,3	5	6,6	10	13	16

Таблица 15

Сумма скоростей хода встречных судов в *км/час*	Время расхождения в *мин*	Сумма скоростей хода встречных судов в *км/час*	Время расхождения в *мин*	Сумма скоростей хода встречных судов в *км/час*	Время расхождения в *мин*	Сумма скоростей хода встречных судов в *км/час*	Время расхождения в *мин*	Сумма скоростей хода встречных судов в *км/час*	Время расхождения в *мин*
8	11,2	28	3,2	43	2,0	64	1,4	88	1,0
10	9,0	29	3,1	44	2,0	66	1,35	90	1,0
12	7,5	30	3,0	45	2,0	68	1,32	92	0,98
14	6,4	31	2,9	46	1,9	70	1,3	94	0,95
16	5,6	32	2,8	47	1,9	72	1,25	95	0,95
18	5,0	33	2,7	48	1,8	74	1,3	96	0,95
19	4,7	34	2,6	49	1,8	75	1,2	—	—
20	4,5	35	2,5	50	1,8	76	1,2	—	—
21	4,3	36	2,4	51	1,7	78	1,15	—	—
22	4,1	37	2,3	52	1,6	80	1,1		
23	3,9	38	2,2	—	—	82	1,1		
24	3,7	39	2,2	—	—	84	1,1		
25	3,6	40	2,0	—	—	85	1,0		
26	3,4	41	2,0	—	—	86	1,0		
27	3,3	42	2,0	—	—	—	—		
[illegible]						—	—		
[illegible]						—	—		

Примечание. Расчет времени произведен на расстояние 1500 *м*, установленное Правилами плавания.

Проведя из точки *А* горизонтальную прямую до встречи с осью ординат, получим время, равное 3,9 *мин*, по истечении которого произойдет расхождение судов. Если же из точки *А* провести вертикальную линию вниз на ось расстояний, то получим расстояния, которые они пройдут за время расхождения. Для судна, имеющего скорость 10 *км/час*, это расстояние равно 650 *м*, а для судна, имеющего скорость 13 *км/час*, — 850 *м*.

Из приведенных примеров видно, насколько быстро и легко определяются величины, знание которых крайне необходимо судоводителю, чтобы принять соответствующие меры по безопасному расхождению или обгону судов. Точность расчетов в этом случае зависит, главным образом, от правильного определения скорости движения судов (составов) и расстояния между ними в момент встречи или обгона.

Пользуясь приведенными расчетами, можно определить, успеет ли судно (состав) обогнать другое судно (состав) до затруднительного участка пути (перекат, рейд, подходной канал гидроузла, железнодорожный или шоссейный мост и т. п.), на подходе к которому находится обгоняемое судно (состав). При этом обгон возможен только в том случае, если обгоняющее судно пройдет расстояние в момент обгона меньшее, чем расстояния до затруднительного участка, а в отдельных случаях следует учитывать возможность ухода вперед обгоняемо-

го судна (состава) на расстояние, обеспечивающее необходимый интервал при движении по затруднительному участку, предусмотренный местными правилами плавания по внутренним водным путям.

ГЛАВА X

УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ И ПЛОТОВ ПО РЕКАМ И СУДОХОДНЫМ КАНАЛАМ

§ 50. ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПО РЕКАМ

Судоходные условия рек характеризуются рядом показателей, основные из которых: габариты судового хода, гидрологический и метеорологический режимы, наличие гидротехнических сооружений и состав навигационного ограждения. Каждый из этих показателей в той или другой степени влияет на движение судов, составов и плотов.

Габаритами судового хода определяются размеры и осадка судов, которые могут плавать по данному водному пути, и требования к их ходовым и маневровым качествам. От гидрологического и метеорологического режимов зависят скорости течений, колебания уровней воды, условия льдообразования, ледохода и ледостава, образование различного рода наносных препятствий в русле, частота и продолжительность туманов, снегопада, ветра и т. п. Разнообразие физико-географических условий обусловливает и разнообразие условий плавания по рекам. Они не остаются постоянными даже для одной реки как по ее длине, так и по периодам навигации.

Отличительной особенностью движения судов и плотов по рекам в их естественном состоянии является, прежде всего, то, что оно происходит в условиях течения и стесненного судового хода, имеющего относительно небольшие ширины и глубины и радиусы закруглений, особенно на лимитирующих участках, которыми могут быть: перекаты, крутые изгибы русла, раздвоение русла и т. п., а также места расположения различных инженерных и гидротехнических сооружений.

С целью увеличения технической скорости при движении вниз, как об этом отмечалось в § 9, курс судна следует прокладывать по стрежню, где наибольшие скорости течения, а при движении вверх — по участкам с меньшими скоростями

течения, расположенными ближе к берегам и имеющими зачастую меньшие глубины.

Однако следует помнить, что выигрыш в скорости движения судна при движении по участкам с небольшими скоростями течения не всегда достигается, так как может оказаться недостаточный запас воды под днищем судна, ввиду чего резко увеличиваются сопротивления и уменьшается скорость движения судна.

Выигрыш в скорости благодаря движению судна по тиховоду возможен только в том случае, если глубины на тиховоде не увеличивают сопротивление на такую величину, из-за которой уменьшение скорости превышает ее прирост вследствие использования тиховода.

Движение судов при выходе из зоны слабого течения на стрежень или обратно обычно осложняется, особенно если выход производится под большим углом к направлению границы тиховода и транзитного потока. Если не принять мер предосторожности, может произойти «защечивание» судна, которое вызывает резкое отклонение его от первоначального курса движения. Такое явление особенно нежелательно для буксирных составов, так как «защечивание» головного судна сопровождается рывком и отклонением в обратную сторону следующего за ним судна. В результате этого, как правило, обрываются учалочные тросы, что может привести к постановке состава на мель. Аналогичные последствия могут быть при выходе судна под большим углом из зоны транзитного потока в зону тиховода. Поэтому заходить в тиховод или выходить из него необходимо по возможности под меньшими углами к направлению течения (рис. 133).

Большое влияние на условия движения судов и плотов по реке, как рассмотрено выше, оказывают неправильные течения в виде прижимных, свальных, суводей и майданов (рис. 134).

Кроме этого, судоводителю часто приходится вести суда в особых метеорологических условиях, осложняющих его работу — при ярком солнечном освещении, темной ночью, в дождь, снегопад, туман, при утренней дымке, вечерних сумерках, в ясную лунную ночь и т. п.

При ярком солнечном освещении трудно различать цвет бакенов или увидеть на светлом фоне белую отмашку встречного или обгоняемого судна. Чтобы улучшить видимость в этих условиях изменили форму красных бакенов, сделав их шарообразными, на белом бакене нередко наносят на гранях черные полосы, а на судах применяют вместо белой красную или же световую импульсную отмашку.

В ясные лунные ночи от высоких берегов и расположенных на них предметов падают тени, которые закрывают очертания подводных или надводных препятствий, находящихся в теневой

зоне. Судоводитель, не видя в тени характерных примет, может не заметить плывущего предмета или небольшого судна и столкнуться с ним.

При тихой погоде и лунном освещении вода приобретает светло-блестящий вид, поэтому пески и отлогие берега слива-

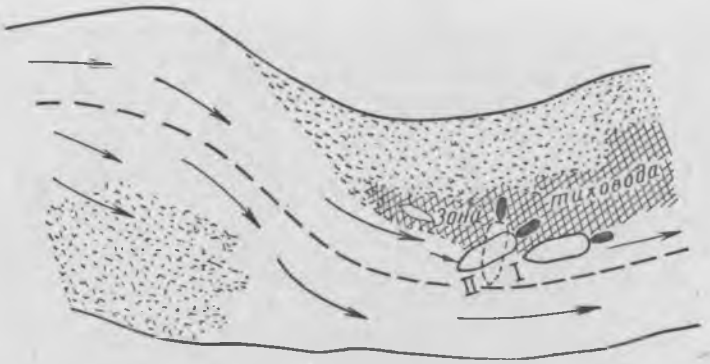


Рис. 133. Схема выхода состава из тиховода:
I — правильный выход;
II — неправильный выход

ются с цветом воды, чем затрудняется ориентировка, так как при этом неясно видно линию уреза воды. Такое же явление наблюдается при лунном и солнечном освещении, когда берега покрываются снегом.

Лунные облачные или безлунные, но звездные ночи — наиболее удобные условия для движения, так как в это время легко различимы все надводные предметы, по которым судоводитель ориентируется.

Движение судна в условиях сильного ветра осложняется дрейфом. Судно, особенно с высокими надстройками и малой осадкой, сносится с курса в сторону действия ветра, в результате чего в стесненных речных условиях оно может сесть на мель, навалиться на подводные и надводные препятствия и потерпеть аварию. При ветре значительно осложняются маневровые операции, особенно в момент привала к причалу или отвала от него, при проходе под мост, при заходе в шлюз, в затон, а также при прохождении лимитирующих участков пути.

При сильном дожде, снегопаде, а также в безлунные темные весенние и осенние ночи видимость значительно ухудшается. И нередко исчезает всякая возможность различать какие-либо предметы.

В этих случаях судоводитель должен строго соблюдать Правила плавания по внутренним водным путям. Вести судно следует только на небольшой скорости. Если для освещения применяется прожектор, то надлежит его включать периодически на короткое время только для уточнения своего местона-

хождения. Пользоваться им для постоянного освещения и наблюдения запрещается, так как светом можно ослепить судоводителя встречного судна, и, кроме того, после продолжительного освещения прожектором глаза судоводителя на определенный период хуже различают окружающие предметы.

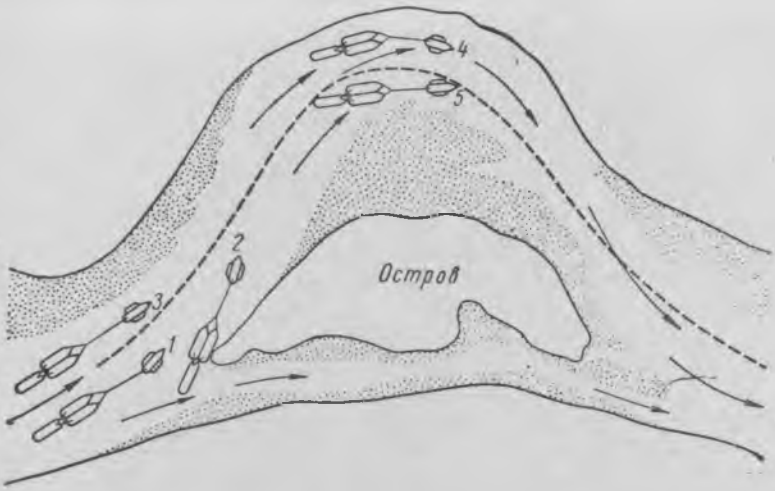


Рис. 134. Схема влияния на состав затяжных и прижимных течений:
1 и *4* — неправильный курс; 2 — момент навала; *3* и *5* — правильный курс

Рекомендуется ночью пользоваться ночным биноклем. При полном отсутствии видимости во время тумана, мглы, изморози, снегопада и отсутствии на судне действующей радиолокационной установки судоводитель должен избрать удобное место и поставить судно или состав на якорь до наступления видимости.

§ 51 УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ ФЛОТА ПО РЕКАМ В ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ И МЕЖЕНИ

Во время половодья с увеличением расхода воды значительно возрастают скорости течения, а зачастую изменяется и направление течения (см. рис. 20). Значительное повышение скоростей течения чаще всего наблюдается у рынков гор, в ярах и в протоках. Нередко через затопленные яры создаются сильные свальные течения, особенно на малых реках, а в местах разветвления русла возникают затяжные течения, воздействию которых в большой степени подвергаются плоты и буксирные составы. Поэтому такие участки пути следует проходить с особой осторожностью, придерживаясь выпуклого берега, а в некоторых случаях необходимо прибегать к помощи вспомогательного судна.

Особым препятствием в период половодья становятся крутые изгибы, на которых прижимные течения достигают существенных размеров, а также надводные и тем более не глубоко затопленные острова.

В половодье значительно увеличиваются габариты судового хода, и суда идут не только основным руслом, но и по затопленной пойме или воложками, которые часто используются судоводителями в целях сокращения пути. Однако в этих случаях необходимо быть внимательным, особенно ночью, когда легко потерять ориентировку и сбиться с курса, так как в половодье исчезает много искусственных и естественных примет, которыми можно было пользоваться в межень.

Осложнения в ориентировке возникают еще и потому, что в половодье, как правило, действует в основном только береговая судоходная обстановка; плавучих знаков обстановки мало и ими обставлен не судовой ход, как это делается в межень, а опасные для судоходства, скрытые под водой острова, осередки, мысы пойменных берегов и т. п. Береговые знаки удалены друг от друга и нередко плохо видны судоводителю. Поэтому в период половодья исключительное значение приобретает ориентировка по оставшимся незатопленными искусственным и естественным приметам, изучение которых особенно необходимо.

Исключительно осторожным и внимательным в выборе курса движения следует быть в переходный период от весенних условий плавания к меженным. В это время происходит спад воды и по мере появления пойменных грив образуются течения, направленные с поймы в русло реки, которые могут вызвать рыскливость судов и составов. В этот период особую опасность представляет даже незначительная задержка судна на мели, так как вследствие быстрой убыли воды (от 0,5 *м* до 1,0 *м* в сутки) возможна его обсушка, а при неровностях грунта — перелом корпуса судна или его деформация.

При дальнейшем спаде воды река входит в берега, обнажаются затопленные острова, осередки, побочни, печины, косы, высыпки и другие препятствия для судоходства. Наступает меженный период. Судовой ход становится более извилистым и с последующим понижением уровней воды появляются сложные лимитирующие перекаты, глубины и ширины судового хода уменьшаются, ввиду стесненности меженного русла значительно осложняются маневровые операции.

Однако при наличии перечисленных трудностей меженный период имеет и свои положительные стороны. С наступлением межени русло получает более четкие очертания, а судовой ход приобретает более постоянное положение. Количество искусственных и естественных примет и судоходных знаков возрастает. Определенный и устойчивый характер получают и скорости, и направления течений.

Сложным по условиям движения флота является осенний период. Хотя глубины несколько увеличиваются по сравнению с меженью благодаря интенсивному дождевому питанию, но появляются туманы, мгла, изморозь снегопад и в конечном итоге лед. Кроме того, в завершающий период навигации снимают плавучую обстановку и судоводителям приходится ориентироваться только береговыми знаками, а также искусственными и естественными приметами. Вследствие сложности гидрометеорологических условий в осенний период особенно важно соблюдать осторожность при судовождении, так как с появлением тонкого осеннего льда (резца) возможны повреждения корпуса судна, а льдом судно может быть смещено с судового хода и потерпеть аварию. Как правило, в этот период работают специальные ледокольные суда, а также приспособленный для работы во льдах флот, руководимый опытными судоводителями.

§ 52. УСЛОВИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ СУДОВ ЧЕРЕЗ ПЕРЕКАТЫ

В период половодья скорости течения на перекатах уменьшаются по сравнению с меженными, а направление течений становится более пологим.

В этот период перекаты для судоходства особых затруднений не представляют.

В межень перекаты оказывают существенное влияние на движение судов. Вследствие того, что судовой ход на перекатах имеет небольшие ширину, глубину и радиус закругления, трудно, а в ряде случаев и совсем невозможно, выполнить на нем расхождение или обгон. Являясь как бы естественной плотиной, перекат подпирает воду верхней плесовой лощины. Переливаясь через гребень переката, вода приобретает скорости, значительно большие, чем в плесах. При этом поверхностные струи, переливаясь через ухвостье верхних песков, образуют свальные течения (рис. 135), а идущие по корыту переката в сторону яра — прижимное течение.

Буксируемые составы и особенно плоты подвержены большему влиянию течений, чем толкаемые составы и одиночные суда. Поэтому при подходе к перекату судоводитель должен определить направление основных или, как говорят, главных струй, и избрать курс таким образом, чтобы эти струи способствовали успешному прохождению.

При движении по перекату вниз одиночных самоходных судов рекомендуется уменьшить скорость движения, так как в ряде случаев (при малых запасах воды под днищем) суда приобретают рыскливость от влияния мелководья и судовых волн. Кроме того, при следовании полным ходом

увеличивается осадка судна, в результате чего оно может удариться днищем о дно реки.

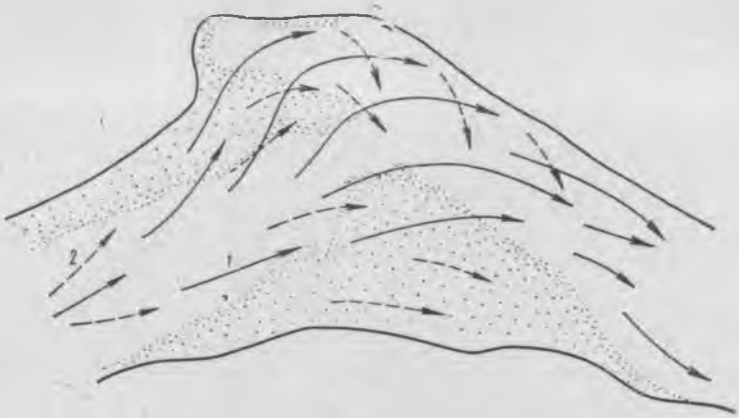


Рис. 135. Схема течений на перекате:
1 — поверхностных; *2* — донных

При заходе одиночного судна сверху на перекат (рис. 136), имеющий свальные течения через ухвостье верхних песков, следовании по его корыту и при выходе с него необходимо при-

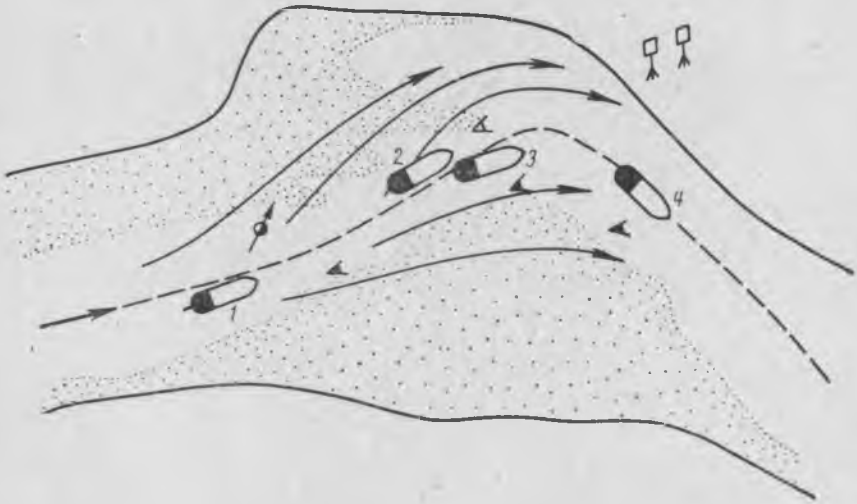


Рис. 136. Схема движения судна по перекату вниз:
1, 3, 4 — правильный курс; *2* — неправильный курс

держиваться нижних песков. Поворот следует делать плавно, чтобы избежать большого раската в сторону яра.

Условия прохождения переката снизу одиночным судном гораздо проще, как и вообще управление судами, идущими против течения.

К перекату оно должно подходить таким образом, чтобы диаметральная плоскость была перпендикулярна линии подвалья переката и направление движения судна было параллельно сливу воды через перекат. Если судно подойдет к подвалью переката под большим углом (рис. 137) и затем будет круто поворачивать на судовой ход переката, то под действием сильного течения, действующего на его носовую часть, оно может не выйти на перекат, а направиться в сторону верхней косы.

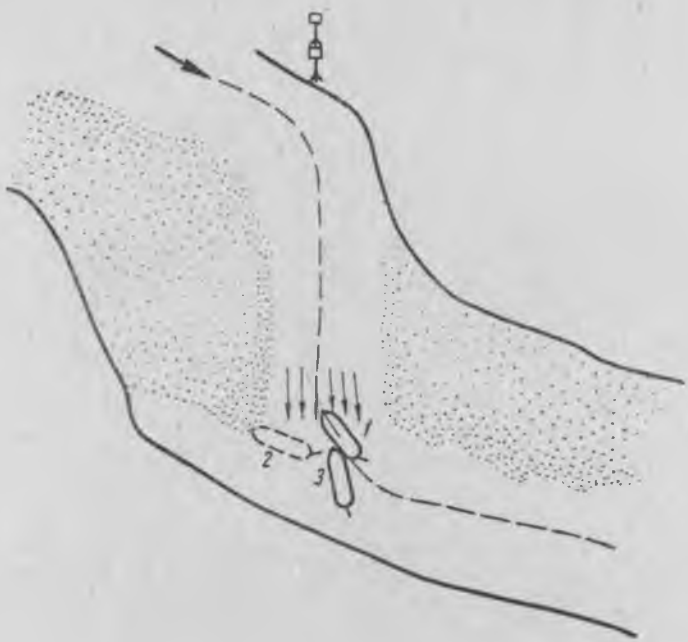


Рис. 137. Схема движения судна по перекату вверх:
1 — неправильное положение; *2* — момент зарыска в сторону верхней косы; *3* — правильное положение

Условия прохождения переката сверху и снизу буксируемым составом аналогичны условиям прохождения одиночными самоходными судами. Однако при ходе вниз необходимо заблаговременно до подвалья плавно уклониться в сторону нижних песков, чтобы состав проходил подвалье под некоторым небольшим углом к направлению течения. При этом уменьшается раскат состава в сторону яра. Наиболее сложно проводить через перекат плоты, так как они особенно подвержены влиянию течений. При проводке плотов

через перекат надо применять вспомогательный буксир, лоты и цепи-волокуши.

Последние широко используют на малых реках в весенний период при движении вниз буксируемых судов как по перекатам, так и в изгибах русла реки. Они способствуют устойчивому движению, снижая раскат состава.

При следовании с составом вверх необходимо соблюдать следующее главное условие: не доходя до подвалья переката, убавить ход и подойти к подвалью переката с таким расчетом, чтобы головная баржа состава заходила на подвалье параллельно сливу воды. В тот момент, когда она подойдет к подвалью, следует прибавить ход до полного. В этом случае следующие баржи состава будут точно следовать за ней.

Если же подойти к перекату, не снизив скорости хода и не выравняв состав, особенно головную баржу (по направлению слива), то, как правило, состав получает «зарыск» в сторону верхней косы, в результате которого возможен разрыв счалов, поломка судов и посадка их на мель.

Толкаемые составы меньше подвержены действию течений при прохождении перекатов, однако толкачу следует осторожно идти вниз по перекату, особенно на сбеге с переката при крутых поворотах судового хода, так как толкаемый состав получает на повороте значительный раскат. В связи с этим надлежит заблаговременно начинать поворот, маневрируя не только рулями, но и работой машин.

§ 53. ПРОХОЖДЕНИЕ СУДОВ И ПЛОТОВ ПОД МОСТАМИ, В РАЙОНЕ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ И ЧЕРЕЗ ДРУГИЕ ЗАТРУДНИТЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ ПУТИ

Условия движения под мостами. Мосты через судоходные реки обычно располагают на прямолинейных участках русла, перпендикулярно к направлению течения; однако с течением ряда лет под воздействием речного потока русло реки может переформироваться, вследствие чего меняется направление течений по отношению к оси моста.

Поэтому в районе мостов скорости течения не только повышены, но зачастую не совпадают с направлением оси судового хода.

Косина струй и увеличение скорости течения особенно ярко выражены в период половодья вследствие того, что подходные дамбы преграждают путь весенним течениям по пойме того и другого берега (при двухсторонней пойме), отклоняют пойменные течения в сторону отверстия моста, вызывая этим косые течения с поймы в коренное русло (рис. 138). В это же время дамбы и устои моста, сужая живое сечение русла реки, создают подпор и повышают уровни воды выше моста, что обуслов-

ливает повышенные уклоны и скорости течения в пролетах моста.

Ниже моста образуются также косоструйные течения, направленные в сторону поймы того и другого берега.

Затруднения при прохождении судов под мостами в весенний период вызываются еще и тем, что с повышением уровня воды расстояние от поверхности воды до нижней кромки фермы моста уменьшается и на судне приходится заблаговременно наклонять мачты, а иногда и трубы.

В меженный период отмеченные затруднения сказываются в меньшей степени, в то же время продолжают сохраняться несколько повышенные скорости течения в пролетах и зачастую возникают косоструйные течения, обусловленные формой русла.

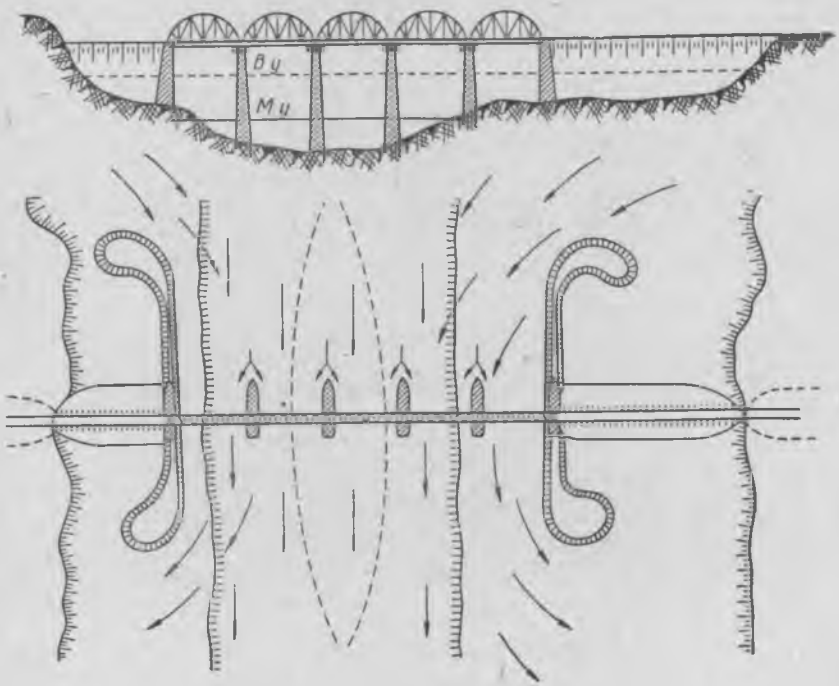


Рис. 138. Течения в районе моста

Суда, составы и особенно плоты, идущие сверху под мост, подвергаются воздействию указанных выше течений. Поэтому при заходе в пролет моста судоводители испытывают особые затруднения. В целях оказания им помощи перед мостом ставят направляющую плавучую обстановку, а на отдельных наиболее затруднительных подмостовых участках дежурят специ-

альные вспомогательные суда, оказывающие помощь при проводке под мост, главным образом, плотов.

Очевидно, для того чтобы безаварийно провести судно, состав или плот под мост, надо хорошо знать направление предмостового течения и учитывать действие ветра. Направление течений зависит от местных условий, поэтому необходимо следить за теми факторами, которые могут в той или иной степени изменить его направление.

Основными мерами предосторожности при проходе под мост являются: уменьшение длины буксирного троса, применение цепей-волокуш, проводка состава под мост кормой вниз или в расчалку, т. е. по одному судну, использование дополнительной тяги и т. п.

Особенности движения в районе наплавных мостов определяются также предмостовыми направлениями течения и малой шириной разведенной части. Поэтому при подходе сверху или снизу к таким мостам надо направлять судно или состав в середину пролета, учитывая при этом действие других факторов и соблюдая указания о прохождении наплавных мостов и мест паромных переправ, изложенные в Правилах плавания по внутренним водным путям.

Во всех случаях значительно усложняется прохождение под мостами в ночное время, так как тени, падающие от ферм и устоев, затрудняют ориентировку, а, следовательно, и выбор правильного курса. Судоводители при подходе ночью к мосту должны быть особенно внимательны ко всем факторам, которые могут повлиять на движение судна, и заправлять состав или плот под мост с большой осторожностью, строго придерживаясь знаков судоходной предмостовой и мостовой обстановки.

Условия движения судов у выправительных и водозаборных сооружений. Выправительные сооружения в виде береговых укреплений, струенаправляющих дамб, полузапруд и т. п. устраивают с целью улучшения судоходных условий на данном участке реки.

Следует отметить, что то или другое выправительное сооружение, воздвигнутое в русле реки, нарушает характер течения, уменьшает ширину судоходной полосы, обусловливает возникновение за ним суводей или майданов и усложняет этим условия движения судов.

При уровнях стояния воды выше среднемеженного выправительные сооружения обычно затопляются. Судоводители должны быть особенно осторожны в этот период. При малом слое воды над сооружениями возможны навалы и удары судна о сооружение, что может привести к серьезным повреждениям его корпуса и даже к затоплению.

На малых реках устраивают выправительные сооружения легкого типа.

При плавании около выправительных сооружений необходимо соблюдать осторожность, чтобы не ударить их судном, так как они могут быть сорваны и повреждены; не следует в весенний период проходить над ними с опущенными лотами, волокушами и класть якоря в местах их расположения.

Условия движения по шлюзованным рекам. Рассмотрим условия движения по рекам, шлюзованным с помощью низконапорных разборных плотин, условия движения по которым значительно отличаются от условий движения как по свободным рекам, так и по рекам со стоком, зарегулированным с помощью высоконапорных постоянных плотин. Это отличие проявляется в том, что габариты пути на рассматриваемых реках в межень ограничиваются размерами шлюзов, а в весенний период — судоходными отверстиями разборных плотин.

В половодье у разборной плотины (рис. 139) сильно возрастают скорости течения в судоходной ее части и образуются косоструйные течения, напоминающие течения у мостов. А так как во время половодья шлюзы затоплены и суда проходят через разобранную часть плотины между ее устоями, минуя шлюзы, то условия движения судов аналогичны условиям движения под мостами. Основными мерами безаварийного прохождения судов через отверстие плотины могут служить:

а) правильная заправка судна или состава по оси отверстия разобранной части плотины;

б) спуск состава кормой вниз, а если это невозможно, проводка его с помощью дополнительной тяги.

На малых реках в половодье суда иногда проводят через глухие затопленные плотины. В створе такой плотины наблюдаются повышенный уклон, значительные скорости течения и косоструйность. Это осложняет движение составов, поэтому буксируемые суда необходимо проводить в расчалку.

Следует также учитывать, что период стояния высоких уровней на малых реках, как правило, небольшой, а спад воды проходит очень интенсивно, поэтому судно при малейшей задержке может остаться за плотиной до наступления следующего половодья.

Особенности движения судов и плотов во время строительства гидроузла. В процессе строительства гидроузла судоходные условия реки в створе высоконапорной плотины изменяются по мере готовности отдельных сооружений. Как правило, на судоходных реках строительство начинается с береговых объектов, после чего приступают к возведению сооружений в русле. При размещении водосливной плотины и здания ГЭС в русле часть русла отгораживают перемычками, за которыми насухо возводят эти сооружения.

Первоначальный период строительства мало влияет на движение судов, которые проводят основным руслом, только несколько стесненным.

Однако и в этом случае надо соблюдать осторожность и внимательность при приближении к месту строительства, так как большое скопление огней на стройке порой дезориентирует и ослепляет судоводителей. Кроме того, в створе плотины наблюдаются повышенные скорости течения.

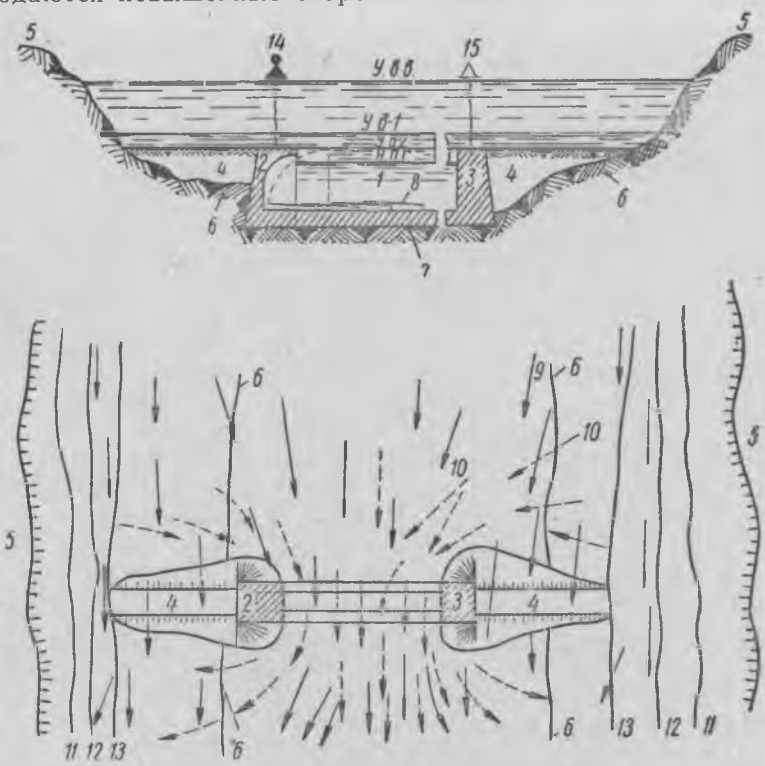


Рис. 139. Схема весенних течений в районе разобранной судоходной плотины:

1 — отверстие плотины; *2* — толстый устой; *3* — тонкий устой; *4* — сопрягающие дамбы; *5* — коренные берега долины; *6* — меженные берега русла; *7* — фундамент (флютбет); *8* — уложенные фермы; *9* — течение при уровнях, превышающих высоту устоев, — 2; *10* — течение при уровнях ниже площадки устоев, н. п. у. — нормальный подпорный уровень, поддерживаемый плотиной в собранном виде; *11* — урез при уровне высоких вод; *12* — урез воды при уровне — 1; *13* — урез воды при уровне — 2; *14* — красный бакен; *15* — белый бакен

С окончанием основных береговых сооружений приступают к перекрытию русла реки глухой плотиной. Если русло реки перекрывается в навигационных условиях, то суда пропускают через временный обходной канал и шлюз, которые к этому времени должны быть готовы. Если перекрытие реки совершается без устройства обходного канала, то суда проводят по главному руслу в условиях постепенного его сужения и увеличения скоростей течения до таких пределов, что движение вверх возможно только с помощью дополнительных буксировщиков. Зна-

чительное сужение русла обычно приурочивают к концу навигации, и в это время в связи с малыми размерами судоходного пролета и большими скоростями течения организуется только односторонняя проводка судов. В ряде случаев судоходство прекращают до окончания перекрытия.

§ 54. ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ФЛОТА В НИЖНИХ БЬЕФАХ ГИДРОУЗЛОВ

Судоходные участки рек, расположенные ниже плотин, или, как их принято называть, нижние бьефы по условиям судоходства в своей основе сходны с речными. Тем не менее с постройкой гидроузлов и с созданием крупных водохранилищ, в гидрологический режим нижних бьефов вносятся, как отмечалось об этом в § 34, существенные изменения, связанные в межень с неравномерным стоком в течение суток и недели и, как следствие, с резкими суточными колебаниями уровней.

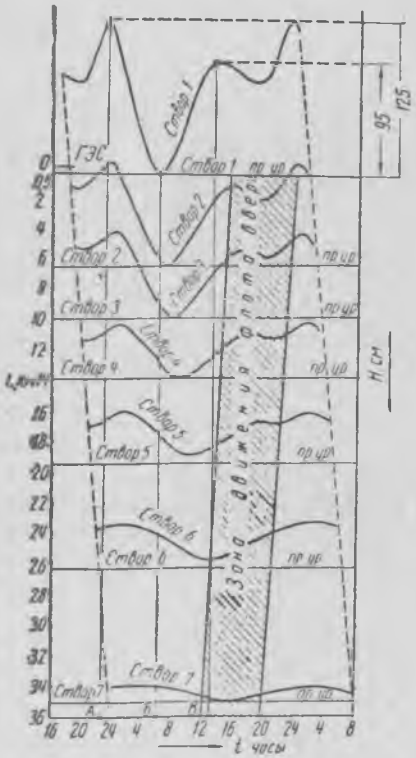


Рис. 140. Типовой график колебаний уровней воды

Типовой график колебаний уровней воды изображен на рис. 140.

При прохождении по участку минимальных расходов воды (попусков) через турбины ГЭС резко понижаются уровни воды, вследствие чего глубины на перекатах падают, затрудняя движение судов и составов, а в отдельных случаях отсутствует всякая возможность беспрепятственного прохождения таких участков пути, в результате чего суда вынуждены отстаиваться в ожидании повышенных расходов воды. Поэтому при прохождении участков реки, находящихся под влиянием режима работы ГЭС, судоводитель в первую очередь должен выяснить время прохождения повышенных уровней через затруднительные места плеса (см. рис. 140) и проводить по ним суда по возможности в дневное время с принятием мер предосторожности, так как при увеличении расходов воды возрастают продольные скорости и усиливаются прижимные и свальные течения.

На графиках (см. рис. 140) по горизонтальной оси отложены часы суток, а по вертикальной — две шкалы: на левой даны расстояния в километрах от створа гидроузла, а на правой — превышение волны попуска в сантиметрах над проектным уровнем в районе каждого переката на участке.

Из графиков видно, что в течение суток при гарантированном режиме работы ГЭС в нижнем ее бьефе наблюдаются две волны попусков: первая между 6 и 13 *час* и вторая между 19 и 23 *час*. Причем гребень первой волны подходит к начальному створу № 1 в 13 *час*, а второй — в 23 *час*; высота гребня первой волны над проектным уровнем 95 *см*, второй — 125 *см*.

Пользуясь такими графиками, можно загружать суда, ориентируясь не на минимальные глубины в нижнем бьефе гидроузла, а на некоторые более повышенные глубины всего участка реки и в часы подъема уровней воды (рис. 140 — заштрихованная зона) проводить суда с большей осадкой.

В период весенних половодий из водохранилищ с частичным сезонным регулированием стока в нижний бьеф через турбины ГЭС срабатывается только часть воды; другая ее часть сбрасывается через водосливные отверстия бетонной плотины. В этот период наблюдаются значительные скорости течения воды в нижних бьефах, особенно в месте захода в нижний подходной канал. Кроме того, в результате интенсивного сброса весенних вод через водосливную часть плотины на участках, расположенных ниже ее, наблюдается волнобой. Поэтому движение судов в этой зоне затруднительно. Кроме того, в первые годы эксплуатации гидроузлов, расположенных на песчаном ложе, наблюдаются значительные размывы дна в нижнем бьефе и отложения наносов как в районе выхода из подходного канала, так и ниже на перекатах, что вызывает необходимость интенсивного проведения землечерпательных работ.

§ 55. УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ И ПЛОТОВ ПО КАНАЛАМ

Условия движения судов и плотов по соединительным, подходным и другим каналам значительно осложнены в результате ограниченных габаритов пути и наличия гидротехнических сооружений: мостов, шлюзов, заградительных ворот и т. п.

Течение на каналах, как правило, незначительно и возникает в результате питания их насосными станциями и опорожнения камер шлюзов при шлюзовании. Небольшое течение с одной стороны,— положительный фактор, так как уменьшает сопротивление движению судов, а с другой — отрицательный, так как значительно снижает управляемость, особенно при пониженных скоростях движения, обусловливаемых местными правилами плавания, чтобы предотвратить разрушение берега и дна канала.

Ограниченные размеры канала по ширине (рис. 141), затрудняющие маневрирование, приводят к тому, что и небольшие скорости течения оказывают значительное влияние на управляемость судов и составов.

Вследствие сравнительно малых запасов воды под днищем судна при движении по каналу ухудшается устойчивость его

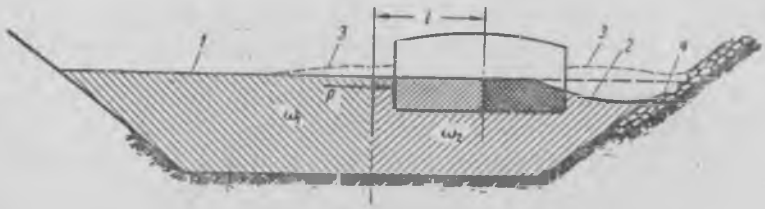


Рис. 141. Схема нарушения симметрии гидродинамических сил, действующих на корпус судна при движении в канале:

1 — уровень воды в канале; 2 — положение уровня воды на траверзе судна; 3 — повышение уровня воды за кормой судна; 4 — разрушение откоса (берега) судовыми волнами; ω_1 и ω_2 — площади поперечного сечения канала левой и правой его сторон; l — смещение судна от оси канала; P — равнодействующая давлений воды с правого и левого бортов судна

на курсе, особенно при действии бокового ветра, что может быть причиной столкновения при встречах или обгонах, а также навала судна или состава на берег.

Движение по судоходным каналам обычно двухстороннее. При одностороннем движении встречи и обгоны разрешаются только в специально предназначенных для этого расширенных местах. В подходных каналах к шлюзам, в зонах заградительных ворот, паромных переправ, мостов обгон и расхождение судов и составов запрещены.

Между одиночными самоходными судами и составами при движении по каналу в одном направлении должны соблюдаться интервалы не менее 500 *м*, а между плотами—не менее 2 *км*.

Встречи и обгоны при движении на каналах являются очень ответственными маневрами, так как малая ширина пути не дает возможности разойтись судам и составам на большом расстоянии друг от друга, кроме того, процесс отклонения в сторону откоса опасен ввиду появления рыскливости; уменьшение же скорости движения также сопровождается ухудшением управляемости. Отсюда следует, что при расхождении и обгоне необходимо соблюдать особую осторожность и в первую очередь заблаговременно до расхождения убавить ход до допустимых пределов, не влияющих на управляемость, затем плавно уклониться в сторону того или другого откоса. После того как суда сравняются, скорость движения можно прибавить и довести ее до установленной для данного канала местными правилами плавания.

На участках канала с закруглением встреча судов, и особенно буксирных и плотовых составов, затруднена еще тем, что оба расходящихся судна или состава получают раскаты в сторону вогнутого берега. На закруглениях обычно канал несколько расширяют в сторону выпуклого берега. Идущее судно (состав) должно уменьшить скорость хода или остановиться и дать пройти закругление встречному судну.

Если же закругление большое и ожидание вызовет значительную потерю времени, то при встрече на закруглении надо несколько убавить ход, чем уменьшится центробежная сила, вызывающая раскат, и разойтись. На прямолинейных участках следует вести судно или состав по оси канала, строго ориентируясь знаками судоходной обстановки.

Условия движения судов и плотов на каналах осложняются в ночное время, в условиях плохой видимости (дожде, мгле, снегопаде и т. п.) и особенно в завершающий период навигации с появлением заморозков.

ГЛАВА XI

ОСОБЕННОСТЬ РАБОТЫ ФЛОТА НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ И ОЗЕРАХ

§ 56. ДВИЖЕНИЕ СУДОВ И ПЛОТОВ ПО ВОДОХРАНИЛИЩАМ И ОЗЕРАМ

Движение флота по водохранилищам и озерам происходит по глубоководному и спрямленному пути при большой ширине судового хода. Однако на отдельных участках и здесь встречаются отмели, рифы, банки, камни и т. п., ограждаемые знаками судоходной обстановки (см. § 39).

Главные трудности здесь представляют тяжелый ветроволновой режим и сложность в ориентировке, по сравнению с ориентировкой на реках.

Условия плавания на основных судоходных трассах водохранилищ и в зоне проектного подпора во время ветра наиболее трудные, на дополнительных трассах, проложенных вдоль берега и защищенных от волнения, а также в зоне выклинивания подпора, они близки к речным. Это относится и к большим естественным озерам. На малых озерах условия плавания по существу ничем не отличаются от речных.

Границы каждого участка, на котором условия плавания относятся к разряду «О», устанавливаются для данного озера или водохранилища местными правилами плавания и объявляются бассейновыми управлениями пути (техническими участками, гидрорайонами) для сведения судоводителей.

На этих участках разрешается плавание только тем судам, которые имеют разряд «О», причем только тогда, когда сила ветра при штормовой погоде не превышает установленные ограничения для данного судна. Поэтому судоводители и шкиперы, прибыв в пункт, от которого начинаются озерные условия плавания, обязаны предъявить диспетчерскому аппарату судовые документы, удостоверяющие пригодность судов к плаванию в указанных районах. Диспетчер порта или капитан рейда должен просмотреть судовые документы и проверить пригодность

судна к плаванию в озерных условиях при определенной погоде.

Перед выходом в плавание судно необходимо укомплектовать командой в соответствии со штатным расписанием и требованием инспекции судоходства и портового надзора. Командный состав судна должен иметь дипломы на право управления судном в предстоящем районе плавания. Судно следует снабдить необходимым инвентарем и оборудованием в соответствии с правилами Речного Регистра РСФСР, при этом особое внимание должно быть обращено на исправность буксирного и якорного устройства (шпилей, брашпилей, лебедок), на наличие тросов и якорей соответствующего веса, якорных цепей соответствующего калибра, на исправность иллюминаторных крышек, на исправность и надежность рулевого устройства, на исправность спасательных средств.

При отправлении в рейс диспетчер выписывает судоводителю приказ, отмечая в нем основные условия (ограничения движения в зависимости от погоды, установленную высоту надводного борта и т. п.), при которых разрешается движение на данном участке озера или водохранилища, и вручает ему необходимые материалы, содержащие сведения о путевых условиях, а также общий и рейсовый прогнозы погоды.

Для движения по водохранилищам и озерам суда в составе учаливают только в кильватер. Буксировка судов, счаленных бортами опасна, так как при этом каждое судно под воздействием волнения перемещается по вертикали одно относительно другого и натяжение поперечных счалов, возникающее при этом, приводит к ударам их бортами друг о друга (рис. 142). Это вызывает поломку привальных брусьев, проломы бортов и другие серьезные повреждения.

Длина буксирного троса принимается не менее 150—250 *м*, а интервал между буксируемыми судами не менее 30—100 *м*. Если суда имеют специальное оборудование, то применяется метод толкания.

В один и тот же состав не следует ставить суда с разными ограничениями в отношении волнового режима.

Практика работы на водохранилищах и озерах показала, что если в буксируемом или толкаемом составе находятся суда, имеющие разные ограничения по волнению, например, одно судно без ограничений, другое с ограничением до 7 баллов, третье — до 5 баллов, то такой состав простаивает в пути даже при ветре в 5 баллов.

Волнение особенно разрушительно действует на плотовые составы, тем более на те, которые сформированы из отдельных небольших пучков или других грузоединиц. Конструкция и прочность плотов, буксируемых по водохранилищам и озерам, должна отвечать требованиям действующих технических условий и бассейновых правил сплава леса. Прочность плота, безаварийная буксировка зависит от прочности сплотки, скорости

буксировки, наличия достаточного количества убежищ на трассе, а также от навыков и умения судоводителей буксировать эти плоты. Скорость движения обусловливается объемом плота и мощностью буксировщика. Для водохранилищ и озер формируют плоты объемом 18—25 тыс. $м^3$, преимущественно из 4-х шлюзуемых единиц, для рек — объемом 25—35 тыс. $м^3$ и большей частью из 6 секций.

До настоящего времени нет единой конструкции плота, которая отвечала бы всем требованиям озерного сплава. Все ти-

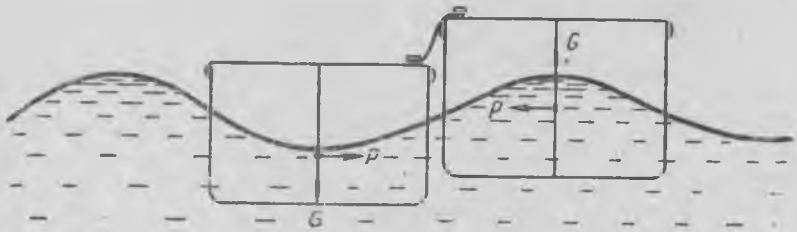


Рис. 142. Схема действия сил на суда, учаленные бортами, в момент волнения

пы плотов, применяемые в условиях озерного плавания, можно разбить на четыре группы: кошели, плоты из плоских единиц, озерные пучковые плоты и плоты из сигарообразных единиц.

Кошель состоит из замкнутого плавучего ограждения — оплотника, внутри которого помещается транспортируемая древесина в пучках или отдельными бревнами (молью). Объем озерных кошелей достигает 5000 $м^3$. Применяются они для транспортировки леса на небольшие расстояния на озерах Карелии, Ленинградской области и др.

Плоты из плоских единиц для озерной буксировки формируют из однорядных и многорядных плиток. Такие плоты применяют на Ладожском, Онежском озерах и на некоторых других.

Озерные пучковые плоты получили самое широкое распространение. Они просты по конструкции, позволяют механизировать сплотку, имеют сравнительно невысокую стоимость сплотки, несложны в расформировании и т. п. В таких плотах буксируется до 80% всего леса, транспортируемого по внутренним водным путям. Пучковые плоты имеют ряд конструкций, однако ни одна из них по прочности не удовлетворяет полностью условиям буксировки в штормовую погоду при ветре силой свыше 5—6 баллов. Наиболее прочными являются пучковые плоты из длинных хлыстов.

Плоты из сигарообразных единиц применяются, главным образом, на Байкале.

На водохранилищах европейской части СССР применяются в основном озерные плоты из длинных хлыстов, прочность которых значительно выше обыкновенных пучковых плотов.

Длина буксирного троса для буксировки плотов по водохранилищам и озерам принимается не менее 300—500 *м*. Благодаря такой длине уменьшается сопротивление воды движению плота, вызываемое работой движителя плотовода. Для еще большего уменьшения сопротивления плота буксирный трос заделывают за его средний лежень, вследствие чего плот принимает обтекаемую форму. При слабой конструкции плота буксир необходимо заделывать за средний и бортовые лежни. В этом случае натягиваются бортовые пучки, и плоту как бы сообщается дополнительная прочность.

Длинный буксирный трос во время движения провисает под действием силы тяжести и является вследствие этого хорошим амортизатором рывков, возникающих при волнении. Однако при движении с плотом на длинном буксире судоводитель должен хорошо знать рельеф дна в данном районе, так как большой провис буксирного троса может быть причиной задевания его за подводные препятствия (камни, пни, топляки и т. п.) и это может вызвать не только задержку в движении, но и при штормовой погоде повреждение плота.

Управлениями пути или пароходствами для некоторых крупных озер издаются краткие руководства, в которых приводятся самые необходимые сведения для плавания по рекомендуемым курсам основных и дополнительных судоходных трасс.

Эти руководства должны быть изучены судоводителями самым тщательным образом по картам наиболее крупного масштаба. Для больших водохранилищ в местных правилах плавания указываются основные транзитные и дополнительные трассы, идущие к пристаням, убежищам, а также дается краткое описание судоходной обстановки. Далее приводятся описания убежищ, пригодных для отстоя судов и плотов во время штормовой погоды и сведения о предупредительной сигнализации, а также правила движения и расхождения судов.

Руководства и правила дополняют лоцийные описания водохранилищ и озер и должны быть изучены и строго выполняться судоводителями.

На судах, находящихся в районах с озерными условиями плавания, должна быть предусмотрена круглосуточная работа судовой радиостанции по приему прогнозов погоды и возможных аварийных сигналов. Это позволяет при получении штормового предупреждения принять решение по проводке состава или плота в безопасное место. В случае приема сигнала бедствия с другого, вблизи находящегося судна, судоводитель, поставив свой состав или плот в безопасное место, должен следовать на оказание помощи судну, терпящему бедствие, подготовив на ходу все необходимые средства спасения.

§ 57. УБЕЖИЩА И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ НА ОЗЕРАХ И ВОДОХРАНИЛИЩАХ

Убежища представляют собой естественные или искусственные защищенные рейды, приспособленные для укрытия судов и плотов на время штормовой погоды. Естественные убежища образуются на водохранилищах вследствие затопления долин притоков и оврагов, которые в необходимых случаях расширяют и углубляют, на озерах такие убежища называют бухтами или гаванями. Для создания искусственных убежищ производят дноуглубительные работы и отгораживают часть акватории молом или волноломом.

Вопрос о размещении убежищ решается одновременно с проектированием основных работ по транспортному освоению водохранилищ и озер. К ним прокладывают дополнительные трассы, которые как и акваторию убежищ очищают перед затоплением водохранилища от различного рода препятствий, кустарника, пней, возвышений дна, чтобы создать безопасные условия для захода и выхода судов. Одиночные суда и буксирные составы на акватории убежища, как правило, ставят на якорь или причаливают к швартовным бочкам и только в сильный ветер, особенно если он переменных направлений, дополнительно учаливают за береговые причальные сооружения, которыми обязательно оборудуют убежища.

Плотовые же составы во всех случаях учаливают за береговые хватки.

Убежище защищает от волнения не при всех направлениях ветра. Поэтому судоводители, работающие на водохранилище или озере, должны по лоцийным описаниям, местным правилам плавания или по навигационной карте изучить особенности каждого убежища; условия захода, площадь акватории, глубины и опасные направления ветров, от которых убежище не защищает, и т. п.

На рис. 143 показано убежище, которое расположено в правобережном заливе.

Акватория убежища при НПУ защищена от ветров всех направлений, кроме северных румбов.

Она обставлена двумя красными (№ $^{1}/_{13}$, $^{4}/_{13}$) и тремя белыми (№ $^{2}/_{13}$, $^{3}/_{13}$, $^{5}/_{13}$) буями.

Для подхода к убежищу проложена дополнительная трасса № 13. Судовой ход по этой трассе направлен на линейный створ № 74, установленный на восточном берегу убежища.

Отстой судов и плотов предусматривается под западным и восточным берегами убежища. Для швартовки судов и плотов в убежище установлены причальные бочки и береговые хватки.

В целях поддержания убежищ в нормальных эксплуатационных условиях на их акваториях и на подходах к ним регулярно проводят траление.

Одно из важнейших требований безопасности судоходства на водохранилищах и озерах — правильное размещение убежищ по водохранилищу. Как правило, они должны быть удалены друг от друга на таком расстоянии, чтобы буксирные и плотовые составы при получении штормового предупреждения (за 6 *час* до начала шторма) успевали зайти в то или другое убежище.

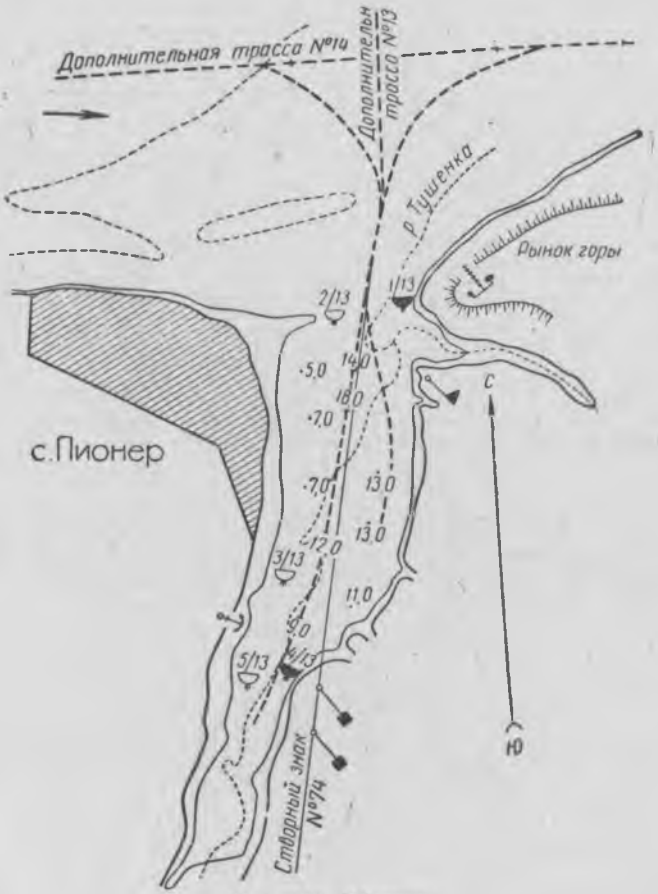


Рис. 143. Убежище

Зная скорость движения плотового состава (3 *км/час*) и период заблаговременной информации штормового явления (6 *час*), можно рассчитать расстояние, на котором должны быть размещены убежища: $3 \cdot 2 \cdot 6 = 36$ *км*.

При таком размещении убежищ плотосостав с любого участка водохранилища или озера успеет за 6 *час* зайти в одно из убежищ.

Если состав находится между убежищами, то суда заводят в ближайшее, предварительно запросив диспетчера о возможности его использования, так как при большой густоте движения флота в убежище могут зайти одновременно много судов и плотов, вследствие чего оно уже не может дополнительно вместить другие суда и составы.

О времени захода в убежище и размещении в нем судоводитель обязан немедленно сообщить ближайшему диспетчерскому участку. Такое сообщение необходимо для того, чтобы диспетчер не только знал, где находится каждое судно во время штормовой погоды, что ему крайне необходимо, но и имел возможность по запросам судоводителей, находящихся в пути, равномерно распределить флот по убежищам.

Во время захода, выхода и отстоя судов и плотов в убежище судоводители не должны уклоняться за линию буев или створных знаков, так как в результате воздействия волн происходит постоянный размыв берегов убежища, поэтому не исключается возможность постановки судна (состава) на мель. Следует также учитывать явление сгона воды при длительном действии ветра одного направления, особенно при отстое в убежищах, размещенных в мелководных районах водохранилища или озера.

§ 58. АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ И ОЗЕРАХ

Опыт работы флота на озерах и водохранилищах с озерными условиями плавания показал, что в результате сложных ветроволновых условий в ряде случаев транспортному флоту приходится оказывать помощь в прохождении отдельных затруднительных участков. Такая помощь необходима для обеспечения безопасного прохождения с плотом или составом до ближайшего укрытия или убежища при получении штормового предупреждения или уже при начавшемся шторме, а также в случаях потери ориентировки в условиях плохой видимости или при получении в пути каких-либо повреждений. С этой целью на озерах и водохранилищах организуют аварийно-спасательную службу. На отдельных, наиболее трудных по условиям плавания, участках закрепляют специальное аварийно-спасательное судно, которое постоянно курсирует по участку и контролирует состояние пути и движение судов и плотов, поддерживая с ними систематическую связь. В случае получения сигналов бедствия это судно немедленно выходит для оказания помощи. Если сигналы бедствия одновременно поступили с ряда судов, то капитан аварийно-спасательного судна, в соответствии с конкретной обстановкой, решает очередность оказания помощи, руководствуясь при этом следующим: прежде всего необходимо оказывать помощь пассажирским судам, за-

тем нефтеналивным, далее грузовым самоходным и затем буксирным и т. д.

Однако на практике такая очередность может быть нарушена в зависимости от сложившейся обстановки, в которой находится то или иное судно, терпящее бедствие.

Во всех случаях при получении сигнала бедствия с того или другого судна независимо от его приписки вахтенный начальник аварийно-спасательного судна обязан немедленно выйти к месту происшествия и одновременно сообщить об этом в ближайший диспетчерский пункт, а за время движения к судну, терпящему бедствие, проинструктировать вахту на судне и подготовить необходимые спасательные средства.

Каждое аварийно-спасательное судно должно иметь:

а) исправные и в постоянной готовности главные двигатели и вспомогательные механизмы, водоотливные и противопожарные средства;

б) эхолот, радиолокатор, компас и другое навигационное оборудование и имущество с необходимым запасом сменных частей;

в) два мощных прожектора, один из которых должен быть установлен на юте, за трубой;

г) запас тросов различного диаметра от 16 до 32 *мм* по 200—300 *м* каждого калибра;

д) две металлические шлюпки пассажировместимостью по 12 человек каждая, одна из которых должна быть снабжена подвесным мотором;

е) неснижаемый запас аварийного материала: теса около 2 $м^3$, кошмы до 10 $м^2$, не менее 2-х брезентов размером 6×4 *м*, гвоздей разных размеров 20 *кг*, цемента в мешках до 500 *кг* и набор плотничных инструментов.

Штат аварийно-спасательного судна укомплектовывают наиболее опытными кадрами из числа лучших работников плавсостава.

На аварийно-спасательном судне должны регулярно проводиться тренировочные или учебные тревоги, чтобы в необходимых случаях каждый член экипажа действовал умело и уверенно. Одновременно с выполнением основной задачи по оказанию помощи аварийно-спасательное судно выполняет большую работу по предупреждению аварийности. В момент патрулирования на закрепленном участке вахтенный начальник, обнаружив какие-либо неисправности пути (сбит буй, отсутствует огонь на створных знаках и т. п.), немедленно сообщает об этом проходящим судам и ставит в известность диспетчерский аппарат, в первую очередь работников технического участка пути, чтобы они приняли меры по устранению неисправностей. В случае нарушений судами Правил плавания (неправильно сформирован состав, сигналы или огни не соответствуют установленным и т. п.), вахтенный начальник аварийно-спаса-

тельного судна не только отмечает это в вахтенном журнале, но должен подойти к судну, в нужных случаях остановить его и потребовать немедленного устранения нарушений и только после устранения разрешить ему дальнейшее движение.

Таким образом, экипаж аварийно-спасательного судна ведет постоянную профилактическую работу по обеспечению безаварийной работы флота на озерах и водохранилищах.

Контролирует работу аварийно-спасательного судна диспетчерский аппарат.

Использование аварийно-спасательных судов на других работах, не связанных с оказанием помощи судам, категорически запрещается.

§ 59. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ОТСТОЯ В ПУТИ ВО ВРЕМЯ ШТОРМОВОЙ ПОГОДЫ

Одно из важнейших условий безопасного движения и отстоя — хорошее знание судоводителями всех рассмотренных выше особенностей судоходства в зависимости от местных условий и строгое соблюдение существующих правил и требований.

Во время движения судоводители должны поддерживать постоянную связь с диспетчерскими пунктами и пунктами гидрометеорологического обслуживания, транспортными и аварийно-спасательными судами, получать от них необходимую информацию о состоянии погоды и волнения и записывать в специальный журнал эти сведения, а также передаваемые в установленные часы прогнозы погоды. Пользуясь сведениями об уровнях воды, отмечать в вахтенном журнале или на навигационной карте, при каком уровне какая наблюдалась фактическая глубина в конкретном наиболее затруднительном месте судоходной трассы.

Изучение и правильное использование особенностей ветроволнового режима на водохранилище — одно из основных условий, обеспечивающих безаварийную работу судов.

При изучении условий плавания и режима волнения на водохранилищах необходимо особое внимание обращать на конфигурацию их берегов, так как в отличие от конфигурации берегов озер она характеризуется, как правило, многочисленными изломами, поворотами, заливами, образованными в устьях оврагов или притоков. Водное зеркало водохранилища характерно чередованиями суженных и расширенных участков.

Из-за таких контуров водохранилища ветер одного и того же направления может быть то попутным, то бортовым, то встречным и вызывать разную степень волнения.

Безопасного движения судов и плотов во время штормовой погоды часто можно достигнуть с помощью маневрирования, т. е. изменения курса. Например, судно, состав или плот можно

направить по ветру или на ветер, чтобы создавалась килевая или полукилевая качка, менее опасная по сравнению с бортовой.

Практикой и проведенными испытаниями установлено, что вождение на водохранилищах составов толканием по сравнению с буксировкой их на тросе в условиях шторма безопаснее. При этом чем больше грузоподъемность судов, тем меньше они подвергаются качке на волне.

В ряде случаев большую опасность при движении на водохранилищах в условиях шторма представляет то обстоятельство, что ветровая волна заливает открытые баржи. С целью уменьшения этой опасности полезно вести судно под некоторым углом к волне, которая гасится при ударе о носовое плечо.

Если в ожидании шторма попасть заблаговременно в убежище невозможно, можно встать на носовой якорь у подветренного высокого берега за островом или даже в открытой части водохранилища, развернув состав по ветру. Иногда приво-

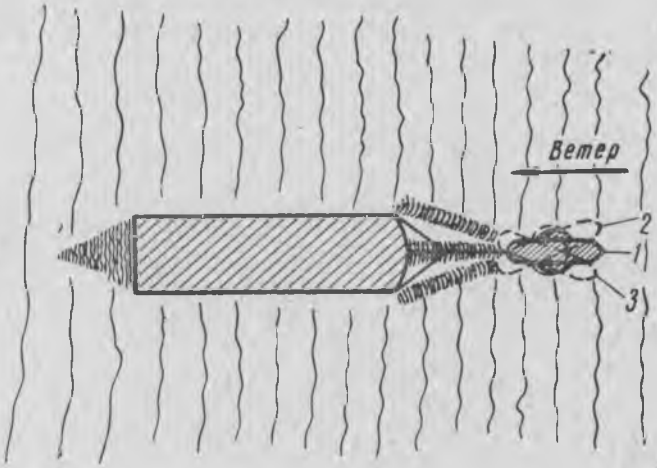


Рис. 144. Схема гашения волны боем движителя

дят судно к ветру и держат против волны, а чтобы оно не принимало сильных ударов волны, уменьшают соответственно ход. Если мощность судна недостаточна, чтобы идти против волны, то в этом случае, сообразуясь с местными условиями, делают оборот и идут по ветру малым ходом так, чтобы судно только слушалось руля.

Во время движения с плотом при не очень сильном волнении в целях сохранения плота от повреждений часто используют для гашения волны «бой» движителя, для чего встают против волны, подбирают буксирный трос так, чтобы его длина не превышала 100—150 *м*, и, работая машинами, перекла-

дывают руль попеременно с борта на борт, благодаря чему образуется зона разрушения волны (рис. 144).

Во время отстоя с плотом за высоким берегом или островом не следует ставить его очень близко к берегу, так как ветер может переменить направление, и плот окажется под действием с одной стороны ветровой волны, а с другой — отраженной волны с берега. При изменении направления ветра необходимо сниматься с места стоянки и в соответствии с местными условиями избрать другую стоянку или следовать на ветер, а если же держать плот на ветер невозможно, надо сделать оборот и идти по ветру. Во всех случаях следует помнить, что при волнении плот подвержен большему разрушению тогда, когда он ослаблен, например, на стоянке при отсутствии натяжения лежней.

Во время движения по мелководным трассам и при отстое как в убежищах, так и в случайных местах надо следить за тем, чтобы плот или состав не наваливало на берег. Следует иметь в виду, что при действии ветра и волнения наблюдаются сгонно-нагонные явления; наиболее опасен сгон, когда глубины уменьшаются, и при качании на волне судно может удариться о неровности дна.

ГЛАВА XII

ОТСТОЙ ФЛОТА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

§ 60. ДЕЙСТВИЕ ЛЬДА НА КОРПУСА СУДОВ

Рассмотрим основные явления, отрицательно влияющие на корпус судов при зимнем отстое флота. К числу таких явлений относятся: намерзание ледяной чаши на подводной поверхности корпуса судна, действие внутренних напряжений, возникающих в ледяном покрове, подвижки ледяного покрова, весенний ледоход и др.

Ледяная чаша намерзает на подводную поверхность корпуса судна вследствие переохлаждения воды, соприкасающейся с корпусом, благодаря отдаче тепла через обшивку корпуса. Толщина намерзания чаши тем больше, чем ниже температура окружающей среды и выше интенсивность теплоотдачи и теплопередачи обшивки корпуса. Последняя, в свою очередь, зависит от материала обшивки корпуса судна. Отсюда следует, что у металлических судов при прочих равных условиях толщина чаши больше, чем у железобетонных и деревянных. Чаша у судна с корпусом, очищенным от мусора и оставленным на зиму с раскрытыми люками и убранными сланями, значительно больше, чем у судна с неочищенным корпусом и неубранными сланями. Аналогично у порожнего судна намерзание чаши больше, чем у такого же, но груженого.

При значительных размерах чаши и соприкосновении ее с грунтом во время убыли воды возможны проломы днища или более серьезные повреждения корпуса судна. Отрицательное влияние ледяной чаши на сохранность корпуса сказывается еще и в том, что ввиду разности объемного веса воды и льда она имеет подъемную силу, которая действует на днище судна, создавая тем самым дополнительные напряжения в корпусе судна вмерзшего в ледяной покров. При неравномерности намерзания ледяной чаши вдоль судна создаются напряжения изгиба корпуса. В отдельных случаях напряжения, вызванные ледяной чашей, могут доходить до критических значений, при

этом или лопается лед по бортам вмерзшего корпуса судна или деформируется корпус судна. От такого воздействия ледяной чаши на корпус большей частью страдают деревянные суда, которые по сравнению с другими имеют меньшую прочность корпуса. При этом у них вырывается конопатка и обшивка, вследствие чего возникает водотечность, которая в ряде случаев приводит к затоплению судна.

Отрицательное действие ледяной чаши следует учитывать и во время выхода судна из затона в весенний период, так как при ледяной чаше судно приобретает большую рыскливость, чем ухудшается управляемость, а при недостаточных запасах воды под днищем судна возможны серьезные повреждения корпуса.

В зимний период в ледяном покрове возникают внутренние напряжения, которые передаются непосредственно на корпус вмерзшего судна. Величина этих напряжений зависит от многих причин. Главнейшими из них, имеющими большое практическое значение, являются колебания атмосферных температур, колебания уровней воды и изменение нагрузки на ледяной покров.

При резких колебаниях атмосферных температур в ледяном покрове возникают напряжения, в результате которых лед разрушается, появляются трещины, одновременно с этим наблюдается сдвиг ледяного покрова и его нажим на корпус судна. Это наиболее активно проявляется на водохранилищах и озерах.

Колебания уровней воды также создают напряжения в ледяном покрове, которые особенно опасны для судов, зимующих вблизи берегового припая. При прибыли воды в ледяном покрове (рис. 145) возникают усилия, которые растягивают корпус судна, а при убыли — сжимают его. Когда эти усилия достигают предела прочности корпуса судна или льда, происходит повреждение корпуса или разрушение льда. Действие таких напряжений особенно необходимо учитывать, когда затон расположен в нижнем бьефе вблизи ГЭС.

Не менее важно учитывать действие льда при зимовке флота на водохранилищах в период зимней сработки, когда уровень воды на некоторых из них понижается на несколько метров. Поэтому корпуса судов, стоящих вблизи берегового припая, испытывают большие напряжения.

Выше упоминалось, что помимо создания напряжений в ледяном покрове, колебания уровней воды в зимний период при недостаточном запасе воды под днищем судна, могут вызвать пролом корпуса, а при больших неровностях дна и его перелом.

Поэтому при постановке судна на зимний отстой необходимо учитывать величину максимальных местных колебаний уровня воды в течение зимнего периода, толщину ледяной чаши и возможное увеличение осадки судна в результате прогиба ледя-

ного покрова. Необходимая глубина в этом случае может быть определена по формуле:

$$T = \Delta h + \Delta c + k + a,$$

где T — глубина, обеспечивающая безопасный отстой судна в зимний период;

Δh — величина максимального понижения уровней воды в течение зимы;

Δc — величина возможного увеличения осадки судна;

k — возможная толщина ледяной чаши;

a — запас воды под днищем (в пределах 15—20 *см*).

Наиболее опасным периодом зимнего отстоя судов является период весенних подвижек и ледохода. Весной таяние льда на

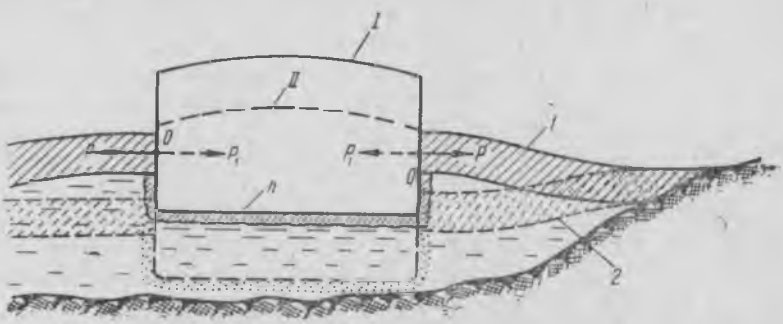


Рис. 145. Действие ледового покрова на корпус судна:
1 — в момент прибыли воды; *2* — в момент убыли воды; *OP* — напряжения при прибыли воды; OP_1 — напряжения при убыли воды; *h* — ледяная чаша

реке проходит более интенсивно, чем в затонах, поэтому подвижка всей массы ледяного покрова в реке увлекает за собой и ледяной покров из затонов, а вместе с ним и суда. Во время же ледохода и при образовании затора ниже затона возможен большой нажим льда на суда, стоящие в затоне. На водохранилищах и озерах проникновение льда в места отстоя судов возможно в результате действия сильного нагонного ветра.

Рассмотрим виды затонов и зимовок, а также работы, которые производятся в отстойных пунктах для защиты судов от вредного действия льда зимой и весной.

§ 61. ВИДЫ ЗАТОНОВ И ЗИМОВОК

Перед началом осеннего ледохода бо́льшую часть флота выводят из эксплуатации и ставят в отстойные пункты на зимний отстой и ремонт. Другая часть флота, приспособленная для работы во льдах, заходит в отстойные пункты несколько позже: с окончанием работ по организованному завершению навигации.

Во всех бассейнах плановые пункты зимовки флота, затоны, постоянны. Большинство затонов размещено в естественных или искусственных глубоководных участках реки, озера, водохранилища или канала, защищенных от осеннего и весеннего ледоходов и имеющих необходимую акваторию для отстоя определенного количества судов. Чаще всего это старицы, устья малых рек (притоков), затопленные овраги, аванпорты, межшлюзовые бьефы, подходные каналы и т. п.

При выборе места для затона необходимо выяснить, удобны ли вход и выход; имеется ли территория для размещения и сооружения бытовых и производственных помещений; можно ли подвести шоссейные и железнодорожные пути сообщения и учесть капиталозатраты, которые будут связаны с организацией в данном пункте затона, и другие факторы экономического и гидрологического характера.

Современные затоны, постоянно используемые для зимнего отстоя флота и зимнего и навигационного его ремонта, оборудованы судоремонтными мастерскими или заводскими цехами и входят в состав промышленных предприятий речного транспорта, имеющих цехи технической эксплуатации флота или представляющие собой ремонтно-эксплуатационные базы (РЭБ). На балансе каждой ремонтно-эксплуатационной базы находится определенная группа самоходных и несамоходных судов. Ремонтно-эксплуатационные базы производят их зимний и навигационный ремонт, систематически наблюдают за техническим состоянием, обеспечивают кадрами, необходимыми материалами и навигационным инвентарем.

Исходя из этого, каждое судно, которое приписано к данной РЭБ, в завершающий период навигации следует эксплуатировать на таком участке пути, чтобы оно могло встать на зимний отстой в свой затон.

В исключительных случаях, когда судно не может дойти до своей или ближайшей ремонтно-эксплуатационной базы, например, вследствие внезапного наступления ледохода (ледостава), для зимнего отстоя судов используют защищенные ото льда пункты, называемые вынужденными или случайными з и м о в к а м и.

Зимовки чаще всего встречаются на малых реках. На больших магистральных реках, озерах и водохранилищах суда, неуспевшие дойти до предназначенного для их зимовки затона, заводят в ближайшие затоны (РЭБ), аванпорты, убежища и т. п. с помощью ледоколов.

В целях безопасного отстоя судов в зимний период, рационального размещения их на акватории затона, а также для организованного проведения судоремонта перед закрытием навигации составляют план-график расстановки судов на зимний отстой и ремонт. Основными исходными данными для составления плана-графика являются:

а) план акватории затона и размещения на его территории промышленных зданий (цехов);

б) плановое количество судов, намеченных к капитальному, среднему и текущему ремонту, и их технико-эксплуатационные характеристики;

в) план зимней погрузки судов;

г) местные колебания уровней воды в зимний период;

д) план защиты судов и сооружений ото льда;

е) план организованного ввода судов в эксплуатацию весной.

План-график составляется комиссией из представителей судоремонтного завода при ремонтных мастерских, судоходной инспекции и работников пожарной охраны, после чего утверждается директором затона (РЭБ) или начальником отстойного пункта.

Согласно действующим положениям затоны и расстановка судов в затоне должны отвечать следующим требованиям.

Акватория должна иметь достаточные глубины, гарантирующие необходимый запас воды под днищем судов при самом низком уровне.

Суда на акватории затона следует расставлять линиями, причем в одну линию необходимо установить суда по возможности одного типа (грузо-пассажирские, грузовые самоходные, буксирные и т. д.). Между линиями и отдельными судами надлежит соблюдать установленные интервалы, обеспечивающие свободные подъезды транспорта.

Металлические суда, имеющие более прочный корпус, необходимо ставить ближе к выходу из затона, в районе возможного давления льда во время ледохода, а деревянные и груженые — в более защищенных местах.

Расположение линий и размещение судов в линии должны быть такими, чтобы, во-первых, можно было производить ледокольные и выморозочные работы и, во-вторых, весной был обеспечен плановый ввод судов в эксплуатацию.

Суда с опасными грузами необходимо помещать на определенном расстоянии от других судов и в таких местах, где предусмотрены определенные средства их защиты и борьбы с бедствиями в случаях взрыва, загорания и т. п. В течение зимнего периода за ними ведется круглосуточное наблюдение.

Ниже рассмотрим основные виды затонов и зимовок.

Затон в межшлюзовом бьефе

В настоящее время на зарегулированных больших реках одновременно со строительством крупных гидроузлов строят специализированные судоремонтные заводы, которые размещают в межшлюзовом бьефе (рис. 146), например, Городецкий и Ставропольский судоремонтные заводы на р. Волге. Для сто-

янки флота предусматривается оборудованная акватория в межшлюзовом бьефе, представляющая собой углубленный участок, который при осушении межшлюзового бьефа позволяет судам безопасно отстаиваться в течение зимнего периода.

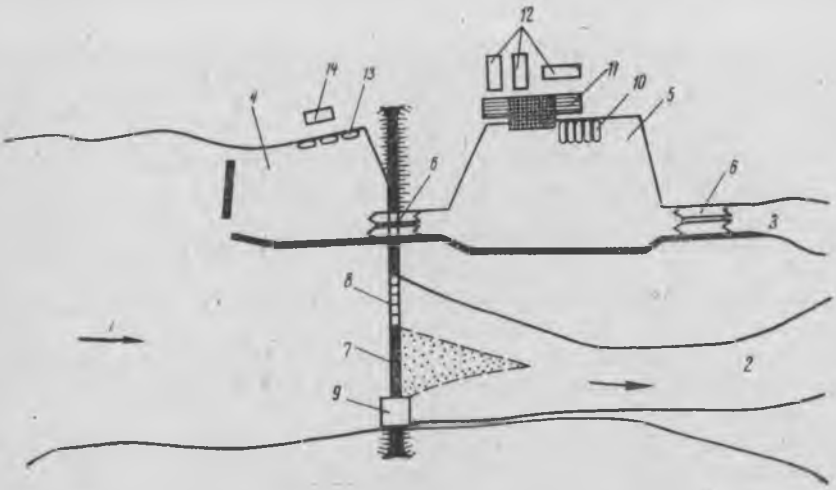


Рис. 146. Расположение затона в межшлюзовом бьефе и в зоне водохранилища:

1 — верхний бьеф; *2* — нижний бьеф; *3* — нижний подходной канал; *4* — аванпорт; *5* — межшлюзовой бьеф; *6* — шлюзы; *7* — глухая плотина; *8* — водосливная часть плотины; *9* — здание ГЭС; *10* — зимующие суда; *11* — слип судоремонтного завода; *12* — цехи завода; *13* — зимующие суда в аванпорту; *14* — мастерские или цехи судоремонтного завода

Заводы оснащены современной техникой и оборудованы слипами.

Зимовка флота в отстойных пунктах, расположенных в межшлюзовых бьефах, наиболее удобна и безопасна, так как отсутствует не только ледоход, но и колебания уровней воды и другие явления, отрицательно действующие на суда в зимний период.

Затон в зоне водохранилища

Если акватория затона расположена в верхнем бьефе гидроузла, то условия отстоя несколько осложняются из-за резких колебаний уровней воды, вызванных суточной неравномерностью работы ГЭС на водохранилищах с малой емкостью и большой сработкой уровня воды в зимний период на остальных водохранилищах.

Флот на зимовку здесь ставят в аванпортах и в убежищах на определенной акватории, расположенной у мастерских или цехов завода. Как правило, на акватории регулярно проводят траление и очистку дна от различных подводных предметов, а при необходимости углубляют ее, чтобы при максимальной сработке уровня воды глубины были достаточны для безопасного отстоя флота. Благодаря тому, что весенний ледоход на водохранилищах неинтенсивен, ледовый режим не оказывает существенного влияния на условия зимовки и безопасность судов. Но из-за резких колебаний уровня воды следует принимать специальные меры по защите зимующих судов от повреждений.

Затоны в реке

Затон в старом русле может находиться у коренного берега или в пойме (рис. 147). Такие затоны далеко не все безопасны для отстоя флота: во время ледохода при высоких уровнях крупный лед может итти затоном.

Затон подвержен заносимости и требует регулярной расчистки и углубления, особенно вход в него.

Затон в протоке за дамбой (рис. 148) образуется путем перегораживания протока около приверха или середины дамбой, соединяющей остров с коренным берегом. Зато-

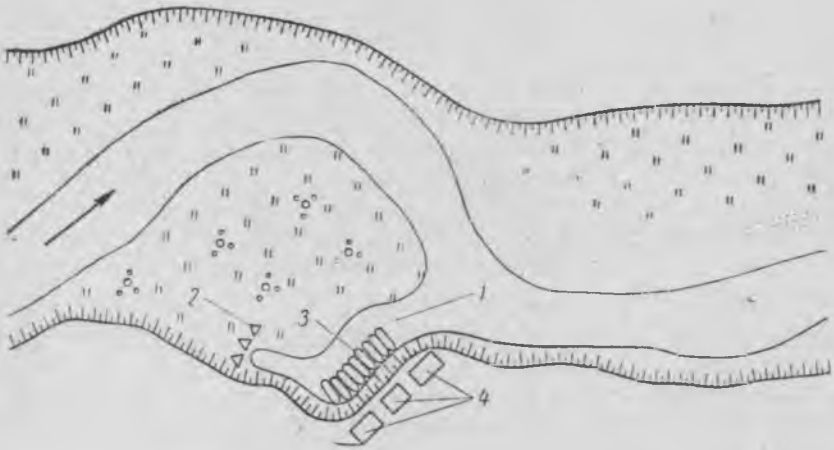


Рис. 147. Затон в старом русле:
1 — вход в затон; *2* — ледорезы; *3* — зимующие суда; *4* — цеха судоремонтной базы

ны такого вида, так же, как и затоны в старом русле, заносятся наносами, особенно вход в них, и для поддержания необходимых глубин требуют периодической расчистки. Примером та-

кого затона может служить затон имени Карла Маркса, расположенный в пойме левого берега Волги против г. Горького.

Затон в устье притока менее удобен по сравнению с рассмотренными затонами, так как он имеет небольшую

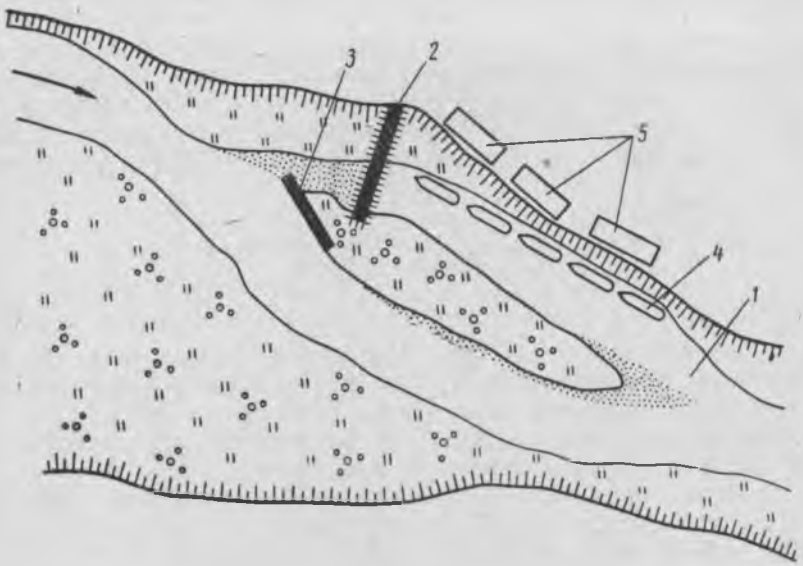


Рис. 148. Затон в протоке за дамбой:
1 — вход в затон; *2* — дамба; *3* — укрепление приверха острова; *4* — зимующие суда; *5* — цеха судоремонтного завода

вместимость и малые глубины и небезопасен во время ледохода на притоке. Характерная особенность таких затонов — узкий мелководный вход и большая стесненность акватории. Для расширения входа и акватории производят землечерпание.

Вынужденные зимовки

Зимовка за дамбой (рис. 149) чаще всего встречается на малых реках из-за отсутствия затонов и на магистральных реках в качестве вынужденного места отстоя. Эта зимовка небезопасна во время весеннего ледохода, особенно когда лед прижимается ветром к месту отстоя, или в случае затора ниже зимовки.

При ежегодном использовании данного отстойного пункта строят постоянную дамбу, а при случайной зимовке делают дамбу из снега и льда с таким расчетом, чтобы она выдержала подвижки льда в первый наиболее опасный период ледохода.

Зимовка ниже моста или под береговой дамбой (см. рис. 149) используется в тех же случаях, что и

зимовка за русловой дамбой. Флот при этом ставят у пойменного низкого берега. Перед началом ледохода, с прибылью воды, суда постепенно подтягивают за подходную дамбу моста или специально построенную береговую дамбу.

Зимовка в устье малого притока или оврага организуется в исключительных случаях на магистральной реке, когда нет возможности воспользоваться другими затонами и зимовками.

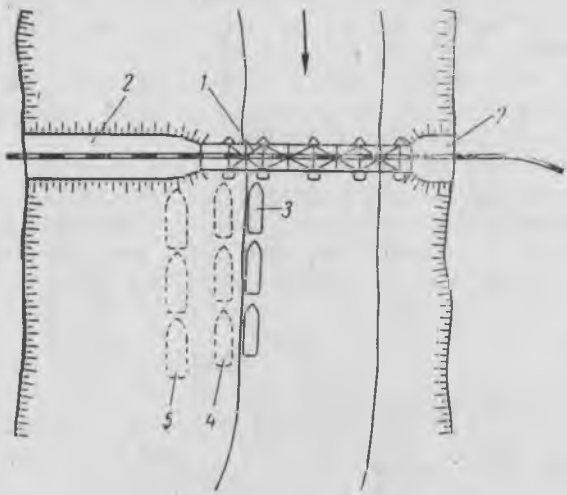


Рис. 149. Вынужденная зимовка ниже моста или за береговой дамбой:

1 — мост; *2* — подходная дамба; *3* — место зимовки; *4* и *5* — переход за дамбу в период весеннего ледохода

Весенний ледоход на притоке проходит обычно раньше, чем на магистральной реке, и суда после ледохода с прибылью воды заводят в приток или овраг. Однако из-за малых габаритов таких мест суда не могут уйти далеко вглубь, что создает особые трудности во время ледохода на главной реке.

§ 62. ЗАЩИТА СУДОВ ОТ ДЕЙСТВИЯ ЛЬДА И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЛЕДОКОЛЬНЫХ И ВЫМОРОЗОЧНЫХ РАБОТ

Ежегодно в течение зимы и особенно в весенний период в затонах и отстойных пунктах проводится большая работа по обеспечению безопасного отстоя судов. Цель этой работы – ослабление или полное устранение действия рассмотренных факторов, отрицательно влияющих на корпуса зимующих судов.

Основное средство защиты судов от действия внутренних напряжений в ледяном покрове и действия подъемной силы — околка отдельных судов и всего зимующего каравана.

Околку всего каравана производят сплошной бороздой. Лед отделяют от берегов вокруг всего каравана, благодаря чему исключается появление в нем внутренних напряжений, возникающих при колебаниях уровня воды. Околка каждого судна снимает действие внутренних напряжений, возникающих в ледяном покрове под влиянием резких колебаний атмосферных температур, но связана большими затратами труда, поэтому в местах, где зимы несуровые, достаточно окалывать только отдельные линии.

Борозды в ледяном покрове пробивают вручную с использованием пешни или пилы, с помощью электротепловой резки льда и механическими пилами.

При ручном способе при толщине льда до 50 *см* пробивают сквозные борозды, а при толщине льда более 50 *см* сначала пробивают сухие борозды (рис. 150), а затем уже перемычки, делая борозду сквозной. Борозды периодически очищают, не допуская образования льда толщиной более 10—15 *см*.

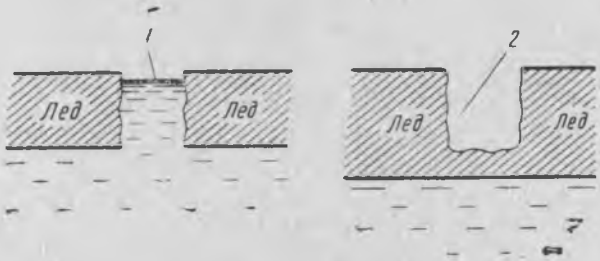


Рис. 150. Борозды:
1 — сквозная; *2* — сухая

В настоящее время эта трудоемкая ледокольная работа во многих затонах выполняется с помощью ледорезных машин или аппаратов. Работа ледорезных машин (рис. 151) основана на распиловке льда с помощью режущей цепи, которая приводится в движение электромотором или двигателем внутреннего сгорания.

Для электротепловой резки льда используется нагревательный электропровод, который плавит лед узкой вертикальной полосой. Однако этот метод резки имеет ряд недостатков, главные из которых — малая скорость резания (от 20 до 30 *м/час*); большая затрата электроэнергии; резкое снижение производительности резания или даже невозможность работ при засоренности льда мусором, а также невозможность применения при изготовлении выморозочных и сухих борозд.

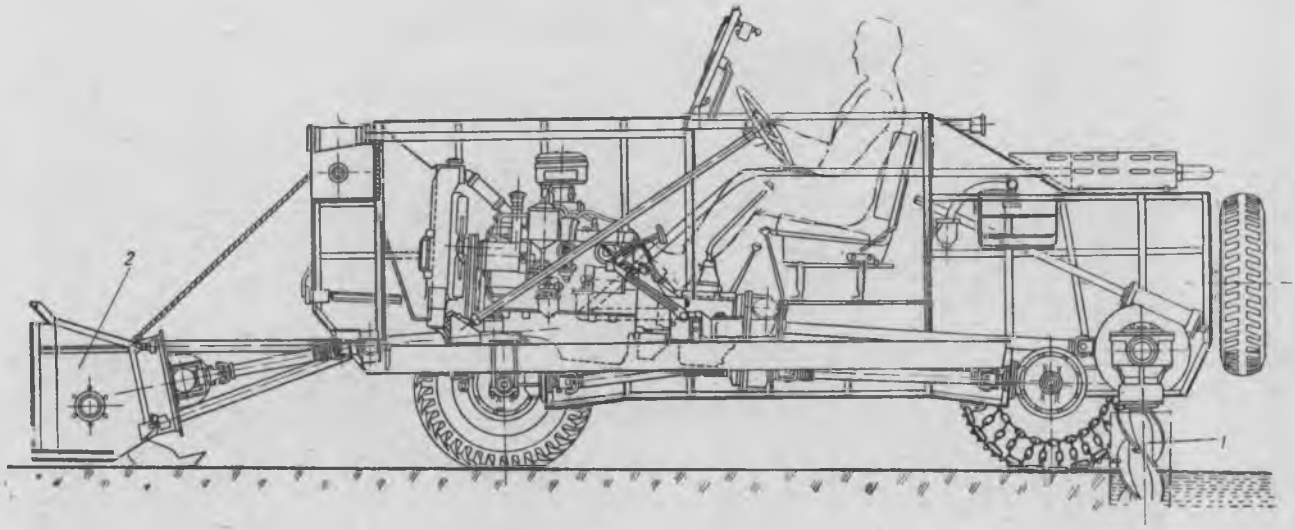


Рис. 151. Ледорезная машина:
1 — фреза; *2* — снегоочистительное устройство

Ледорезная машина обеспечивает более высокие скорости резания (от 60 до 200 *м/час*) при меньших затратах мощности; она более маневренна и лишена недостатков, присущих электротепловой резке.

Выморозочные работы применяются при зимнем судоремонте для ремонта подводных частей судна, без подъема его на слип или заводки в док. Процесс выморозки заключается в том, что вдоль судна или в нужном для ремонта месте, пробивают сухую борозду и постепенно выбирают из нее лед. Нижняя часть ледяной перемычки интенсивно нарастает при низких температурах воздуха, после чего борозду вновь углубляют и т. д.

Применяют выморозки трех видов:

а) в виде сухой борозды вдоль бортов судна, разделенной поперечными ледяными перемычками;

б) в виде проходных колодцев, идущих под днищем судна от одного борта до другого;

в) в виде сплошной сухой борозды без поперечных перемычек по периметру корпуса судна.

Первый и третий виды выморозки применяют для окраски корпуса, замены обшивки в подворотах, ремонта рулей, гребных винтов и т. п., второй — только в исключительных случаях, когда необходим ремонт днища судна.

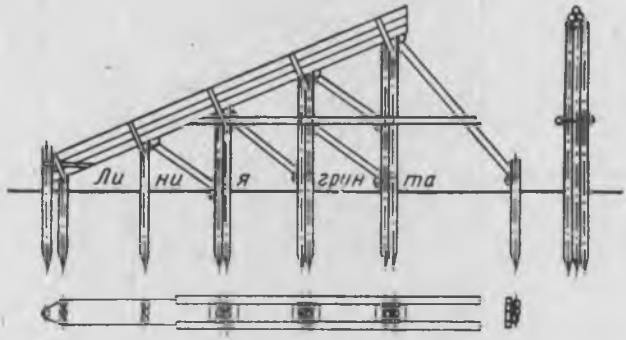


Рис. 152. Ледорез

При выморозках лучше всего индивидуально околоть судно, что освободит его и выморозку от напряжений, возникающих в ледяном покрове. Выморозку ограждают от затопления при наледях валиком из льда высотой 10—15 *см*. Затоны, расположенные на реках, отделяют от реки сплошной сквозной бороздой. Во время ледохода отдельные льдины скользят вдоль кромки сделанной борозды, не влияя на суда. Для защиты судов от ударов крупных льдин устраивают ледорезы (рис. 152), кусты свай или запони. Кроме того, разбивают льдины выше затона с помощью ледоколов.

В целях защиты судов, находящихся в затонах, от воздействия заторов разрушают лед ниже затона или принимают меры, предупреждающие образование заторов. Все суда, находящиеся в затоне, прочно учаливают за береговые причальные приспособления («мертвецы», деревья, тумбы, массивные предметы и т. д.) и отдают носовые и кормовые якоря.

В период ледохода в затонах устанавливают усиленное дежурство и наблюдение за состоянием учалки судов.

При расположении затонов в районе водохранилищ, озер и в межшлюзовых бьефах для выхода флота весной производят искусственное вскрытие акватории затона путем ледокольных работ с помощью ледоколов или иных судов.

Приложение 1

РСФСР — МИНИСТЕРСТВО РЕЧНОГО ФЛОТА
БАССЕЙНОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПУТИ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

За 4 сентября 1961 года

1. Состояние уровней воды на 8 *час* утра

Название реки и водомерного поста	Состояние реки	Уровни воды над 0 графика в *см*	Убыло — Прибыло +	Температура воздуха	Температура воды
Р. Светлая					
Водомерный пост № 1 . .		430	—14	15	—
» » № 2 . .		405	—1	13	
» » № 3 . .		390	0	13	
» » № 4 . .		375	0		
» » № 5 . .		365	+3		
ГЭС Верхний бьеф . . .		75.33	0	15	1750 *м³/сек*
ГЭС Расход				3 сентября	
ГЭС Нижний бьеф . . .		60.31	—11		
Водомерный пост № 6 . .		240	+1	14	

2 Наименьшие габариты судового хода

Река, граница участков	Плановая глубина	Наименьшие фактические габариты судового хода: дата	лимитирующие перекаты	глубина в *см*	ширина в *м*	Наименьшая ширина плеса в *м*	Прогноз габаритов: дата	глубина в *см*
р. Светлая								
Между водомерными постами								
№ 1—№ 2	300	4/IX	Сурской	305	80	305	7/IX	320
№ 2—№ 3	»	»	Акатовский	310	80	305	»	325
№ 3—№ 4	»	»	Скудринский	315	80	310	»	330
№ 4—ГЭС	400	»	Юринский	410	100	405	10 IX	420

Средние скорости течения между водомерными постами № 1—№ 4 — 3,2 *км/час*, между водомерным постом № 4 и ГЭС — 1,1 *км/час*.

3. Прогноз погоды и ледовых явлений

Водохранилище: ветер переменный 3—4 балла с усилением до 5, юго-западного направления.

Ст. диспетчер _____

Приложение 2

ПУТЕВОЙ ЛИСТОК №....

за 10 июля 1961 года

_____ технический участок пути

_____ бассейнового управления пути

1. Состояние уровней воды на 8 *час* утра

Название реки и водомерных постов	Дата	Уровень воды		Убыло— Прибыло+	Температура		Примечание (ледовые явления)
		над 0 графика	над проектным		воздуха	воды	
р. Иволга							
№ 1	10/VII	470		−6	10	16	
№ 2	»	460		−3			
№ 3	»	455		+11			
№ 4	»	452		+18			
№ 5	»	450		+5			
ГЭС	»	450		−12			

2. Прогноз погоды с 7 *час* 10/VII до 7 *час* 11/VII. Ветер северовосточный 4—6 баллов, видимость хорошая, высота волны на участках 1, 2, 3, 120—190 *см*.

3. Наименьшие габариты судового хода

Название участка и лимитирующих перекатов	Дата	Глубина в *см*	Ширина в *м*
Выход из аванпорта	10/VII	350	90
Подход к нефтебазе	»	340	50
Подход к пристани Ядрин . . .	»	235	90
Судовой ход № 1	»	350	100
» » № 2	»	375	100
Между водомерными постами № 1 и 2 Сурской перекат	»	340	100

4 Характеристика судоходных условий наиболее затруднительных перекатов и мостов:

на Ивановском перекате имеется сильный свал воды на красные бакены.

5 Информации:

а) На судовом ходу № 1 установлены новые буи, окрашенные в белый цвет и освещаемые в темное время суток зелеными проблесковыми огнями При ходе как сверху, так и снизу буи оставлять влево, отклоняясь от них не более чем на 250 *м*.

б) На буях №№ 1, 2, 3 поставлены пассивные отражатели. К судоводителям просьба сообщать свои отзывы об их практическом использовании.

6. Открытие и закрытие для судоходства проток, вторых ходов и тиховодов.

На Нижне-Сурском перекате с 12/VII судовой ход переносится на существующий плотовой ход. В верхней части он идет вдоль острова, а далее переходит к правому берегу в обход песчаного осередка, обставлен одним красным буем на ухвостье острова и одним белым буем, ограждающим осередок.

7. Места работы земснарядов

Название земснарядов	Место работы	Начало работы	Направление отхода рефулерного земснаряда при пропуске судов и плотов
И-3	Сурской перекат	10/VII	В правую сторону к осередку

Ст. диспетчер технического участка пути

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ
ПРИВОЛЖСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ
КОМСОМОЛЬСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ОТДЕЛ ОПЕРАТИВНОГО ГИДРОМЕТОБСЛУЖИВАНИЯ

ЕЖЕДНЕВНЫЙ ГИДРОМЕТБЮЛЛЕТЕНЬ

По Куйбышевскому водохранилищу

№ _____

„_____“ _____ 196_____ г.

Краткие сведения
о гидрологическом режиме водохранилища

Уровень воды на 08 *час* в *м* абс.

Верхний бьеф _____ Казань _____

(Комсомольск) Чистополь _____

Нижний бьеф _____ Кирельское _____

(Моркваши) Ульяновск _____

За прошедшие сутки

Приточность _____ *м³/сек.* Сброс _____ *м³/сек.* с

Шторм-предупреждение по водохранилищу

_____

_____

Прогноз погоды и волнения по водохранилищу

с _____ *час* _____ до _____ *час* _____ 196 г.

Прогноз погоды	Прогноз волнения	
По участку Комсомольск—Тетюши	№ участка водохранилища	высота волны в *см*
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
По участку Тетюши—Казань—Чистополь	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
	16	
Прогноз погоды на последующие два дня или на период с 19 *час* _____ до _____ 196 г.	Камская ветвь	
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	Время московское	

Начальник отдела _____ ( )

Инженер-синоптик _____ *Инженер-гидролог* _____

Время выпуска _____ час. Тираж _____ экз.

Совместное заключение инженера-синоптика и диспетчера порта об оправдываемости прогноза погоды и волнения.

Инженер-синоптик _____ ( )

Диспетчер порта _____ ( )

„_____" _____ 196_____ г.

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР
ПРИВОЛЖСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ
КОМСОМОЛЬСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ОТДЕЛ ОПЕРАТИВНОГО ГИДРОМЕТОБСЛУЖИВАНИЯ

адрес: пос. Комсомольск на Волге Куйбышевской области, Проспект Мира, д. № 73

телефоны: нач. отдела № 3—44
дежурный синоптик № 1—60

РЕЙСОВЫЙ ГИДРОМЕТБЮЛЛЕТЕНЬ

По Куйбышевскому водохранилищу

Теплоход _____ Состав каравана _____

Скорость движения _____ *км/час.* Опасная сила ветра (в баллах) _____

Маршрут (участок, трасса) _____

с _____ *час* до _____ *час* _____ 196 г.

Прогноз погоды

_____

_____

_____

Прогноз волнения

Участки	Высота волны в см	Участки	Высота волны в см

Примечание. Прогнозы погоды и волнения и шторм предупреждения передаются последние 10 *мин* каждого часа через радиостанцию « » на волне *кгц.*

Инженер-синоптик (обсерватории, ГМБ) _____ ( )

Диспетчер порта _____ (

Место получения гидрометбюллетеня (порт, по радио ___ *км* судового хода)...

Бюллетень получил капитан _____ дата _____ *час* _____ *мин.*

По окончании рейса гидрометбюллетень подлежит сдаче диспетчеру порта с последующей пересылкой в обсерваторию.

ЛИТЕРАТУРА

П. А. Шейкин. Плавание по внутренним водным путям. Гидрографическая служба ВМФ, 1959.

А. П. Субботин. Методы освоения новых глубоководных путей на реках СССР, изд-во «Речной транспорт», 1960.

С. Н. Григорьев и Л. С. Кусков Общая лоция водохранилищ и нижних бьефов гидроузлов, изд-во «Речной транспорт», 1959.

Н. П. Владимиров и А. Н. Шенрок. Опыт транспортного освоения и эксплуатации Волжских водохранилищ, изд-во «Речной транспорт», 1958.

И. Ф. Попков. Общая лоция внутренних водных путей, изд-во «Речной транспорт», 1962.

Д. К. Земляновский. Общая лоция внутренних водных путей, изд-во «Речной транспорт», 1959.

П. Н. Шанчуров. Судовождение на внутренних водных путях, изд-во «Речной транспорт», 1959.

А. А. Бекман. Пособие для судоводителя озерного плавания, изд-во «Речной транспорт», 1958.

П. А. Обрезумов. Справочник по судовым электрорадионавигационным устройствам, изд-во «Морской транспорт», 1956.

И. М. Коновалов, К. С. Емельянов, П. Н. Орлов. Основы ледотехники речного транспорта, изд-во «Речной транспорт», 1952.

И. И. Галич. Электро- и радионавигационные приборы, Судпромгиз, 1959.

Сборник определений основных гидрологических терминов и понятий, Гидрометеоиздат, 1957.

Техническая инструкция по содержанию судоходной обстановки на внутренних водных путях, изд-во «Речной транспорт», 1962.

Правила плавания по внутренним водным путям РСФСР, изд-во «Речной транспорт», 1959.

Д. И. Рульков и В. Ф. Саратов. Знаки судоходной обстановки и сигнализации на внутренних водных путях, изд-во «Речной транспорт», 1962.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Введение 4

Глава I. **Краткая характеристика основных судоходных путей**

§ 1. Естественные и искусственные водные пути 8
§ 2. Краткая транспортная характеристика водных путей . . 9
§ 3. Организационная структура управления внутренними водными путями 14

Глава II. **Основы гидрологии**

§ 4. Понятие о гидрологии 17
§ 5. Вода в природе 18
§ 6. Образование рек и их основные элементы . . . 19
§ 7. Колебания уровней воды в реках. Водомерные посты . . 25
§ 8. Падения и уклоны поверхности воды в реках . . . 29
§ 9. Течения в речном потоке 30
§ 10. Зимний режим рек, водохранилищ и озер 36
§ 11. Наносные и каменистые образования в речном русле . . 40
§ 12. Перекаты и перевалы 45
§ 13. Судоходная классификация перекатов 48

Глава III. **Основы картографии**

§ 14. Способы изображения земной поверхности на чертеже 52
§ 15. Понятие о масштабе 55
§ 16. Виды геодезических съемок 56
§ 17. Понятие о съемке и составлении планов водных участков 57

Глава IV. **Мероприятия по улучшению судоходных условий на внутренних водных путях**

§ 18. Виды путевых работ 64
§ 19. Руслоочищение 64
§ 20. Дноуглубление 67
§ 21. Выправление рек 72
§ 22. Регулирование стока рек 74
§ 23. Гидротехнические сооружения 77
§ 24. Судоходные каналы 89

Глава V. **Гидрологический и метеорологический режим водохранилищ, озер, нижних бьефов и устьевых участков рек**

§ 25. Колебания уровней воды в водохранилищах . . . 83
§ 26. Скорости и направления течений в водохранилищах . . 86

§ 27. Ветровой и волновой режимы 90
§ 28. Особенности гидрологического режима устьевых участков рек и морских рейдов 98

Глава VI. Навигационные пособия

§ 29. Содержание навигационных карт 104
§ 30 Пользование навигационными картами 114
§ 31. Корректировка и переиздание навигационных карт . . 116
§ 32. Лоции и маршрутники 118
§ 33. Атлас и картограммы изолиний ветрового волнения . . 119
§ 34. Колебания уровней воды в нижних бьефах ГЭС . . . 121
§ 35. Информация судоводителей о состоянии пути и метеорологической обстановке 124
§ 36. Гидрометеорологические наблюдения на водохранилищах, выполняемые экипажами судов 127

Глава VII. Судоходная обстановка

§ 37. Подразделение водных путей на группы в зависимости от интенсивности судоходства и обстановки. Системы судоходной обстановки 138
§ 38. Знаки обстановки 139
§ 39. Расстановка знаков судоходной обстановки . . . 159

Глава VIII. Влияние волнообразования, гидрологических и метеорологических факторов на управляемость судов

§ 40. Образование волн при движении судна 169
§ 41. Влияние судовых волн, образуемых судном, на другие суда и на русло 171
§ 42. Влияние гидрологических и метеорологических факторов на управляемость судов 173

Глава IX. Ориентировка на внутренних водных путях

§ 43. Значение ориентировки для судовождения . . . 179
§ 44. Глазомерная ориентировка 180
§ 45. Естественные и искусственные приметы и ориентировка по ним 188
§ 46. Ориентировка с помощью навигационных карт . . . 189
§ 47. Ориентировка по навигационным приборам . . . 191
§ 48. Прочие способы ориентировки 206
§ 49. Рекомендации судоводителям по обеспечению безопасности движения судов 209

Глава X. Условия движения судов и плотов по рекам и судоходным каналам

§ 50. Особенности движения по рекам 217
§ 51. Условия движения флота по рекам в период половодья и межени 220
§ 52. Условия прохождения судов через перекаты . . . 222
§ 53. Прохождение судов и плотов под мостами, в районе гидросооружений и через другие затруднительные участки пути 225
§ 54. Особенности движения флота в нижних бьефах гидроузлов 230
§ 55. Условия движения судов и плотов по каналам . . 231

Глава XI. **Особенность работы флота на водохранилищах и озерах**

§ 56. Движение судов и плотов по водохранилищам и озерам 234
§ 57. Убежища и их размещение на озерах и водохранилищах 238
§ 58. Аварийно-спасательная служба на водохранилищах и озерах 240
§ 59. Обеспечение безопасного движения и отстоя в пути во время штормовой погоды 242

Глава XII. **Отстой флота в зимний период**

§ 60. Действие льда на корпуса судов 245
§ 61. Виды затонов и зимовок 247
§ 62. Защита судов от действия льда и основные виды ледокольных и выморозочных работ 253
Приложение 1. Информационный бюллетень 258
Приложение 2. Путевой листок 259
Приложение 3. Ежедневный гидрометбюллетень 261
Приложение 4. Рейсовый гидрометбюллетень 263

Авторы:

Владимиров Николай Петрович,
Ченцов Константин Петрович

ОБЩАЯ ЛОЦИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Редактор изд-ва *Макрушина А. Н.*
Техн. редактор *Ридная И. В.*
Корректоры: *Комарова В. Г.* и *Снастина А. А.*

Сдано в набор 25/VII—1963 г. Подп. к печ. 26/XI—1963 г.
Т-15439 Бумага 60×90¹/₁₆—8,375 б. л.=16,75 п. л.=16,09 уч.-изд. л.
Изд. № УМ—1755—Р Цена 50 коп. Тираж 15000 Заказ 1150

1-я тип. изд-ва «Речной транспорт».
Москва, Кожевническая ул., д. 1-б.

ИЗДАТЕЛЬСТВО „РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ" ИМЕЕТ В НАЛИЧИИ СЛЕДУЮЩУЮ УЧЕБНУЮ, ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКУЮ И СПРАВОЧНУЮ ЛИТЕРАТУРУ

Афанасов В. Н., Семенов П. И. и др., Шлюзованные водные пути и порты, 1957, ц. 1 р. 01 к.

Ахматов П. А., Ходунов М. Е., Речной транспорт в директивах Коммунистической партии, законодательных актах и постановлениях Советского правительства (1918—1959), 1959, ц. 1р. 08 к.

Алферьев М. Я., Гидромеханика, изд. 2-е, 1961, ц. 86 коп.

Богословский М. А., Водные пути и порты, ч. I, 1957, ц. 78 коп.

Богданов Б. В., Галковская М. Г., Секционные составы для вождения способом толкания, 1961, ц. 46 коп.

Высота И. И., Судовые паровые машины и турбины, ч. II, ц. 71 коп.

Высота И. И., Плахов В. С., Судовые силовые установки, 1963, ц. 95 коп.

Власов А. А., Речные водометные суда, 1962, ц. 51 коп.

Гельфанд А. Е., Гецов И. Е., Точность и чистота обработки деталей при ремонте судовых механизмов, 1961, ц. 44 коп.

Дуброва Г. А., Методы облегчения и удешевления гидротехнических сооружений, 1959, ц. 1 р. 60 к.

Дубров М. М., Комплексная автоматизация силовой установки теплохода «Спендиаров», 1961, ц. 19 коп.

Жданов В. С. и др. Эксплуатация гидротехнических сооружений, изд. 2-е, 1961, ц. 82 коп.

Захаров А. М., Марков Б. С., Паросиловые установки речных судов и повышение эффективности их работы, 1961, ц. 62 коп.

Иванов Л. А., Рейды речных портов, 1960, ц. 13 коп.

Иконников С. А., Краковский И. И. Судовые силовые установки, 1961, ц. 1 р. 60 к.

Ирхин А. П. Ерпичев М. И., Цыпин., Экономика и организация перевозок самоходным грузовым флотом, 1963, ц. 54 коп.

Калашников В. И., Избранные труды, 1952, ц. 1р. 85 к.

Кузнецов Б. В., Шпинар И. И., Детали судовых машин, 1957, ц. 1 р 25 к.

Кусков Л. С., Гидрологические и водохозяйственные расчеты при эксплуатации водохранилищ, 1957, ц. 82 коп.

Кублицкий Г. И., Волга—Балтика (Волго-Балтийский водный путь в прошлом и настоящем), 1961, ц. 21 коп.

Казанцев А. М., Калинин Б. А., Нормирование погрузочно-разгрузочных работ, 1962, ц. 63 коп.

Константинов В. П., Пособие судовому радисту, 1962, ц. 49 коп.

Лаханин В. В., Судовые паровые машины, 1960, ц. 88 коп.

Лусников В. Ф., Применение легких сплавов в судостроении, 1963, ц. 40 коп.

Масляков В. Н., Янцзы — великая река Китая, 1959, ц. 22 коп.

Марденский В. П., Изготовление и ремонт топливной аппаратуры судовых дизелей, 1962, ц. 56 коп.

Масляков В. Н., Буксировка плотов, 1962, ц. 39 коп.

Маяк коммунистического труда на Волге (О коллективе коммунистического труда Городецкого судоремонтно-механического завода), 1962, ц. 24 коп.

Полканов Л. Д., Судовые газотурбинные установки, 1959, ц. 20 коп.

Полуэктов В. Г., Управление судами на подводных крыльях, 1962, ц. 14 коп.

Исправление

На стр. 55, 15 строка снизу, напечатано «на 50 000», следует читать «на 500».

Зак. 1150

Судоходная обстановка на каналах имени Москвы, Волго-Донском канале имени В. И. Ленина (плакат) ц. 19 коп.

Судоходная обстановка на водохранилищах Рыбинском и Цимлянском (плакат), ц. 19 коп.

Тареев В. М., Справочник по тепловому расчету рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания, 1961, ц. 1 р. 38 коп.

Тринклер Г. В., Двигателестроение за полустолетие, изд. 2-е, 1958, ц. 1 р. 13 к.

Федорко П. П., Автоматическое регулирование температуры охлаждающей воды в судовых двигателях, 1961, ц. 21 коп.

Цыбин В. П., Диспетчерско-информационная служба в Волжском бассейновом управлении пути, 1963, ц. 6 коп.

Чернов М. И. и др., Справочник по ремонту судов, 1963, ц. 1 ч. 1 р. 95 к., II ч 2 р. 23 к.

Речной Регистр РСФСР, Правила постройки стальных судов внутреннего плавания, ч. I, 1961, ц. 1 р. 27 к.

Речной Регистр РСФСР, Правила постройки стальных судов, т. V (Электрооборудование), 1963, ц. 62 коп.

При отсутствии этой литературы в местных книжных магазинах заказы можно направлять издательству (Москва, Ж-127, ул. Осипенко, 73) «Речной транспорт»