Е. В. БЛИЗНЯК

ПРОФЕССОР МОСКОВСКОГО ВЫСШЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО УЧИЛИЩА
И МОСКОВСКОГО ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ ТРАНСПОРТА

ПРОИЗВОДСТВО ИССЛЕДОВАНИЙ РЕК, ОЗЕР, ВОДОРАЗДЕЛОВ,

КАК ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ и ИСТОЧНИКОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ

С 174 фигурами
образцами полевых книжек
ведомостей, планов, профилей,
карт

МОСКВА
НКПС ТРАНСПЕЧАТЬ
1927

6-я
Типо-Литография
ТРАНСПЕЧАТИ
○ ○ ○ НКПС ○ ○ ○
Б. Переяславская. 46.

Главлит № 74784.
Тираж 2000 экз.

EUG. BLIZNIAK

PROFESSEUR à l'ECOLE SUPÉRIEURE TECHNIQUE
et à l'INSTITUT DES INGÉNIEURS DES TRANSPORTS de MOSCOU

METHODES DES ÉTUDES
DES RIVIÈRES ET DES LACS

COMME VOIES NAVIGABLES
ET SOURCES DES FORCES HYDRAULIQUES

MOSCOU
PRESSE du TRANSPORT
1927

СОДЕРЖАНИЕ.

		стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ		7
ГЛАВА I.	Протяжение и состав внутренних водных путей СССР. Краткий обзор произведенных исследований рек и озер в России. Задача предстоящих исследований	9
ГЛАВА II.	Задачи и цели водных исследований. Разделение исследований на разные категории. Инструкции для производства исследований	17
ГЛАВА III.	Подробные исследования рек и их задачи. Предварительные кабинетные работы. Полевые работы и их состав	21
ГЛАВА IV.	Устройство водомерных постов и водомерные наблюдения	23
ГЛАВА V.	Установка реперов	38
ГЛАВА VI.	Проведение магистрали. Триангуляция. Определение истинного меридиана	48
ГЛАВА VII.	Нивеллировка реперов. Нивеллировка горизонтов воды	66
ГЛАВА VIII.	С'емка контуров местности. С'емка рельфа	73
ГЛАВА IX.	Промеры глубин. Автоматические промерные приборы. Траление	80
ГЛАВА X.	Приведение полевых работ к условному уровню и вычисление срезки	99
ГЛАВА XI.	Гидрометрические наблюдения. Методы определения скоростей течения и расходов воды. Наблюдения над наносами. Исследования притоков	105
ГЛАВА XII.	Фотографические работы	136
ГЛАВА XIII.	Собирание дополнительных сведений: топографических, гидрологических, технических, судоходных, по использованию водных сил, мелиорации, рыбному хозяйству и пр.	140
ГЛАВА XIV.	Обработка материалов исследований. Главнейшие отчетные документы. Нормы кабинетных работ	145
ГЛАВА XV.	Облегченные исследования рек	161
ГЛАВА XVI.	Рекогносцировочные исследования рек. Исследования сплавных рек. Применение методов морской с'емки к исследованиям рек.	174
ГЛАВА XVII.	Исследования озер	190
ГЛАВА XVIII.	Исследования водоразделов	208
ГЛАВА XIX.	Исследования рек и озер, как источников гидравлической энергии	218
ГЛАВА XX.	Общая организация исследований. Административно-хозяйственная сторона исследований. Учет работ. Нормы	229
ГЛАВА XXI.	Хранение материалов и документов исследований Издание в печати материалов исследований	258
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ		267

ПРЕДИСЛОВИЕ

Задача настоящего труда—во-первых, облегчить работу тем, кто занимается исследованиями рек, озер, водоразделов, во-вторых, служить пособием при изучении названных вопросов. Хотя вопросы водного транспорта мною выдвинуты на первое место, однако уделено также соответствующее внимание и вопросам использования водных сил; что касается исследований, относящихся к другим сторонам водного хозяйства, а именно, мелиорации, санитарной технике, рыболовству, то они мною освещены лишь вкратце, так как это не входило в мою программу; к тому же я был ограничен об'емом книги. Равным образом мною оставлены без надлежащего рассмотрения и исследования, имеющие специальный характер, как-то: исследования грунтовых вод, исследования почвенные, ботанические, исследования наносов, детальное изучение перекатов и проч.; вопросы применения материалов исследований к проектированию также мною не рассмотрены.

В настоящем труде содержится, главным образом, изложение способов исследований, при чем предполагается, что читатель знаком с геодезией и основами гидрологии.

Все изложение построено по производственному принципу, т.-е. подробно рассмотрены разные случаи исследований рек, озер, водоразделов; некоторые же работы, как, например, обработка материалов, организация исследований и др. описаны в отдельности. В соответствии с этим, я считал полезным остановиться на некоторых деталях отдельных операций, познакомить читателя с формами журналов и обработки, пояснить изложение примерами, взятыми из практики.

При таком способе изложения, конечно, неизбежны некоторые повторения, но зато указанный способ облегчает изучение вопроса, так как все операции рассматриваются в том последовательном порядке, как это имеет место на практике.

При составлении настоящего труда, мною использован главным образом мой личный многолетний опыт по исследованиям рек, озер, водоразделов, а равно работы русских исследователей; не оставлены мною без внимания и позднейшие работы в СССР, в частности, исследования р. Волхова (1922—1924 г.г.)

В настоящую книгу включено описание основных работ по исследованиям. В следующем Выпуске будут помещены нижепоименованные главы:

I — Геологические и гидрогеологические исследования.
II — Экономические исследования.
III — Дополнительные данные по обработке материалов (в частности, способ вычисления географических координат).
IV — Исследования зимнего режима рек.
V — Барометрическое нивеллирование в применении к водным исследованиям.
VI — Общие сведения о производстве во время водных исследований метеорологических наблюдений.
VII — Применение фотос'емки и аэрофотос'емки к водным исследованиям.
VIII — Дополнительные исследования в местах проектируемых сооружений.
IX — Исследования специальные: почвенные, ботанические, ихтиологические.

Считаю долгом выразить благодарность моему бывшему сотруднику по исследованиям в Сибири Н. М. Никифорову, доставившему мне некоторые материалы, а также Начальнику Отдела Изысканий Волховского Строительства Инж. В. М. Родевичу, любезно разрешившему пользование материалами Строительства.

Евг. Близняк.

Москва, май 1925 г.

ГЛАВА I.

Протяжение и состав внутренних водных путей СССР. Краткий обзор произведенных исследований рек и озер в России. Задачи предстоящих исследований.

Протяжение водных путей СССР.

Водные богатства СССР чрезвычайно велики; к сожалению, они мало изучены, и нет даже общей сводки, дающей протяжение всех рек и перечень озер. Более или менее подробно учтены реки сплавные и судоходные в Европейской части СССР; что касается Сибири, то здесь данные даже о реках судоходных и сплавных далеко не полны. Прочие же реки не только не учтены, но нередко не нанесены даже на картах. По статистическим данным Народного Комиссариата Путей Сообщения, общее протяжение внутренних водных путей СССР характеризуется следующими цифрами:

ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ СССР.	Сплавн.	Судоходн.	Итого.
	В километрах.		
Европейская часть	122 006	37 931	159 937
Азиатская часть	54 365	52 114	106 479
Всего	176 371	90 045	266 416

Таким образом, длина водных путей СССР, зарегистрированных в официальных списках, свыше 266 000 километров; надо полагать, что эта величина по крайней мере удвоилась бы, если бы был произведен надлежащий учет наличия водных богатств.

Запасы водных сил СССР.

Вполне естественно, что при столь значительном протяжении рек России, изучение их производилось почти исключительно в соответствии с практическими заданиями и в первую очередь — с точки зрения использования рек, как путей сообщения; лишь в самые последние годы стали выдвигаться вопросы использования рек, как источников гидравлической энергии. Совершенно очевидно, что в этом отношении русские реки изучены еще меньше, и, действительно, в настоящее время имеются лишь очень приблизительные сводки о запасах водных сил: по нашим подсчетам сумма запасов гидравлической энергии рек СССР в сосредоточиях 10000 лош. сил и более выражается в следующих, примерных, цифрах.

Европейская часть СССР	3 030	тыс.	лош. сил
Кавказ	2 495	»	» »
Сибирь	5 325	»	» »
Туркестан	8 550	»	» »
Всего	19 400	т.	лош. сил.

Конечно, на приведенные данные следует смотреть, лишь как на первое приближение. Если принять в расчет не только сосредоточия в 10000 л. с., но и меньшие мощности, то общие запасы водных сил СССР составят не менее 60 миллионов лош. сил.

История водных исследований.

Для подведения итогов выполненных ранее исследований и для лучшего выявления задач предстоящих работ, необходимо познакомиться, хотя бы вкратце, с историей исследований рек и озер России. Начнем с речных исследований *).

Три периода исследований.

В истории исследований рек можно различать три периода: первый до 1874 года, второй с 1874—1903 г., третий с 1904 г. до настоящего времени.

Первый период до 1874 г.

До 1874 года исследования рек велись местными Округами Путей Сообщения исключительно для судоходных целей; насколько можно судить по немногим сохранившимся отчетным данным, эти исследования велись очень неполно; так, на планах рек—глубины русла показаны в очень малом количестве, а иногда и вовсе не показаны; никаких реперов не имеется; нет данных о горизонтах воды и проч. Главную ценность означенные материалы могут иметь для суждения о коренных изменениях в пойме и перемещениях русла, изменениях в дельтах, а также о имевшихся на реке затруднительных для судоходства местах. Однако водные исследования производились и в прежнее время с достаточной полнотой для разрешения стоявших тогда технических задач; интересно отметить, что в составе кафедр открытого в 1809 г. Института инженеров водяных и сухопутных сообщений имелась кафедра «Гидрографии и статистики Российской Империи».

Наблюдение колебаний уровня воды.

Что касается производства наблюдений колебаний уровня воды, то первая водомерная инструкция появилась в 1858 г.; наблюдения имели цели исключительно судоходные; водомерные посты располагались на перекатах, зимой наблюдения не производились; вообще же дело это велось в достаточной мере бессистемно.

Второй период 1874—1903 г.г.

Лишь с 1874 г., когда в б. Министерстве Путей Сообщения была образована „Навигационно-Описная Комиссия", под председательством инж. П. А. Фадеева, дело водных исследований, включая сюда и водомерные наблюдения, получило планомерную и правильную организацию.

Работы Комиссии продолжались до 1894 г. Для исследований (описания) рек были образованы специальные описные партии, в руководство которым была дана Инструкция, составленная инж. Н. А. Богуславским (впоследствии профессором Геодезии в Институте Инженеров Путей Сообщения). Навигационно-Описной Комиссией была выработана инструкция и для водомерных наблюдений, действовавшая до 1925 г. Материалы исследований издавались в печати (планы, продольные профили, краткие описания); изданы главнейшие материалы по следующим рекам: Ангара, Амур, Волга (Рыбинск—Казань), Волхов, Десна, Днепр, (от Смоленска), Дон, Западная Двина (от Витебска), Иртыш, Кама, Обь (Бийск—Юрты Тяголовые), Ока (от Каширы), Северная Двина, Сура, Сухона, Томь (от Томска). Остались ненапечатанными Днестр и Волга.

Перечисленные материалы представляют собой капитальные работы; однако они имеют ряд существенных пробелов, наличие которых об'ясняется поставленными для исследований целями (судоходными); так, почти не освещен рельеф берегов и поймы реки, крайне недостаточны данные о расходах воды и скоростях течения.

*) Считаем необходимым отметить, что в основу дальнейшего изложения принят труд инж. В. М. Родевича.

Кроме перечисленных работ Навигационно-Описной Комиссии, следует отметить еще работы образованной в 1894 г. и действовавшей до 1903 г. „Экспедиции по исследованию источников главнейших рек Европейской России", во главе с А. А. Тилло; Экспедицией были исследованы истоки и верховья рек Днепра, Оки, Зап. Двины, Дона, Волги, и изданы труды в количестве 40 выпусков. Программа работ Экспедиции была значительно шире, чем программа Навигационно-Описной Комиссии; в состав работ были включены не только работы по „описи" рек, но также исследования гидрологические, гипсометрические, почвенно-ботанические, лесоводственные и друг.

Третий период с 1904 г. до 1925 г.

Третий период речных исследований, с 1904 г. по 1925 г. (в особенности 1906—1915 годы), является наиболее плодотворным в деле водных исследований.

Особенности исследований.

Этот период должен быть особо отмечен в следующих отношениях: 1) внесением в дело исследований большей планомерности, 2) расширением программы исследований с учетом разных сторон водного хозяйства, 3) началом планомерных систематических гидрометрических наблюдений, 4) приступом к изучению водных сил, 5) изучением водоразделов и возможных соединений смежных речных систем, 6) изучением крупных ирригационных проблем, 7) составлением на основании данных исследований гидротехнических проектов, 8) расширением издательства трудов по гидрографии, гидрологии, гидротехнике. Значительная часть речных исследований была выполнена в Сибири, где, как видно из вышеизложенного, имелся большой пробел в этом деле. Особо следует отметить выполненные в течение 1911—1914 гг. работы по составлению и изданию новых Инструкций для водных исследований (см. ниже, стр. 19—20).

Исследованные реки и водные магистрали.

В течение 1904—1914 г.г. были исследованы следующие реки: в Европейской России: Нева, Шексна, Тверца, Клязьма, Москва-река, Сев. Донец, Нижний Дон, Уфа, Белая, Зап. Двина, Кемь, Выг, Суна, Сегежа, Волхов, Печора с Ижмой и Ухтой, Сев. Кельтма, Сухона, Вычегда; на Кавказе: Кубань, Кура, Рион; в Сибири: Амур, Шилка, Зея, Уссури, Аргунь, Бурея, Селемджа, Сунгача, Амгунь, Лена, Витим, Селенга, Баргузин, Енисей от границы до Енисейска, притоки Енисея—Абакан, Туба и Чулым, Верхний Иртыш и притоки его—Ишим, Тобол и Тура, Или.

Из водных магистралей исследованы: Камско-Тобольский путь, Обь-Енисейский, Днепровско-Висленский, Черноморско-Балтийский, Тихвинский и Мариинский, Псково-Юрьево-Нарвский, Шекснинско-Сев.-Двинский (Вюртембергская система), Волго-Донский, С. Донец-Днепр., Беломорско-Балтийский, Камско-Печорский, Обско-Печорский.

Кроме речных исследований в пределах России, были изучены, с той или иной степенью подробности, заграничные реки Сибири: Сунгари, Урянхайский Енисей, Монгольская Селенга, Черный Иртыш, Урунгу, Китайская Или.

В течение последнего, наиболее плодотворного периода водных исследований, особо должны быть отмечены труды инженеров Е. Л. Кенига, В. М. Родевича, А. И. Фидмана, А. К. Старицкого, С. А. Васильева, О. О. Тейхмана, Е. Г. Иогансона, А. И. Лагутина.

К сожалению, далеко не все исследования завершены изданием в печати полученных материалов. Все же было напечатано до 30 атласов рек: сюда входят Сунгари, Шилка, Амур (ниже Благовещенска), Дон, Зея, Селенга, Верхняя Лена, Енисей, Абакан, Туба, Иртыш, Кубань, Вычегда, Вымь и Кельтма.

В течение описываемого периода, 1904—1925 г.г. (преимущественно же в годы 1906—1917), значительные работы по исследованиям рек были выполнены также и местными органами б. Министерства Путей Сообщения; так, были исследованы притоки Днепра и Припяти: Судость, Бесядь, Тетерев, Десна, Ингулец, Ингул; в бассейне Волги - Вятка, Ветлуга, Колва, Сылва; в Сибири произведены рекогносцировки р. р. Подкаменной и Нижней Тунгуски, Чарыша, Чумыша, Бии и др.

Результаты исследований напечатаны в „Материалах для описания русских рек и истории улучшения их судоходных условий" (всего б. Управлением внутренних водных путей МПС было издано 74 вып.), а также в отдельных изданиях судоходных, лоцманских карт, записок и проч.

Исследования 1914—1925 г.г.

Начавшаяся в 1914 г. война, а затем годы гражданской войны вредно отразились на водных исследованиях, но все же и за 1914—1925 г.г. произведено несколько серьезных работ, а именно: подробно исследована Москва река, детально изучен бассейн р. Волхова, исследованы р. Свирь, Волго-Донское соединение, р. Урал, водоразделы Мариинской системы, произведены исследования на р. Днепре в связи с проектом шлюзования Днепровских порогов, большие работы произведены в Восточной Сибири, а именно: исследованы Витим, Мая, Нижняя Лена, Алдан, Вилюй, верхнее течение Ангары, Монгольская Селенга, р. Орхон, Иркут; наиболее капитальными работами в течение последних лет (1922—1925) следует признать исследования в бассейне р. Волхова, в связи с постройкой на Волхове гидроэлектрической станции; названные исследования интересны как по об'ему работ, так и по обширности программы. Следует также отметить и исследования Днепра (1923—1925 г.г.) на протяжении Запорожье—Екатеринослав, в связи с проектом шлюзования Днепровских порогов, и исследования Мариинской системы.

Мелиорационные исследования.

До сих пор мы описывали работы, преимущественно относящиеся к исследованиям рек, как путей сообщения. Теперь коснемся водных исследований, производившихся, главным образом, в связи с мелиорационными работами. Из них мы должны прежде всего отметить обширные исследования, произведенные под руководством Жилинского в 1873—1898 г.г. Западной Экспедицией по осушению болот, главным образом, в бассейне р. Припяти; второй Экспедицией, работавшей в 1880—1891 г.г. „По орошению на Юге России и на Кавказе", собраны ценные данные по Закавказью, бассейну р. Кумы, Уральской и Семиреченской областям, Екатеринославской, Таврической, Саратовской, Астраханской, Самарской губерниям и в Калмыцкой степи.

Параллельно с описанными работами вели свои исследования специальные экспедиции Арало-Каспийская (1874 г.), Аму-Дарьинская (1873 г.), Кумо-Манычская (1878—1879 г г.), экспедиция по исследованию старых русел Аму-Дарьи между Аральским и Каспийским морями, Глуховского (1893 г.).

Из последующих экспедиций мелиорационного характера следует еще отметить работы в бассейне Терека (1901—1903 г.г.) и исследования р. Мургаба.

По аналогии с описанными выше исследованиями рек, как путей сообщения, начало третьего периода для водных мелиоративных исследований можно отнести к 1909 г., когда в б. Отделе Земельных улучшений Гл. Упр. Землед. и Землеустройства начались планомерные обширные работы по исследованиям, главным образом, в районе Туркестана и Кавказа; в период 1909—1917 г.г. были произведены следующие исследования: в бассейне Балхаша, р. Или с притоками, системы Сыр-Дарьи

(Кара-Дарья, Нарын, Чирчик, Арысь и др.), бассейна Аму-Дарьи, Зеравшана, Теджен, Чу. Параллельно с изысканиями разрабатывались соответствующие проекты орошений.

Особо должны быть отмечены работы в деле мелиорационных исследований: инж. С. П. Максимова, В. Г. Глушкова, В. А. Васильева, И. Г. Александрова, В. В. Чикова, Г. К. Ризенкампфа и др.

Кроме перечисленных работ в Туркестане, были произведены следующие исследования в Сибири, в Приморской Области: река Уссури и ее притоки; в Томской и Тобольской губерниях—реки: Омь, верховья Тары и Чулыма и др.; на Алтае—притоки Иртыша: Кольджир, Курчум, Бухтарма; особо следует отметить исследования р. Катуни.

Исследования белого угля.

Переходя к описанию следующей группы водных исследований, а именно, с целью использования водных сил. „белого угля", следует заметить, что планомерных исследований в этой области не было организовано, и работы велись в зависимости от тех или иных задач текущего момента: так, в течение 1910—1918 г.г. были изучены водные силы Риона с притоками, Алазани, р. Уфы и верхней части Белой, Волхова, Свири, Сухоны, Суны; в Карело-Мурманском крае исследованы Выг, Кемь, Ковда, Нива, Тулома; в Сибири—р. Ангара, Бия, Катунь, Бухтарма и др. алтайские реки; большинство из перечисленных исследований имеют рекогносцировочный характер. В 1924 г. приступлено к исследованиям рек на Кавказе—Малки, Баксана, Верхней Кубани, Теберды и друг., а также рек на Алтае.

Наблюдения водомерные и гидрометрические.

Теперь нам остается еще ознакомиться с главнейшими стационарными наблюдениями, а именно, водомерными и гидрометрическими. Выше было указано, что началом систематических водомерных наблюдений следует считать 1874 г.; к 1915 г. число водомерных постов на всей территории России было около 1500, из них свыше 800 в ведении б. Министерства Путей Сообщения; к 1924 г. число постов резко сократилось и не превышало 600. Наблюдения водомерных постов б. МПС были изданы в печати за время 1881—1910 г.г. в 10 томах (таблицы и текст) по десятилетиям и и бассейнам морей, под заглавием „Сведения об уровне воды на внутренних водных путях России по наблюдениям на водомерных постах"; названные материалы представляют капитальный труд. Часть водомерных наблюдений была издана и другими организациями, в числе которых на первом месте (после МПС) стояло б. Министерство Земледелия.

Водомерные наблюдения на постах б. Министерства Путей Сообщения имели в виду почти исключительно задачи судоходные; на части постов (так называемых II разряда) не производились даже зимние наблюдения; под таким уклоном была составлена Инструкция для водомерных наблюдений; лишь в 1925 г. эта инструкция была переработана, с введением более широкой программы наблюдений (более подробно об этом указано в Главе II).

Что касается измерений расходов воды в реках, то названные работы в период 1874—1904 г.г. ограничивались лишь определениями расходов на единичных гидрометрических станциях, которые организовывались, главным образом, описными партиями; из более или менее постоянных станций следует указать на станции Дубовскую и Самарскую на Волге (1884—1887 г.г.); начиная с 1901 г. работали станции на Волге—в Дубовке, в Тетюшах, в с. Вязовых, в Ярославле; на р. Днепре—в Лоцманской Каменке; кроме того, действовали станции на Верхней Волге, у Верхневолжского бейшлота, на р. р. Суне, Неве, Мсте,

на р.р. Оке, Сев. Донце, Дону, Шексне и друг.; в Сибири—на Шилке, Амуре, Зее, Туре, Тоболе, Енисее и др.

Гидрометрическая организация 1912 г. М.П.С.

Все перечисленные станции производили наблюдения без общей плановой увязки, наблюдения и обработка велись по разным инструкциям, разными способами, опубликование материалов наблюдений в большинстве случаев имело мало систематический характер. Лишь в 1912 г. дело гидрометрических наблюдений получило в б. МПС правильную систему, с учреждением особой гидрометрической организации, состоявшей из об'единяющего гидрометрического центра при Бюро изысканий водных путей (б. Управлений внутр. водн. пут.) и семи следующих районов: 1) Камско-Тобольского (6 станций), 2) Обь-Енисейского (5 станций), 3) Донского (5 станций), 4) Северного (3 ст.), 5) Черноморско-Балтийского (4 ст.), 6) Днепровско-Висленского (5 ст.), 7) Сунского (1 ст.).

Война прервала работы станций; остались ненапечатанными и материалы наблюдений.

Гидрометрическая организация 1910 г. б. М. Земледелия.

Правильные гидрометрические наблюдения по б. Министерству Земледелия начались в 1910 г. в Туркестане и на Кавказе; в 1913 г. образовалась гидрометрическая часть и в Европейской России. Названными организациями, особенно Туркестанской, под руководством инж. В. Г. Глушкова, выполнены большие работы; так, за время 1910—1915 г.г. изучена водоносность 62 рек на 14 станциях; параллельно с водомерными наблюдениями, велись также наблюдения и над насосами. Результаты наблюдений изданы в печати и представляют ценные материалы.

Кавказская гидрометрическая часть за 1910—1917 г.г., под руководством инж. А. М. Эссена, произвела также большую работу на 10 гидрометрических станциях (обследовано 63 реки), труды изданы в печати.

Что касается гидрометрической части Европейской России, то работы ее велись на второстепенных реках; материалы в большинстве не опубликованы.

История исследований озер.

Переходя к изложению кратких данных, относящихся к изучению озер, следует отметить, что в общем озера СССР исследованы недостаточно; многие из них не показаны даже на карте. Более или менее подробно исследованы те озера, которые представляют интерес с точки зрения путей сообщения, сюда относятся озера: Ладожское, Онежское, Чудское, Ильмень, Байкал; только на этих озерах мы и остановимся, пользуясь данными Л. С. Берга.

Ладожское озеро. Основной работой по гидрографии озера являются исследования А. П. Андреева 1858—1873 г.г.; издана карта в масштабе 5 верст в 1 дюйме; материал исследований устарел и требует пополнений.

Онежское озеро — исследовано в 1874—1894 г.г. экспедицией под начальством сначала А. П. Андреева, затем Ф. А. Дриженко: издана карта в масштабе 6 верст в 1 дюйме. Позднейшие исследования (дополнительные) произведены С. А. Советовым.

Чудское озеро было исследовано в 1895 г. И. Б. Шпиндлером, затем в 1904—1910 г.г. инж. Е. А. Кенигом; материалы последних исследований не опубликованы и, повидимому, погибли.

Ильмень — изучен в 1910 г. инж Е. А. Палицыным, а в 1923 г. партией Волховского Строительства (под общим руководством инж. В. М. Родевича, под непосредственным Н. М. Никифорова).

Байкал — исследован сравнительно хорошо. Основная работа выполнена Экспедицией под руководством Ф. А. Дриженко (1896—1902 гг.); издан в печати атлас из 31 листов одноверстной карты и 3 л. 6-верстной карты.

Итоги исследований.

Подводя итоги произведенных водных исследований в России, следует прежде всего отметить, что более или менее точные данные можно получить, начиная с 1874 г., притом в части водных путей сообщения; что касается прочих водных исследований, то таковые не систематизированы.

По данным Центрального Управления внутренних водных путей Народного Комиссариата Путей Сообщения, общая длина исследованных водных путей (подробно и рекогносцировочно) за 1874—1925 г.г. выражается 88 046 км. Более детальные сведения помещены в следующей таблице.

СВЕДЕНИЯ

о произведенных водных исследованиях за 1874—1925 г.г.

№	НАИМЕНОВАНИЕ БАССЕЙНОВ ИЛИ РАЙОНОВ.	Годы.	Длина в километрах.		
			Исслед. подробн.	Исслед. рекогносциров.	Итого.
	А. Реки.				
1	Бассейн Балтийского моря	1873—1915	2 858	366	3 224
2	» Каспийского »	1878—1922	12 032	7 884	19 916
3	» Белого »	1876—1925	2 636	378	3 014
4	» Сев. Ледовитого Океана .	1901—1925	13 915	13 844	27 759
5	» Черного и Азовского морей.	1874—1915	9 298	2 868	12 166
6	» Великого Океана	1900—1917	6 001	5 456	11 457
7	» Аральск. моря и оз. Балхаш.	1900—1925	—	3 232	3 232
	Итого . . .		46 740	34 028	80 768
	Б. Каналы и водные соединения.				
8	Каналы в Европейской России . . .	1874—1905	373	—	373
9	Водные соединения	1879—1917	5 177	1 728	6 905
	Итого . . .		5 550	1 728	7 278
	ВСЕГО		52 290	35 756	88 046

Общие выводы

Если окинуть общим взглядом перечень выполненных работ по исследованиям рек и озер и если принять во внимание, что многие данные устарели и что очень много материалов безвозвратно утеряно, особенно в последние годы, то можно притти к заключению, что впереди предстоит выполнить очень большие работы в области изучения рек и озер; к этому еще надо добавить, что и задачи водных исследований в настоящее время стали значительно шире, чем в прежние годы, почему данные многих даже сохранившихся исследований потребуют дальнейших дополнений.

Но если в части общей гидрографии вопрос обстоит более или менее удовлетворительно, хотя здесь имеется не мало пробелов, особенно по Сибири, то в части изучения водоносности большинства рек, работы приходится начинать почти сначала.

Чтобы правильно и наиболее целесообразно разрешить предстоящие задачи водных исследований, необходимо ввести в это дело планомерность и систематичность, ясно поставив основную цель, подлежащую достижению, а именно, составление подробной описи всех водных богатств СССР, или иначе говоря, составление водного кадастра,— как это выполняется в Западной Европе и Сев. Америке.

Литература к главе I.

1. Речной транспорт в 1925 г. Изд. НКПС 1926 г.
2. Е. В. Близняк. Запасы белого угля в России. («Водн. Тран.» 1923 г. №4).
3. В. М. Родевич. Обзор произведенных до 1923 г. исследований рек России. («Известия Рос. Гидрол. Инст.» 1923 г. № 5).
4. М. Н. Герсеванов. Гидрография внутр. вод. России и ее литература.
5. А. В. Аносов. Очерк развития водного дела на рр. Казанского Округа Пут. Сообщ.
6. Л. С. Берг. Очерк истории исследований озер России в гидрологическом отношении («Изв. Рос. Гидрол. Инст.» 1923 г. № 5).

ГЛАВА II.

Задачи и цели водных исследований. Разделение исследований на разные категории. Инструкции для производства исследований.

Задачи и цели исследований.

Главная цель водных исследований: 1) получение данных для всесторонней характеристики водного потока как в судоходном отношении, так и в отношении возможности использования водной энергии; 2) получение данных для составления проектов улучшения судоходных условий и использования водных сил и 3) получение в подлежащих случаях данных, учитывающих требования сельско-хозяйственной мелиорации (орошения, осушения).

Первая группа составляет задачи так называемых «описных», гидрографических и экономических исследований, которые дают общую картину современного состояния исследуемого водного пути, почти независимо от того, в каком направлении будут использованы собранные материалы; во второй группе должны быть учитываемы требования проектов улучшения судоходных условий и использования водных сил, чему должен соответствовать характер и об'ем исследований; наконец в третьей группе—учитываются требования мелиорации, опять-таки в зависимости от общих заданий проекта.

Обычно указанные три группы тесно переплетаются между собою, так как многие данные (например, колебания уровня воды, расходы воды, плановые материалы и пр.) одинаково необходимы и для проектов улучшения судоходных условий, и для использования водных сил, и для мелиорации.

Как было указано в предисловии, наша задача—изложить главным образом все то, что относится к исследованиям рек, озер, водоразделов, как путей сообщения, с уделением соответствующего внимания и вопросам использования водных сил; вопросы же прочих исследований будут освещаться попутно, притом в кратком виде.

Сравнение водных «исследований» и сухопутных «изысканий».

Обращаясь к сравнению задач и характера водных «исследований» с таковыми «изысканий» сухопутных, нельзя не отметить прежде всего того обстоятельства, что в громадном большинстве случаев об'екты водных исследований как бы закреплены самой природой (реки, озера), и мы должны заняться в первую очередь изучением, исследованием этих об'ектов; в сухопутных же изысканиях приходится разрешать другую задачу, а именно, прежде всего изыскивать и находить наивыгоднейшее направление железнодорожного, шоссейного пути между двумя или более пунктами; аналогичные работы приходится производить также и при изысканиях каналов судоходных, ирригационных и прочих; здесь также приходится отыскивать наивыгоднейшее направление канала; при изысканиях судоходных каналов, наиболее типичным и наиболее сложным случаем является изыскание соединительных каналов на водоразделах, почему исследования водоразделов и должны составить особую группу водных исследований.

Разделение водных исследований на категории.

Теперь уже нетрудно разбить водные исследования по об'ектам исследований на следующие три группы:

I. Исследования рек.
II. Исследования озер.
III. Исследования водоразделов.

Само собою разумеется, что не всегда надо производить исследования с одинаковой степенью подробности: все зависит от тех задач, которые исследованиям будут поставлены. Отсюда—деление исследований на три разряда:

I. Исследования подробные.
II. Исследования облегченные.
III. Исследования рекогносцировочные.

Приведенные наименования исследований дают лишь общую их характеристику. Не останавливаясь на более подробном определении указанных категорий исследований, о чем будет сообщено ниже, необходимо лишь отметить, что как подробные, так и облегченные, а также и рекогносцировочные исследования могут применяться при изучении и рек, и озер, и водоразделов, как это наглядно представлено в следующей таблице:

Исследования подробные	Исследования облегчен.	Исследов. рекогносциров.
1. рек;	4. рек;	7. рек;
2. озер;	5. озер;	8. озер;
3. водоразделов.	6. водоразделов.	9. водоразделов.

Перечисленные 9 групп являются основными группами водных исследований.

Специальные исследования.

Кроме указанных основных групп водных исследований, имеется еще ряд исследований специальных, производимых по особым заданиям и программам, в зависимости от требований проектов и поставленных целей. Сюда относятся специальные исследования перекатов, режима весенних вод, наносов, изучение подземных вод, изучение характера грунтов, специальные геологические исследования и многие другие; наконец, в особые группы могут быть выделены специальные исследования в связи с проектами использования водных сил и мелиорации; особо могут быть поставлены также исследования рыбного хозяйства, исследования санитарно-технические и др.

Состав работ.

Какие бы исследования ни производились, в состав их всегда входят следующие категории работ:

а) Работы кабинетные (камеральные)—предварительные.
б) Работы полевые.
в) Работы кабинетные (камеральные) — окончательные (обработка полевых материалов).

В результате всех работ получаются отчетные документы, которые являются основными материалами для проектирования.

Предварительные кабинетные работы.

Обращаясь к характеристике перечисленных категорий работ, следует отметить, что предварительные кабинетные работы, как это видно из самого названия, имеют целью до приступа к полевым работам, состоящим в непосредственном изучении об'екта исследований на месте, в «поле», собрать по возможности все материалы, относящиеся к исследуемым реке,

озеру, водоразделу. Сюда относятся материалы по географии, гидрологии, картографии района, по его экономике и вообще все материалы, которые могут быть использованы при исследованиях и при последующей проектировке.

Руководитель исследований (начальник партии, начальник исследований *) должен лично ознакомиться, хотя бы в общих чертах, со всеми собранными материалами, так как их изучение нередко может облегчить работу исследований, и наметить важнейшие вопросы, подлежащие изучению.

Понятно, что невозможно дать сколько-нибудь исчерпывающие указания, какие именно материалы следует собирать при тех или иных исследованиях; все зависит от задач и целей исследований; но во всяком случае, никогда не надо забывать того, что время, потраченное на так называемые предварительные кабинетные работы, всегда окупится, ибо во многих случаях можно использовать работы предшественников.

Так как плановая и высотная с'емка и гидрометрические данные представляют собою основные материалы исследований, то на изучение картографических и геодезических данных, а равно данных по гидрометрии, надо обратить внимание в первую очередь; это важно еще и потому, что с'емочные и нивеллировочные работы идут впереди других; поэтому, например, получение сведений об имеющихся в районе исследований астрономических и тригонометрических пунктах и реперах должны быть собраны с особой тщательностью, с тем, чтобы последние на месте могли быть своевременно разысканы и привязаны к работам партии; вообще, необходимо всесторонне ознакомиться со всеми материалами исследований, производившихся в данном районе, чтобы работу партии связать с другими работами; при этом не следует ограничиваться изучением лишь материалов, непосредственно относящихся к задачам данных исследований, но знакомиться также с работами других ведомств и учреждений.

Само сабой разумеется, одновременно с кабинетными работами ведется и составление плана организации дальнейших работ, выработка программ, инструкций и проч., о чем более подробно будет указано в главе XX.

Полевые работы. Полевые работы состоят из ряда операций, производящихся на месте, «в поле» (с'емка, нивеллировка, промеры и пр.).

Кабинетные работы окончательные. Кабинетные работы окончательные имеют целью произвести обработку материалов полевых работ. Порядок их организации и выполнения будет указан в соответствующих главах.

Инструкции. Основными инструкциями, которыми следует руководствоваться при исследованиях водных путей, являются следующие:

1. Инструкция № 1 для подробных исследований рек—утверждена Зам. Народ. Комис. Пут. Сообщ. 2 июня 1924 г.
2. Инструкция № 2, для облегченных исследований рек — утверждена Зам. Нар. Ком. П. С. 2 июня 1924 г.

Примечание. Инструкции №№ 1 и 2 составлены в метрических мерах; они входят в выпуск IV изданий Центр. Управления внутренних водных путей НКПС.

3. Инструкция № 3, для маршрутных рекогносцировок рек.
4. Инструкция № 4, для рекогносцировочных исследований водоразделов.
5. Инструкция № 5, для облегченных исследований водоразделов.
6. Инструкция № 6, для подробных исследований водоразделов.

---

*) Организация исследований описана ниже, в главе XX.

7. Инструкция № 7, для производства барометрической нивеллировки.
8. Инструкция № 8, для подробных исследований озер.
9. Инструкция № 9, для геологических исследований внутренних водных путей.
10. Инструкция № 10, для наблюдений над атмосферными осадками.
11. Инструкция № 11, для собирания статистических и экономических сведений при исследованиях внутренних водных путей.

Примечание. Инструкции № 3—№ 11 были утверждены в 1911 году б. Управлением внутр. водн. путей; впредь до пересмотра, они могут считаться действительными, при условии замены русских мер метрическими. Означенные инструкции входят в состав. части I «Инструкций для исследования водных путей», издан. 1914 г.

12. Условные обозначения к инструкциям для исследования водных путей.

Примечание. Условные обозначения были утверждены в 1914 году б. Управл. внутр. водн. путей; они вхотяд в состав части II «Инструкций для исследования водных путей», издан. 1914 г.

13. Инструкция для производства работ на постоянных гидрометрических станциях.

Примечание. Означенная инструкция была утверждена б. Управлен. внутр. водн. путей в 1914 г.; она составляет часть III «Инструкц. для исследования водн. путей», издан. 1914 г.

14. Инструкция для наблюдений колебания уровня воды, утвержд. в 1925 г. Народн. Комис. Путей Сообщ.

Перечисленные инструкции и приняты нами в основу дальнейшего изложения, с некоторыми изменениями.

Основные материалы литературные, картографические и проч.

Из материалов, с которыми следует ознакомиться, приступая к водным исследованиям, необходимо отметить следующие главнейшие:

1) Материалы для описания русских рек и истории улучшения их судоходных условий; 2) Труды Русского Географического Общества (Известия и Записки); 3) Труды Геологического Комитета; 4) Труды Военно-Топографического Отдела Главного Штаба; 5) Труды Комиссии по изучению естественных производительных сил России при Академии Наук (КЕПС); 6) Труды Отдела Торговых Портов Мин. Торг. и Промышл.; 7) Ежегодники Отдела земельных улучшений; 8) Летописи Главной Физической Обсерватории; 9) Известия Российского Гидрологического Института; 10) журнал «Русское Судоходство»; 11) Издания Народного Комис. Пут. Сообщ. 12) журнал «Водный Транспорт».

ГЛАВА III.

Подробные исследования рек и их задачи. Предварительные кабинетные работы. Полевые работы и их состав.

Цель подробных исследований рек. Подробные исследования рек имеют целью получение данных для составления как полных, так и частных проектов улучшения судоходных условий рек, с разработкой этих проектов не только в техническом, но и в экономическом отношении. Поэтому в состав исследований входят собирание материалов, характеризующих судоходное состояние рек и существующие на них препятствия для судоходства и сплава; собирание данных, позволяющих судить в будущем о происходящих в речном русле переменах; получение общих технических данных, характеризующих реки с точки зрения возможного использования их гидравлических сил, а также получение общих данных, учитывающих требования мелиорации, и собирание экономическо-статистического материала, к исследуемому пути относящегося.

Состав работ. Подробные исследования рек, как и всякие другие исследования, состоят из: а) предварительных кабинетных работ, б) полевых работ и в) окончательных кабинетных работ.

Не останавливаясь на предварительных кабинетных работах, состав и задачи которых в общем виде выяснены в главе II, перейдем к рассмотрению полевых работ и их состава.

Состав полевых работ. Полевые работы могут быть расчленены на следующие основные операции:

1. Устройство водомерных постов и производство наблюдений над колебаниями уровня воды.
2. Установка реперов.
3. Проведение магистральной линии или триангуляция.
4. Нивеллировка: а) реперов, б) горизонтов воды.
5. С'емка местности: а) контуров, б) рельефа.
6. Промеры глубин.
7. Гидрометрические наблюдения на гидрометрических станциях основных и временных и отдельные определения расходов воды, скоростей течения и количества наносов.
8. Исследования притоков.
9. Геологические исследования.
10. Фотографические работы.
11. Собирание дополнительных данных геологических, топографических, метеорологических, гидрологических, технических, судоходных и сплавных, почвенных, ботанических, ихтиологических.

12. Экономические и статистические исследования.

Разделение полевых работ на перечисленные выше отдельные операции облегчит детальное ознакомление с ними, при чем необходимо иметь в виду, что эти операции частью находятся во взаимной друг от друга зависимости, частью же могут производиться параллельно, как об этом более подробно говорится ниже, в главе XX.

Состав кабинетных окончательных работ.

Кабинетные работы окончательные заключают в себе следующие части:

1. Обработку добытых исследованиями материалов и составление отчетных документов.
2. Составление подробного отчета о произведенных исследованиях.
3. Подготовку отчетных документов к изданию в печати.

Переходя к описанию перечисленных выше отдельных операций, на которые расчленены полевые и кабинетные работы, необходимо указать, что способы обработки материалов, добытых исследованиями, будут излагаться в основных чертах по каждой отдельной операции; что же касается составления главнейших отчетных документов, то этим вопросам посвящена особая глава XIV; вопросы же, относящиеся к подготовке материалов исследований к печати и к самому печатанию, описаны в главе XXI.

ГЛАВА IV.

Устройство водомерных постов и водомерные наблюдения.

Цель и состав водомерных наблюдений.

Предварительно приступа к полевым работам по исследованию реки, необходимо устроить на всем протяжении, намеченном к исследованиям, водомерные посты и организовать на них наблюдения колебаний уровня воды с тем, чтобы водомерные наблюдения были начаты производством до приступа к нивеллировке, промерам, съемке и проч. Целью производства названных наблюдений является, прежде всего, установление хода колебаний уровня воды, чтобы знать для каждого данного момента высоту стояния воды в определенном пункте реки. В некоторых случаях водомерные посты обслуживают исключительно нужды судоходства, в других случаях наблюдения на них служат для учета количества (расхода) воды, несомой потоком, в иных случаях водомерные посты устраиваются с целью организации предсказаний паводков; во многих случаях водомерные посты обслуживают одновременно разные задачи. Кроме измерений колебаний уровня воды, на водомерных постах наблюдаются в порядке, излагаемом ниже, время замерзания и вскрытия реки, время прохождения первого судна весной и последнего осенью, толщина льда; на некоторых постах—температура воды и воздуха.

Баржевой пост.

Кроме указанных водомерных наблюдений, имеющих, согласно вышеизложенного, характер стационарный, производятся еще, попутно с передвижением партии, наблюдения над колебанием уровня воды в пунктах, где партия имеет стоянку; такой водомерный пост называется передвижным, или баржевым.

Посты постоянные.

Приступая к устройству водомерных постов, следует прежде всего проверить на месте, в каких пунктах уже имеются водомерные посты (в большинстве случаев исчерпывающие сведения могут быть собраны при предварительных кабинетных работах); означенные водомерные посты мы будем называть постоянными. При распределении вновь устраиваемых постов, необходимо их располагать с тем расчетом, чтобы на каждом из участков реки, значительно отличающихся от соседних характером поймы или русла, был устроен, по крайней мере, один пост. Это вызывается тем обстоятельством, что размах (амплитуда) колебаний уровня воды (разница по высоте между самым высоким и самым низким горизонтами) не одинаков на всем протяжении реки: в местах с широкой поймой (разливом) обычно амплитуда—меньше, чем в местах, где река протекает в одном русле («в трубе»).

Посты основные и вспомогательные.

Те водомерные посты, которые являются особо важными для изучения колебаний горизонтов и обычно по окончании исследований продолжают свое действие, будем называть основными *); во всяком случае, эти посты должны

*) Следует указать, что Государственным Гидрологическим Институтом намечена так называемая опорная сеть водомерных постов, наблюдения на которых являются основными для изучения гидрологии как отдельных районов, так и всего СССР.

действовать в течение всего периода работ партии на данной реке и отнюдь не менее года.

В дополнение к основным постам, еще устраиваются вспомогательные, обычно действующие во время полевых работ партии на исследуемой реке.

Расположение постов. При распределении водомерных постов, надо иметь в виду, что притоки могут оказывать нередко сильное влияние на изменения уровня воды в исследуемой реке, а потому является целесообразным устраивать водомерные посты ниже устьев значительных притоков. Вследствие большого разнообразия местных условий, нельзя дать определенного указания о величине предельного расстояния между водомерными постами; многое зависит от характера реки; в условиях исследования русских рек посты устраиваются примерно через 50—80 км; для больших рек, особенно если не имеется значительных притоков, это расстояние нередко увеличивается; для малых рек—уменьшается.

Кроме факторов гидрологических, приходится учитывать, при назначении водомерных постов, также места расположения населенных пунктов; в случае наличия метеорологических станций, целесообразно в этих местах устраивать и водомерные посты. Наконец, количество водомерных постов нередко зависит и от размера тех сумм, которые отпущены по смете на производство исследований. За границей, например, в Германии на Рейне водомерные посты расположены на расстоянии 5—10 км друг от друга.

Выбор места для поста. Наметив, на основании приведенных выше соображений, примерные пункты расположения водомерных постов, приступают к окончательному выбору мест для устройства названных постов. При этом следует учесть следующие обстоятельства.

1) Необходимо располагать основные посты по возможности вне действия подпора искусственного (от плотины, моста и пр.) или естественного (притока, порога, ледяных зажоров и пр.); не зная величины падения реки, невозможно установить точно протяжение, на которое подпор распространяется. Поэтому приходится руководствоваться приблизительными соображениями.

Если величина падения известна, то принимая, что распространение подпора происходит по параболе, можно считать, что падение реки между водомерным постом и низовым пунктом источника подпора должно быть в 2 раза больше величины подпора. Влияние подпора может быть вредно в тех случаях, если к водомерному посту должны быть отнесены определения расходов воды, т.-е. если кривая расходов строится для данного поста (см. ниже, стр. 121).

2) Так как подпор появляется также и от действия ветра, то следует избегать устройства постов на очень длинных прямых и широких участках рек, расположенных по направлению господствующих ветров, ибо на этих местах может происходить нагон и сгон воды от действия ветра.

3) Следует избегать устройства постов в тех местах, где может наблюдаться негоризонтальность уровня воды в поперечном направлении. В виду сего, не рекомендуется устраивать посты: а) на крутых поворотах реки и б) в непосредственной близости от устьев притоков; для общей ориентировки можно поставить требование, чтобы пост был расположен от устья притока на расстоянии, не меньшем четырех или пятикратной ширины реки.

4) В целях сохранности поста, необходимо выбирать места, защищенные от ледохода; равным образом, следует избегать подмываемых

берегов. Следует также учитывать возможность порчи поста от действия наносов.

5) Для удобства наблюдений, не следует устраивать посты на очень крутых берегах; излишне пологие берега также мало удобны, так как устройства поста растягиваются на большое расстояние.

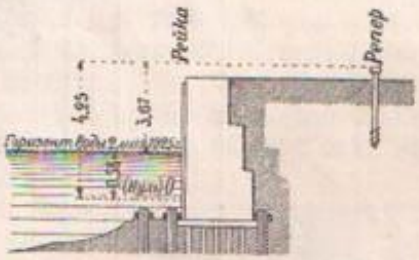
6) Желательно выбирать для водомерного поста участки реки, где речная пойма не имеет широкого разлива, так как, в противном случае, будет затруднено наблюдение высоких горизонтов.

Расположение вспомогательных постов. Перечисленные требования относятся, главным образом, к основным водомерным постам; что касается вспомогательных, то они устраиваются, во-первых, с целью более подробного изучения колебания уровня воды во время полевых работ партии, а, во-вторых, в тех пунктах реки, характер колебания уровня которых имеет местные особенности: у порогов (выше и ниже их), вблизи зажоров, на участках, подверженных действию сгонных ветров, ниже устья притоков и т. п.

Типы водомерных постов. Ознакомившись с общими основаниями, которые надо принимать во внимание при выборе места постов, можно перейти к описанию типов водомерных постов и порядка производства наблюдений на них. При этом рассмотрим наиболее подробно лишь те простейшие типы постов, которые обычно применяются при исследованиях рек; специальные же системы водомерных постов и приборов (самопишущих) будут охарактеризованы вкратце.

Водомерными постами, обычно применяемыми, являются следующие: реечные, свайные и (редко) смешанные (т.-е., частью свайные, частью реечные).

Реечный пост. Реечные посты устраиваются на сооружениях, находящихся в русле реки или на берегу, как-то: на шлюзах, устоях и быках мостов, плотин, на стенках набережных и т. п. В этом случае на сооружении прочно укрепляется постоянная рейка, по которой производятся наблюдения за уровнем воды (фиг. 1). В некоторых случаях рейки могут быть устанавливаемы и на специально устраиваемых свайных кустах или отдельных прочных сваях (фиг. 2).



Фиг. 1.

Свайный пост. Свайный пост состоит из свай деревянных (фиг. 3) или чугунных, иногда из высечек на скалистом берегу. Наблюдения на свайном посту производятся по переносной рейке, которой снабжается наблюдатель поста.

Пост смешанного типа. Посты смешанного типа представляют соединение реечного и свайного постов; так, иногда для наблюдения низких горизонтов служат сваи, или, наоборот, высокие и средние горизонты наблюдаются по неподвижной рейке, а для очень низких горизонтов измерения производятся по отдельно забитым сваям, посредством переносной рейки.

Для возможности проверки, не изменили ли сваи или рейки (на реечных и смешанных постах) своего положения, на каждом водомерном посту имеются, так называемые реперы*) в виде чугунных свай, каменных столбов и пр., или же реперами служат части мостовых устоев,

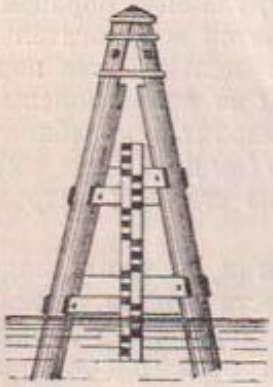
*) О реперах, см. главу V.

плотин, каменных зданий и т. д. Число реперов на посту должно быть не менее двух.

Переходя к более подробному описанию самого устройства водомерных постов, следует указать, что самым распространенным в СССР типом является свайный пост.

Устройство реечного поста.

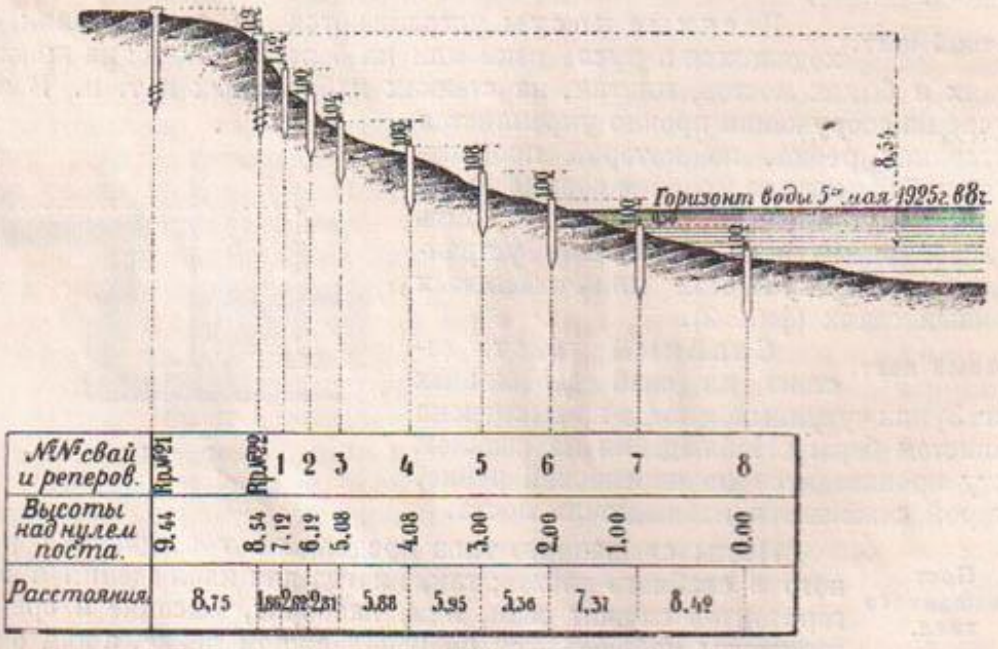
Начнем с описания устройства реечного поста. При установке водомерной рейки на искусственных сооружениях, для нее надлежит выбрать место, по возможности, с низовой (по течению) стороны, наиболее защищенное от ударов плавающих предметов и ледохода. Если сколько-нибудь укрытых мест найти нельзя, например, на набережных, то рейку помещают либо в особо устроенных пазах, либо ограждают ее отбойными брусьями.



Фиг. 2.

Деления вычерчиваются или непосредственно на стене сооружения, или на особой рейке деревянной или металлической, прикрепляемой к стене искусственного сооружения.

Первый способ представляет серьезные затруднения при исполнении нижних делений рейки, большую часть времени находящихся под водой; второй способ более доступен. Прикрепление рейки к каменным стенам производится при помощи металлических штырей, втапливаемых в кладку на цементе или заливаемых свинцом. К деревянным частям сооружений рейки прикрепляются заершенными или обыкновенными длинными гвоздями.



Фиг. 3.

Если рейка прикреплена на стене сооружения, обсыхающего в низкую воду, следует установмть вторую рейку, специально предназначенную для учета низких вод и расположенную на не обсыхающей опоре или свае.

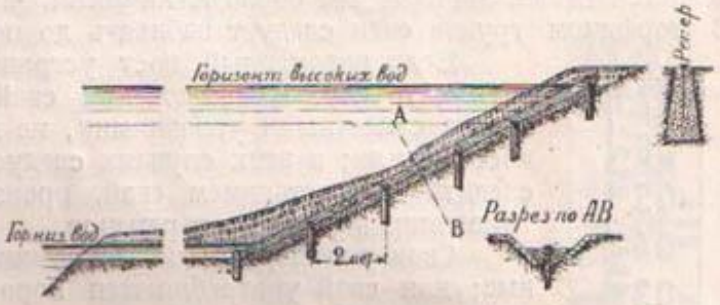
В некоторых случаях рейка может быть установлена наклонно (фигура 4); так как этот тип применяется редко, то мы на нем

и не останавливаемся; иногда деления наносятся на откосах береговых укреплений (фиг. 5).

Если амплитуда колебаний уровня воды не велика (не более 3—4 м) и если ледоход незначителен, то рейка может быть прикреплена, как указано выше, на специально устраиваемых свайных кустах или на сваях.

Постоянно устанавливаемые рейки имеют деления по 2 см, с разметкой, как указано на фиг. 6 и 7.

Разметка делений делается по выверенной стальной рулетке; деления прочерчиваются и по возможности закрепляются нарезками на самом материале рейки. Если рейка чертится непосредственно на каменном сооружении, закреплять деления следует насечками на камне через каждые 0,50—1 м. Рейка раскрашивается масляною или эмалевою краскою по белому фону. Нередко (особенно за границей) применяются металлические рейки с делениями, исполненными эмалевой краской.



Фиг. 4.

На рейках, устанавливаемых наклонно, деления наносятся с расчетом, чтобы вертикальные расстояния между делениями соответствовали той мере, которая определяется цифровыми метками (фиг. 4 и 5).

Устройство свайного поста. Свайный пост (фиг. 3) состоит, согласно вышеизложенного, из отдельных, расположенных по откосу берега свай, или из высечек на скалистом берегу; на указанные сваи (высечки), для наблюдения уровня воды, ставится переносная рейка. Все сваи устанавливаются по створу, и число их должно быть достаточно для удобного измерения всех горизонтов воды, в том числе и самого низкого, и самого высокого. Нумерацию свай следует вести сверху вниз, при чем самая высокая свая обозначается № 1*).

Верхние площадки свай водомерных постов обычно разнятся между собой по высоте 0,75—1,00 м, при чем величина возвышения одной сваи над другой берется разная, в зависимости от пологости откоса и удобства наблюдений. Сваи должны быть спилены совершенно горизонтально и по возможности низко, во избежание повреждения их ледоходом и плотами. Высота свай над землей обычно принимается от 0,10 до 0,25 м. Иногда для защиты свай от ледохода приходится устраивать ледорезы простейшего типа. В местах, где можно ожидать отложения наносов (хотя таких мест вообще следует избегать), возвышения свай над землей несколько увеличиваются.



Фиг. 5.

Число свай должно быть рассчитано таким образом, чтобы впоследствии не понадобилось забивать временных свай как в промежутках между сваями, так и по продолжению створа свай вниз и вверх.

---

*) На многих постоянных водомерных постах счет свай ведется снизу вверх, начиная с нулевой сваи, но это менее рационально, так как при затоплении свай в этом случае труднее определить номер сваи; кроме того, если, вследствие обсыхания нулевой сваи, приходится забивать новые сваи, номерация их встречает затруднения, так как на водомерном посту номера свай будут повторяться (первая свая выше нулевой, первая свая ниже нолевой и т. д.).

Желательно надземную часть свай окрашивать белою масляною краскою и наносить номера свай черной краскою на торце сваи.

Сваи для водомерных постов забиваются ручной бабой, весом 50—80 кг, на глубину по возможности не меньшую 1,50 м и во всяком случае, ниже промерзания грунта не меньше, чем на 0,50 м. Если, вследствие крепости грунта, сваю нельзя забить достаточно глубоко, допускается глубина установки до 1,00 м, при чем утрамбовка и засыпка делается самым тщательным образом камнями, чистым песком и галькой. В торфяном грунте сваи следует забивать до подстилающей породы.



Фиг. 6.

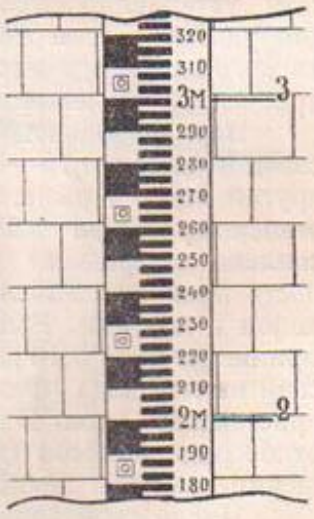
Если водомерный пост устраивается в вечно мерзлом грунте, то глубина заложения свай должна быть сообразована с местными условиями, не менее 1,20 м от поверхности земли; в этих случаях следует особенно внимательно следить за состоянием свай, производя время от времени нивеллировку свай от реперов.

Сваи водомерных постов обычно устраиваются деревянные; для свай употребляются породы достаточно прочные: сосна, лиственница, дуб.

Деревянные сваи заготовляются длиною 2,00—2,50 м, диаметром 20—30 см в отрезе и обычно забиваются комлем вниз. В очень твердых грунтах на сваю одевается железный башмак. Башмак должен прочно держаться на свае; в противном случае он, сдвинувшись, может только повредить успешности работы.

Чтобы не допустить сильного размочаливания верхнего конца сваи при забивке, на него надевается железный бугель. По окончании забивки, свая спиливается непосредственно под бугелем, который может быть снова употреблен в дело. Для удобства набивки на сваю бугеля, конец дерева слегка обтесывается на конус.

В некоторых случаях могут быть применены и металлические сваи, которые обладают несомненными преимуществами перед деревянными, благодаря своей прочности и долговечности. Простейшая конструкция металлических свай—это забиваемые в землю обрубки старых железнодорожных рельсов или железа двутаврового и корытного сечения, или же чугунные сваи, применяемые для реперов (см. ниже, стр. 43). В этих случаях следует обращать внимание, чтобы забивка велась вертикально и чтобы верхние площадки сваи были ровными (без выступов) и горизонтальными.



Фиг. 7.

В скалистых берегах сваи заменяются высечками в скале, куда заделываются штыри или же реперные марки (см. ниже, стр. 44) на цементе или свинце; места высечек окрашиваются краской.

На каждом свайном посту устанавливаются, в соответствии с вышеизложенным, по створу поста два репера (см. ниже, стр. 43), обычно чугунные винтовые сваи или колонны.

Промер живого сечения в створе водом. поста. По створу поста производится съемка поперечного сечения русла до горизонта высоких вод; указанный промер имеет значение в целях наблюдения изменений, происходящих в русле; для этого, время от времени, не менее 1 раза в год, делаются повторные промеры.

Водомерная рейка. Переносная рейка, посредством которой производятся наблюдения, имеет длину 2 метра и разделена на деления по 1—2 сантиметра, наносимые краской, согласно чертежа *) (фиг. 8); нижний конец рейки, обозначаемый нулем, имеет легкую металлическую оковку. На постах, находящихся в ведении Народного Комиссариата Путей Сообщения, применяется рейка, с двухсантиметровыми делениями; на постах Н. К. Земледелия РСФСР—односантиметровая.

Принадлежности водомерного поста. Кроме водомерной рейки, на водомерном посту имеются еще следующие инструменты и принадлежности:

а) часы; б) уровень (ватерпас), для производства ватерпасовки; в) рейка, длиной 2—5 м, для ватерпасовки; г) фонарь, для вечерних наблюдений; д) пешня, для околки льда зимой; е) багор, для нащупывания свай, находящихся под водой; ж) полевая книжка и журнал для записи наблюдений; з) необходимые канцелярские принадлежности; и) кроме того, полезно иметь две запасные сваи; к) на водомерном посту устанавливается веха (мачта) с флагом.

Если на водомерном посту производятся измерения толщины льда, температуры воздуха, осадков и др., то водомерный пост снабжается соответствующими инструментами **).

Уровень (ватерпас) и вторая рейка применяются наблюдателем, в случаях необходимости проверить возвышение или понижение одной сваи по отношению к другой, для измерения высоты стояния уровня при порче свай и пр.



Фиг. 8.

Производство наблюдений на водомерном посту. Переходя к описанию производства наблюдений на водомерном посту, следует прежде всего отметить, что главной целью наблюдений является установление кривой колебания уровня воды; поэтому, когда уровень воды изменяется медленно, наблюдения можно производить реже, чем в случае быстрых колебаний уровня воды, когда число наблюдений увеличивается. Согласно требований прежних русских инструкций, число наблюдений в день было равно 3; по новой Инструкции, утвержденной НКПС в 1925 г., наблюдение производится ежедневно один раз в 8 часов (утра); но во время быстрых повышений или понижений воды, при половодьи, паводках, при заторах, при действии нагонных и сгонных ветров и т. п., производятся дополнительные наблюдения, кроме 8 час. утра, и в другие сроки, а именно, обязательно в 13 часов и 20 час. и, кроме того, желательно делать их еще в 5—6 час. и в 22—23 часа (время исчисляется по 24 часовой системе).

Измерение наивысшего уровня воды. Кроме указанных выше ежедневных наблюдений уровня воды, на водомерном посту определяется во время половодья, до какого наивысшего уровня подымалась вода; для этого поступают следующим образом: каким-нибудь легко смываемым веществом (мелом, углем, глиной) намазывают вертикальную черту на неподвижном предмете у водомерного поста (дереве, столбе, стене дома, и т. д.) или на временно устанавливаемом столбе, до которых может дойти вода. По уходе воды, на дереве, столбе и пр. должна остаться метка (след), высота которой определяется тем или иным способом (посредством привязки ватерпасовкой к одной из свай или посредством нивеллировки).

*) Фон рейки с лицевой стороны окрашивается белой краской, деления наносятся красным, цифры—черным, боковые стороны и задняя сторона—темной краской.

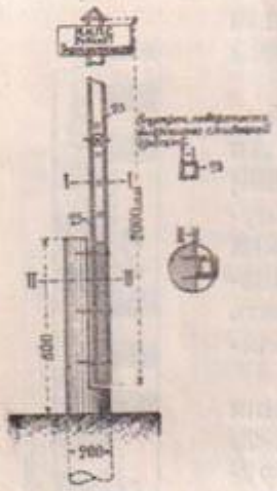
**) Описание помещено в следующем Выпуске.

Автоматические рейки для определения наивысшего уровня воды.

Очень удобно применять для определения наивысшего уровня воды автоматические рейки простейшего устройства.

1. Рейка системы инженера Е. В. Близняка.

Рейка (фиг. 9) имеет вид продолговатого ящика с отверстиями по высоте; внутренняя поверхность ее покрывается легко смываемой краской, разведенной водой; поступающая в отверстия вода оставляет на стенках рейки отметку наивысшего стояния. Наиболее подходящим составом для окраски внутренней поверхности таких реек может служить густо разведенный мел, при условии предварительной окраски внутренней стороны ящика черной масляной краской; можно также гладко выструганную заднюю внутреннюю часть рейки натирать древесным углем. По спаде воды, на окрашенной внутренней поверхности рейки ясно можно будет различить по цвету верхнюю часть окрашенной поверхности, не бывшей в воде, от потемневшей под влиянием воды или обмытой нижней части поверхности рейки.



Фиг. 9.

2. Рейка зубчатая.

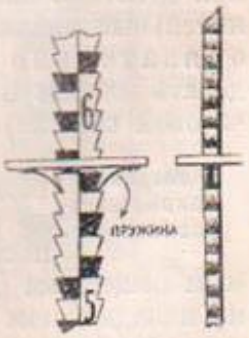
Рейка (фиг. 10) делается зубчатой и на нее надевается поплавок, снабженный пружинами. При поднятии воды, поплавок будет свободно подниматься, но опускаться вниз он уже не может, благодаря упору пружины в зубцы рейки; таким образом будет отмечен высший горизонт за данный период времени.

Определение наинизшего уровня воды.

Что касается определения наинизшего уровня воды, то таковое может быть произведено с достаточной точностью обычными наблюдениями, так как колебания воды в реке при низком стоянии горизонтов обычно происходят медленно, без резких скачков; в виду этого, мы и не останавливаемся на описании автоматических реек, дающих показания наинизшего уровня.

Самопишущие водомерные приборы (лимниграфы).

Чтобы получить непрерывную кривую колебаний уровня воды, применяются специальные самопишущие приборы — лимниграфы; сущность устройства названных приборов следующая (фиг. 11): поплавок A, опущенный до уровня воды и снабженный нитью, перекинутой через колесо, передает колебания уровня воды на барабан d, приводимый в движение часовым механизмом; посредством карандаша l на клетчатой бумаге, навернутой на барабан, и вычерчивается график колебания уровня воды. Для защиты от волнения и непогоды лимниграф помещается в специальной будке (фиг. 12). Применяемые системы лимниграфов весьма разнообразны. В некоторых случаях показания их автоматически передаются посредством электричества на сравнительно далекие расстояния (например, в конторы участков, ведающих водомерными постами, на силовые станции и проч). Так как лимниграфы при обычных исследованиях не применяются, мы поэтому и не останавливаемся на дальнейших их деталях.



Фиг. 10.

Прочие наблюдения на водомерном посту.

Кроме наблюдения уровня воды, на водомерных постах наблюдаются: 1) состояние погоды, ветра и волнения; 2) вскрытие и замерзание реки, ледоход; 3) зажоры; 4) начало и конец прохода судов и плотов.

Наблюдения погоды и ветра имеют значения лишь для установления условий водомерных наблюдений, так как состояние погоды влияет на точность наблюдений. Погода записывается во время утренних наблюдений: „ясно", „пасмурно", „дождь", „снег", „град".

Ветер: „от берега", „к берегу", „вдоль реки", а на озерах—„от берега", „к берегу", „вдоль берега".

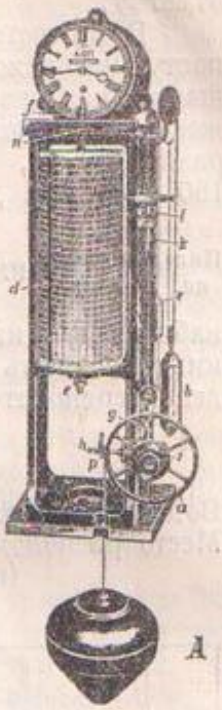
Волнение—„слабое", „среднее", „сильное".

Осенью отмечается появление сала (шуги), время ледохода и ледостава.

Весной отмечаются подвижки льда, вскрытие реки, ледоход („первая подвижка", „вторая подвижка", и т. д.).

Если вблизи водомерного поста образуется зажор льда, то это обстоятельство также отмечается на водомерном посту.

Кроме указанных наблюдений, на посту отмечается проход первого судна или плота после вскрытия („первое судно", „первый плот", а равно проход последнего судна или плота перед ледоставом—(„последний плот", „последнее судно").

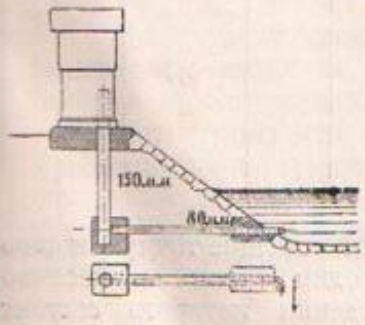


Фиг. 11.

Контроль и проверка водомерных постов. Следует отметить, что для исправного действия водомерного поста необходим надзор за состоянием свай, реперов, реек и бережное обращение наблюдателя с инструментами. Не менее необходима периодическая проверка водомерных постов и общее руководство наблюдениями со стороны лица или учреждения, в ведении которых находятся водомерные посты. Ватерпасовка поста наблюдателем должна производиться не менее 2-х раз в год: перед вскрытием реки и после замерзания осенью; если же река не замерзает, то после летнего паводка и перед весенним паводком. Полная же нивеллировка и проверка поста должна производиться не менее 1 раза в год; конечно, это относится к постам постоянным; посты же, установленные партией во время исследований, как находящиеся в периоде организации, должны проверяться возможно чаще, при всяком приезде технического персонала партии в место, где находится пост.

Производство записей. Ознакомившись с устройством водомерного поста и об'емом наблюдений на нем, перейдем к описанию способов производства записей и обработки результатов наблюдений.

Все наблюдения на водомерном посту, состоящие в непосредственном измерении высоты состояния уровня воды на свае, с точностью 1 см, относятся к так называемому нулю водомерного поста, т.-е. к той или иной условной отметке, определенно устанавливаемой для каждого водомерного поста.



Фиг. 12.

Положение нуля водомерного поста обычно избирается ниже самого низкого горизонта в данном месте, с тем, чтобы на водомерном посту по возможности не было наблюдений с отрицательным знаком. С той же целью, при устройстве реечных постов, нуль рейки должен быть опущен ниже самого низкого горизонта; в противном случае, придется иметь на рейке деления, идущие вниз от нуля, т.-е. с отрицательным знаком.

При устройстве водомерных постов партией, когда не имеется данных о колебаниях уровня воды, приходится назначать положение нуля приблизительно, а затем впоследствии соответственно изменять его отметку.

В соответствии с вышеизложенным, если например, на водомерном посту, изображенном на фиг. 3*), уровень воды 5 мая 1925 г. возвышается над сваей № 7 на 50 см, то при указанном на профиле положении нуля поста, возвышение этого горизонта над нулем поста будет равно 150 см, или, как обычно называют, „показание такого-то поста 150 см," или „ по рейке такого-то поста 150 см".

Полевая книжка. Журнал.

Для записи наблюдений, наблюдатель водомерного поста имеет 1) полевую книжку и 2) журнал.

Полевая книжка служит для непосредственной записи наблюдений на посту (никаких других вспомогательных тетрадей, книжек — быть не должно); из полевой книжки наблюдения в тот же день переносятся в журнал.

Журнал

Водомерный пост на реке (озере, канале) .....
Место расположения поста: у города, села, деревни, при мосте и. т. д. (при шлюзе, плотине).....

За месяц.....192....г.

Число месяца.	№ сваи.		Выше или ниже головки сваи.		Чтение по рейке.		Высота уровня воды над нулем поста в см.	Температура по Цельсию.		Волнение.	Толщина льда в см.	Направление и сила ветра.	Сведения о вскрытии и замерзании, ледоходе, шуге и пр.	Сведения о проходе первого и последнего судна, заторах и пр.
	Одной.	Другой.	Одной.	Другой.	Одной.	Другой.		Воды.	Воздуха.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1														
2														

Журнал имеет корешок и два талона, представляющие точную копию друг друга. Корешок остается у наблюдателя, один талон ежемесячно отсылается в то местное учреждение, в ведении которого состоит

*) На фиг. 3 нуль водомерного поста совпадает с площадкой нижней сваи № 8; такое совпадение отнюдь не обязательно, ибо нуль поста—условная отметка, от которой исчисляются показания.

водомерный пост, а второй талон отсылается в центральное учреждение, где сосредоточена общая сводка, обработка водомерных наблюдений и издание в печати*).

Водомерные посты, учреждаемые партией, обычно имеют на время исследований журналы, с корешком и одним талоном; корешок остается у наблюдателя, а талон посылается в контору партии; целесообразно во время исследований требовать посылки наблюдателем талонов не ежемесячно, а два раза в месяц (1 и 15 числа) для возможности лучшего контроля наблюдений.

Наблюдения в 8 час. утра, считаемые основными, записываются на лицевой стороне корешков и талонов; наблюдения же в дополнительные сроки записываются на оборотной стороне; там же записываются данные проверки постов, указания о ремонте поста, исправлении свай и проч.

Обработка наблюдений. При обработке водомерных наблюдений (в конторе партии), необходимо прежде всего произвести проверку записей, при чем следует обращать особое внимание на записи при переходах с одной сваи на другую; в целях контроля, желательно производить наблюдения каждый раз по двум сваям; при переходе же с одной сваи на другую, при изменении уровня воды, такие записи обязательны. Затем, все записи наблюдений по отдельным сваям приводятся к нулю поста **).

Для каждого месяца вычисляется среднее стояние уровня воды (как арифметическое среднее), при чем для каждых суток в этих случаях берется среднее арифметическое из наблюдений за сутки. Кроме того, выписывается самое высокое стояние уровня воды за месяц и самое низкое. Полученные данные достаточны для построения так называемого графика водомерного поста, т.-е. кривой, показывающей колебания уровня воды по времени, т.-е. изображающей высоту стояния уровня воды для каждого дня. Построение графиков водомерного поста производится следующим образом (фиг. 13, стр. 35).

На клетчатой бумаге по оси X-ов (в горизонтальном направлении) откладываются дни и месяцы, при чем горизонтальный масштаб графика обычно принимается 1 день в 0,001 м. По оси Y-ов (в вертикальном направлении) откладывается высота стояния уровня воды обычно в масштабе 1 метр в 0,01 м; полученные точки соединяются плавной кривой; для каждого дня берется одно наблюдение, высшее или низшее в течение дня, в зависимости от того, как происходит колебание уровня воды, с тем, чтобы получить характерные точки кривой колебания уровня воды; в некоторых случаях, особенно на горных реках, когда происходят резкие колебания уровня воды, следует брать большее число точек для данного дня.

На графике показывается время появления сала, начало и конец ледохода и ледостава, отметки нуля водомерного поста, отметки изображенной кривой колебаний и отметки горизонтов, к которым приведены планшеты (горизонты срезки, см. ниже, Главу X). Для наглядного изображения периода времени, когда река бывает покрыта льдом, а также продолжительности ледохода, внизу графика (можно и вверху) проводятся две параллельные прямые в расстоянии друг от друга примерно на 2—3 мм, и отрезки, обозначающие период стояния ледяного покрова,

*) Для постов НКПС талоны отсылаются в Центральное Управление внутренних водных путей.

**) Иногда «приводкой к нулю» называют величину, выраженную в сантиметрах, которую надо прибавить или отнять, чтобы получить правильное показание на посту; необходимость такой поправочной приводки нередко вызывается изменением места нуля.

обозначаются толстой чертой, период же ледохода обозначается толстой прерывистой линией (фиг. 13).

Обычно графики водомерных постов располагаются один под другим, иногда даже с отнесением отметок к одной общей вертикальной рейке; если наблюдения на водомерном посту ведутся более, чем один год, то кривые колебаний уровня воды за разные годы наносятся отличными друг от друга обозначениями: красками и пунктирами, однако без ущерба ясности графика; обычно совмещают на одном графике не более 5—10 лет. На графиках надписывают наименование реки, партии, год производства исследований, исходные отметки репера, от которого исчислены отметки.

Обработка водомерных наблюдений в центре. Выше было указано, что обработка и сводка водомерных наблюдений производится обычно в соответствующем центральном учреждении; в России таким учреждением являлось до революции б. Управление внутренних водных путей М. П. С., которым были изданы «Сведения о колебаниях уровня воды» за годы 1890 — 1910 (см. выше, стр. 13), в виде таблиц и графиков. Этот капитальный и ценный труд является необходимейшим пособием при проектировании и производстве работ на русских водных путях. В настоящее время обработкой водомерных наблюдений ведает Центральное Управление в. в. п. Нар. Ком. П. С.; по другим ведомствам, главным образом, Народн. Комиссариатам Земледелия Союзных Республик, действуют специальные об'единяющие водомерную работу учреждения; кроме того, к общей увязке водомерных наблюдений за последнее десятилетие приступил Государственный Гидрологический Институт; он же ведает изучением половодий, предсказанием времени вскрытия и замерзания рек и ожидаемой высоты стояния уровня воды.

Наблюдения на передвижном (баржевом) посту. Кроме водомерных наблюдений на стационарных водомерных постах, таковые производятся, как было отмечено выше, и на так называемом передвижном («баржевом») посту, который устраивается в местах стоянки партии.

Назначение этого поста—получить более подробные данные о колебаниях уровня воды на том участке реки, на котором производятся исследования в данный день; дело в том, что стационарные водомерные посты располагаются сравнительно редко, к тому же наблюдения на них производятся обычно один раз в день, так что установить, по данным стационарных постов, разницу горизонтов, при которых велись промеры, нивеллировка, с'емка, не представляется возможным (более подробно о приведении работ к одному уровню см. ниже, главу X).

Передвижной водомерный пост устраивается следующим образом: он состоит из двух свай, забиваемых одна в воду, вторая на берегу. Первая свая служит для производства наблюдений над колебаниями уровня воды, вторая же является временным репером. При установке свай, они должны быть связаны нивеллировкой друг с другом, и таковую поверочную нивеллировку надо производить в течение времени действия поста не реже, как через день, чтобы быть уверенным в неподвижности нижней сваи.

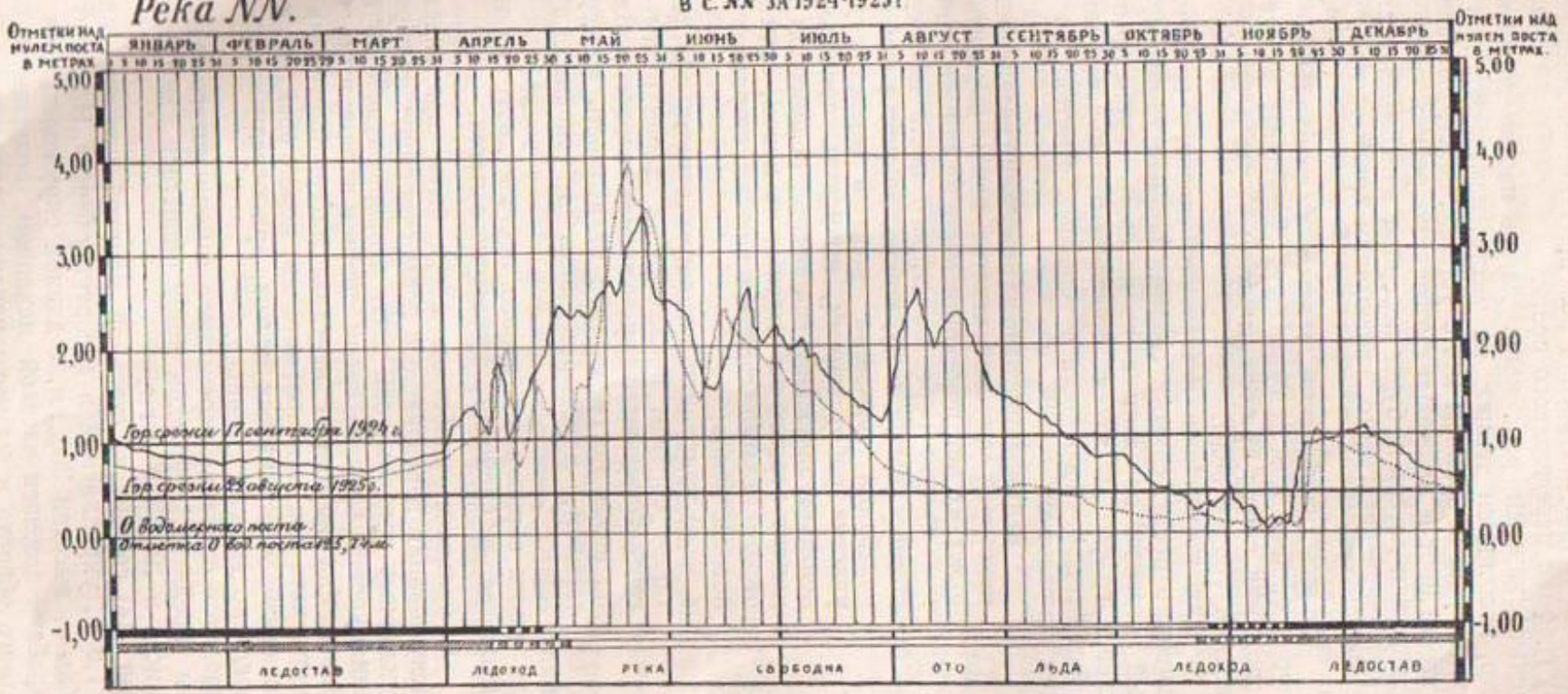
Наблюдения на передвижном водомерном посту производятся ежечасно с точностью до 1 мм; применяемые для таких наблюдений рейки имеют деления по 2 мм.

При передвижении стоянки партии и, следовательно, при переносе наблюдений с одного поста на другой, первое наблюдение на новом посту должно быть сделано одновременно или, так как это обычно представляется затруднительным, во всяком случае, раньше последнего наблюдения на старой стоянке. Это условие

ГРАФИКИ

КОЛЕБАНИЙ ГОРИЗОНТОВ ВОДЫ НА ВОДОМЕРНОМ ПОСТУ

В С. NN ЗА 1924-1925 Г



Фиг. 13.

совершенно необходимо для построения помощью интерполяции связного (непрерывного) графика передвижного поста.

С этой целью, каждый раз, когда лагерь партии должен перейти ба другое место, посылается техник на место, намечаемое для следующего лагеря; техник на выбранном месте устанавливает, согласно вышеизложенного, новый пост и производит отсчет по рейке; таким образом, на время передвижения лагеря не будет перерыва в наблюдениях. По прибытии лагеря на назначенное место, наблюдения производятся, как указано выше.



Фиг. 14.

Запись наблюдений ведется в специальном полевом журнале; при этом должны быть записаны: а) место расположения поста; б) месяц и число; в) час и минуты; г) показания уровня воды.

Для возможного построения связного графика передвижного поста, служит сводный журнал такового, в который переносятся данные из полевого журнала в надлежащие графы и затем производится подсчет показаний рейки передвижного поста в условных отметках на следующих основаниях:

а) приравняв одно из показаний водомерного поста некоторой условной отметке, можно выразить в этих отметках все показания поста на той же стоянке;

б) при переходе старого поста на следующую стоянку (новый пост), можно, допуская одинаковость колебаний горизонта воды в пределах дневного участка работ партии, вычислить помощью интерполяции показание на старом водомерном посту в момент первого наблюдения на новом, если таковой отсчет не был сделан по рейке старого поста непосредственно;

в) приравняв условную отметку вычисленного таким образом показания на старом посту отметке соответствующего ему по времени первого наблюдения на новом посту и имея зависимость между всеми наблюдениями на таковом, можно выразить в условных отметках все эти показания;

г) переходя таким образом от одного поста к другому, получим связный график показаний баржевого водомерного поста.

Самопишущий водомерный прибор Грейнера.

С большим удобством могут быть применяемы для обслуживания передвижного поста самопишущие переносные водомерные приборы; они дают непрерывную кривую колебания уровня воды во время стоянки лагеря; чтобы не было перерыва в наблюдениях во время перехода лагеря партии на другое место, необходимо иметь два прибора; впрочем, можно обойтись и одним; в обоих случаях связка передвижных постов, при передвижении лагеря, производится согласно вышеизложенного.

Ниже приводится описание переносного самопишущего водомерного прибора системы Грейнера, с успехом применявшегося нами при исследованиях р. Енисея в 1911—1912 г.г.

Прибор (фиг. 14) состоит из стальной круглой штанги, диаметром 20 мм, длиной 1,5 м, укрепляемой в дне реки у берега. На штангу насаживается барабан *d*, высотой 300 мм, с длиной окружности 288 мм.

Внутри барабана помещен часовой механизм, вращающий барабан со скоростью одного оборота в 24 часа; механизм заводится многократным поворотом ручки *e*.

Цилиндрический полый поплавок a, диам. 18 см и высотой 12 см, имеет сквозное отверстие, через которое пропускается штанга, поддерживающая барабан. Для предотвращения трения, в отверстии поплавка помещены ролики. К поплавку прикреплен стержень b квадратного сечения, пропущенный сквозь ушки двух держателей f_1 и f_2, укрепляемых на стальной штанге. На верхнем конце стержня помещен карандаш, прижатый противовесом к барабану и отмечающий на нем колебания уровня воды. Стержень b состоит из двух, вдвигаемых одна в другую, частей. Для защиты от дождя, барабан покрывается брезентовым чехлом.

Для того, чтобы поплавок не передавал колебаний воды, вызываемых волнением, прибор может быть окружен бездонным ящиком с отверстиями в стенках или же плетеной круглой корзиной.

К недостаткам прибора надо отнести: некоторую легкость его конструкции; сильное трение штанги об острые фланцы стенок внутри отверстия поплавка, вследствие чего линия колебания уровня воды на барабане получается ступенчатой; при постоянных небольших поворотах поплавка a около стальной штанги, поворачивается слегка и стержень b, вызывая горизонтальное перемещение карандаша, вычерчивающего поэтому грязную линию. Поэтому, при применении описанного прибора, следует производить контрольные измерения посредством рейки, не менее двух раз в день.

На основании полученных диаграмм, даваемых самописцем, строится, согласно вышеизложенного, сводный график передвижного поста. Способ пользования этим графиком излагается ниже, в главе X.

Литература к главе IV.

1. Инструкция для наблюдений колебания уровня воды НКПС.
2. Инструкция для выбора места под водомерные посты Отдела Земельных Улучшений М. З.
3. А. В. Амосов. Очерк развития водомерного дела на р.р. Казанского Округа П. С.
4. Е. В. Близняк. Правила для наблюдателей водомерных постов Обь-Енисейской партии.
5. Е. В. Близняк. Некоторые данные по вопросу изучения ледохода, зимнего состояния и температуры воды рек.
6. Инструкция для водомерных наблюдений Отдела изысканий Волховстроя (рукопись).
7. А. А. Зиринг, под редакцией Е. В. Близняка. Описание работ по определению расходов воды реки Енисея у г. Красноярска Обь-Енисейской партией в 1911 г.
8. Handbuch der Ingenieurwissenshaften, Teil III. B. I.
9. Каталог фирмы A. Ott, Kempten.

ГЛАВА V.

Установка реперов.

Реперы плановые и высотные.

Репером называется точка, положение которой определено и закреплено; если положение репера определено лишь в плане, т.-е, если известны его координаты географические или прямоугольные, то такой репер называется плановым репером; если определена отметка репера (возвышение, понижение) над уровнем моря или каким-либо условным горизонтом, то такому реперу присваивается название высотного; при водных исследованиях, в большинстве случаев, репер одновременно является и плановым и высотным; во всяком случае, все высотные реперы должны быть нанесены на планшеты, хотя бы посредством мензулы; плановые же реперы привязываются к магистрали посредством измерения углов теодолитом и измерения в соответствующих случаях длин стальной лентой; если имеется возможность, целесообразно засекать репер с трех и более углов магистрали (фиг. 15).

Реперы основные и вспомогательные.

Различают два рода реперов: реперы основные (постоянные) и реперы вспомогательные (временные).

Основные реперы должны быть металлическими или каменными, или же смешанного типа (камень и железо); вспомогательные же реперы могут быть и деревянными.

Важность установки прочных реперов.

Так как реперы устанавливаются для закрепления полевых работ партии на возможно продолжительный срок, с тем чтобы, пользуясь закрепленными точками, было возможно впоследствии продолжать исследования, дополнять их новыми с'емками и нивеллировками, следить за теми изменениями, которые претерпевает река и т. п., то на выбор типов реперов и на выбор места для их установки надо обратить самое серьезное внимание. К сожалению, к этому вопросу при водных исследованиях нередко относятся недостаточно серьезно, и сплошь и рядом, по прошествии 20—30 лет со времени производства основных исследований, не оставалось на реке ни одного репера; поэтому приходилось повторять всю работу вновь, тратить напрасно средства, при чем результаты прежних работ не могли быть использованы для надлежащего установления изменений, происшедших в реке за истекшее время.

Расстояние между реперами.

Расстояние, на котором устанавливаются основные плановые и высотные реперы друг от друга, должно быть не более 5 км. В промежутках между основными реперами устанавливаются временные реперы, не менее одного на каждом промежутке; таким образом, не реже, чем через каждые 2,5 км, на реке будут иметься точки, закрепленные по высоте и в плане. Кроме соблюдения вышеуказанных норм взаимного расстояния между реперами, необходимо иметь в виду, что основные реперы должны быть обязательно установлены у каждой гидрометрической станции, на водомерных

постах, при значительных гидротехнических сооружениях, близ устьев значительных притоков, при пересечениях реки железными дорогами и большими колесными дорогами и у особо затруднительных для судоходства мест.

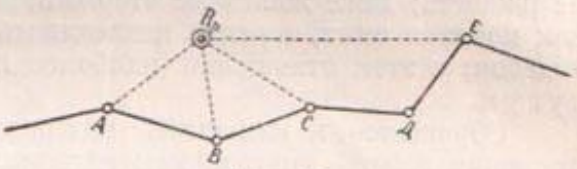
Если в тех или иных из перечисленных выше мест имеются надежные реперы, уже установленные другими учреждениями и удовлетворяющие указанным ниже условиям, то можно и не ставить нового репера, но в случае малейшего сомнения в надежности имеющегося репера или если им неудобно пользоваться, необходимо установить новый репер; связка с имеющимися реперами других организаций является необходимой.

Выбор места для установки репера.

Выбор места для установки репера во многих случаях далеко не так прост, как это кажется с первого взгляда.

Место это должно удовлетворять следующим условиям: 1) долговечности, 2) неизменяемости в плане и по высоте, 3) доступности.

Прежде всего, необходимо выбирать такое место, которое обеспечено от разрушения; поэтому надо ставить реперы на тех берегах, которые не подвергаются опасности размыва высокими и меженними водами, разрушения ледоходом, балочными выносами и проч. Если русло реки имеет не вполне устойчивый характер, необходимо удалять реперы от бровки на расстояние, по крайней мере, 60—100 и более метров; вообще установка реперов на бечевнике и в непосредственной близости последнего не может быть рекомендована, так как в этих случаях репер подвергается опасности быть поврежденным проходящими по бечевнику или останавливающимися на обед, для отдыха и проч.; в таких случаях репер может послужить и для причала плотов, судов, что, конечно, недопустимо.



Фиг. 15.

Очень целесообразно устанавливать реперы на долговечных прочных зданиях и сооружениях; такие реперы сохраняются наиболее долговечно, при условии, если приняты меры к их охране от умышленного разрушения; в этих целях, необходимо оповещать местные власти; кроме того, одновременно с определением отметки установленного репера на здании, надлежит определять отметку какой-либо неизменяемой надежной части здания: карниза, ступени и пр.; в случае разрушения репера, впоследствии можно будет воспользоваться другой отметкой при этом необходимо выбирать такие части здания, которые не могу быть легко переделаны.

Место для установки репера должно сохранять свое положение в плане и по высоте; поэтому нельзя устанавливать реперы на откосах, подверженных оползням; равным образом, надо относиться с большой осторожностью к установке реперов на валунах.

В этом отношении очень характерным является следующий случай, описанный инж. Е. А. Водарским и имевший место при изысканиях на р. Волге

На довольно высоком (около 5 метров над меженним уровнем) берегу Волги, показавшимся при осмотре достаточно прочным и неизменным, лежало три больших валуна, образовавших почти правильный равносторонний треугольник. Один из камней, более удаленный от реки, и был избран для постановки репера. Репер, назовем его А, был поставлен. Почти через год пришлось привязаться к этому реперу новой нивеллировкой (точной), от постоянной же точки, при чем получилась совершенно недопустимая невязка. При проверке нивеллировки, пришли к заключению, что ошибка должна быть в отметке последнего репера А. Проверили его положение в плане; взаимное расстояние между камнями осталось неизменным. Сверились с

ближайшим репером, от которого ранее была определена отметка репера А, и получили для последнего такую же отметку, которая определилась при привязке, т.-е. значительно отличающуюся от определенной ранее. При внимательном осмотре местности около камней, нашли недалеко овраг; обнаженные склоны оврага ясно указали, что камни лежат на толстом сползающем пласте, служащим покрытием водоносного слоя. При выборе камня для репера, обзор местности был произведен довольно поверхностно.

Что касается третьего условия о доступности репера, то этот вопрос надо понимать лишь в том смысле, чтобы репером было удобно пользоваться при с'емках и нивеллировках; вообще же реперы должны быть устанавливаемы в местах, по возможности, укрытых от взоров населения, ибо именно люди, а не время являются главными истребителями реперов. Обычно реперы уничтожаются либо из желания воспользоваться материалом репера, либо из любопытства, либо из-за невежества и даже суеверия, либо просто из-за озорства и проч.

Материалы для реперов. Сказанное определяет тот материал, из которого следует устраивать реперы; во-первых, более или менее ценные материалы должны быть исключены; в наших условиях, например, бронза даже для марок, устанавливаемых на зданиях (см. ниже), не может быть применяема, несмотря на очень незаменимое ее качество не ржаветь; даже железные стержни, закладываемые в каменную кладку, как показал опыт, нередко извлекались для применения их для разных поделок; в этом отношении наиболее подходящим материалом является чугун.

Обращаясь к каменным материалам, следует по вышеуказанным причинам из'ять кирпич, как материал, во-первых, сравнительно легко подверженный разрушению, во-вторых, как представляющий известную ценность для домашнего употребления. Наиболее хорошим материалом следует признать бутовую кладку из прочных пород камня на цементном растворе.

Потайные реперы. Трудность, граничащая почти с невозможностью создать тип репера, достаточно надежного, и в то же время осуществимого в тех условиях, в которых производятся водные исследования, послужила причиной применения реперов потайных, т.-е. скрытых под землей, на подобие триангуляционных центров; однако этот тип не получил на водных исследованиях распространения из-за трудности нахождения потайных реперов и пользования ими, но все же следует рекомендовать устройство таких реперов, в случаях, если в районе исследования не имеется капитальных сооружений, могущих служить для постановки реперов, и если имеется опасение, что установленные реперы могут быть уничтожены.

Основные реперы и их типы. Переходя к описанию типов основных (постоянных) реперов, следует отметить, что нормальных типов реперов в России установлено не было. Однако практика водных исследований последних перед войной 10—15 лет выработала некоторые типы, которые и применялись затем с небольшими изменениями. В нашем описании мы остановимся лишь на тех типах, которые оказались наиболее рациональными и в России и за границей.

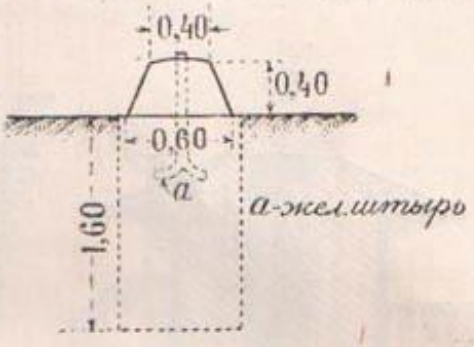
Применяемые на водных исследованиях основные реперы могут быть подразделены на следующие типы: 1) столбы—каменные, бетонные, кирпичные с заложенными штырями и без них, 2) чугунные винтовые сваи, 3) чугунные колонны, 4) буровые реперы, 5) марки.

Прежде чем перейти к описанию деталей устройства реперов каждого из перечисленных типов, следует сказать, что на каждом основном репере должен быть номер, год, инициалы ведомства и наименование партии, ведущей исследования. Во избежание

путаницы, одни и те же номера на одной и той же реке не должны повторяться. При замене старого репера новым, на последнем должен быть поставлен и новый номер.

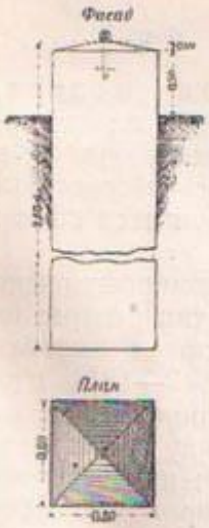
Столбы каменные, бетонные, кирпичные.

1. Реперы—столбы каменные, бетонные, кирпичные, применяются в тех случаях, если по близости реки имеется камень, перевозка же чугунных реперов (см. ниже) сопряжена с затруднениями. Обычно реперы описываемого типа представляют собой столбы квадратного сечения, размерами в плане, примерно, 0,70×0,70 м, высотой 1,6—2,8 м, закладываемых в землю ниже глубины промерзания, т.-е. на глубину не менее 1,30—1,70 м и более; над уровнем земли репер возвышается на 0,20—0,30 м (фиг. 16). Следует иметь в виду, что столбы подвержены выпучиванию в большей степени, чем массивные здания; поэтому в случаях глинистых грунтов, глубину заложения каменных столбов следует увеличивать до 2,00—2,50 м. Так как обычным способом разрушения репера является умышленная разломка или естественнное выветривание верхней части столба, то обычно в центре столба заделывается железный штырь, диаметром 25—30 м, отрезок рельса и проч., с загнутым внизу концом (фиг. 17, 18).



Фиг. 16.

Для удобства привязки репера к магистрали (с'емкой и нивеллировкой), к верхней части штыря приделывается наглухо чугунная отливка, в плане круглая, на которой помещается номер репера, год, наименование ведомства и партии (фиг 19). В случае повреждения каменной кладки, штырь может остаться сохранным. Что касается возвышения столбов над уровнем земли, то согласно вышеизложенного, это возвышение обычно не превышает 0,20—0,30 м; в некоторых случаях, особенно если столб служит для астрономических определений, выводят столб на высоту 1,20—1,30 м; в последнем случае целесообразно заделывать в одной из боковых граней столба, ниже уровня земли на 0,50—1,00 м, марку, которая явится запасным репером, на случай повреждения верхней части репера. Для предохранения от ржавления, желательно вообще для реперов применять или оцинкованное железо или специальные его сорта. Если каменные реперы устраиваются в солончаковой почве и вообще в местах, где может оказаться минерализованная грунтовая вода, следует применять для кладки реперов специальные сорта цемента—так называемые пуццолановые или шлаковые, каковые сорта являются более устойчивыми.



Фиг. 17.



Фиг. 18.

В виде примера, нами приводятся типы каменных реперов, применявшихся на водных исследованиях.

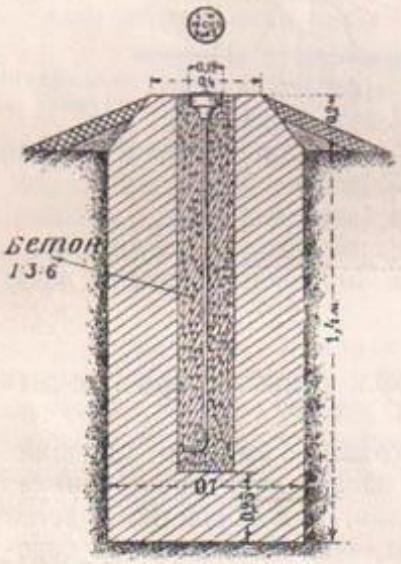
Фиг. 16 представляет тип репера исследований порожистой части Зап. Двины в 1906 г.

Фиг. 17 и 18—реперы, применяющиеся на Волге.

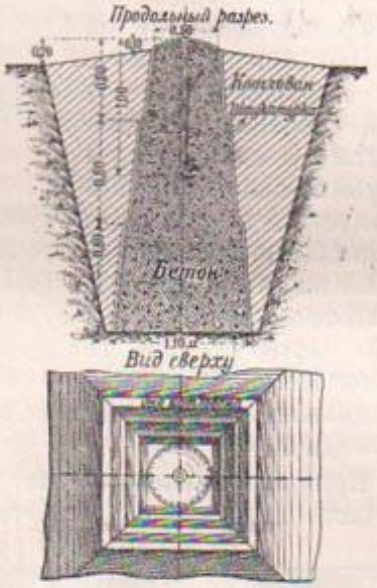
Фиг. 19—тип Эстонского Гидрографического Бюро, примененный при исследованиях р. Наровы в 1919—1923 г.г.; такой же тип применялся при наших исследованиях Обь-Енисейских 1911—1914 г.г. ир. Кубани 1911 г.

Фиг. 20—тип репера исследований реки Волхова 1922—23 г.г.

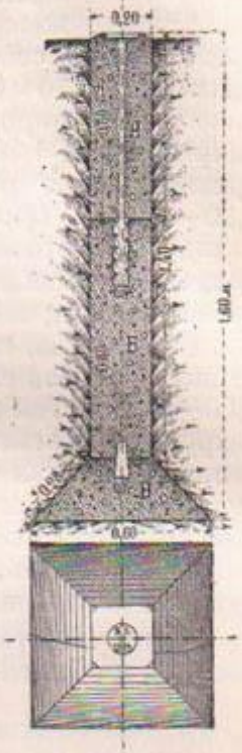
Следует обратить внимание на необходимость заделки более длинных штырей; поэтому типы согласно фиг. 16 и 17 мало целесообразны.



Фиг. 19.



Фиг. 20.



Фиг. 21.

Представляет интерес тип бетонного разборного репера, примененный при исследованиях притоков р. Волхова в 1923 г.; отдельные части заготовлялись заблаговременно, а затем перевозились в намеченные места; соединение отдельных частей производилось посредством железных штырей (см. фиг. 21). Слабым местом репера являются стыки; вряд ли этот тип репера может считаться долговечным.

Чугунные винтовые сваи.

2. Чугунные винтовые сваи представляют очень распространенный при водных исследованиях тип репера; на фиг. 23 изображен тип винтовой сваи, широко применявшийся при наших Обь-Енисейских исследованиях 1912—1914 г.г.; длина сваи 3,00 м диаметр 0,115 м, вес около 150 кг. Применяемые на водных исследованиях типы винтовых реперов сходны между собой и отличаются лишь общей длиной сваи и характером лопастей; при завинчивании свай в слабых грунтах, следует применять более широкие лопасти (фиг. 22), в твердых грунтах—наоборот (фиг. 23).

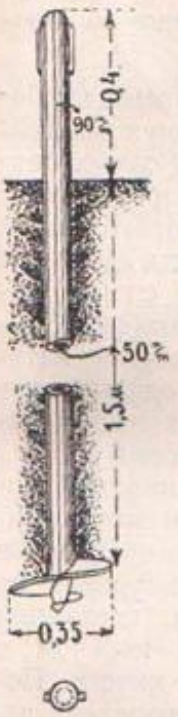
Завинчивание свай производится посредством особого ключа и аншпугов (фиг. 24 и 25) или посредством аншпугов и троса; чтобы при завинчивании сваи не могла быть повреждена ее верхняя часть, вверху делаются реборды, как указано на фиг. 22 и 23.

Так как отливка порядковых номеров на свае представляет некоторые затруднения, то обычно рядом с номером делается небольшая площадочка, на которой потом на работах выбиваются номера посредством специальных стальных цифр (пунсонов).

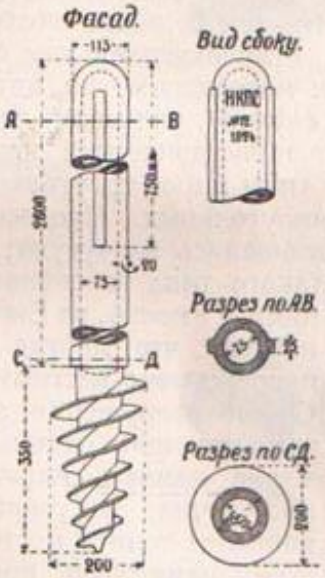
Винтовые сваи представляют собою надежный, быстро устанавливаемый тип репера; единственным его недостатком является сравнительно большой вес; поэтому, в случаях затруднительности перевозить тяжелые реперы, приходится уменьшать вес винтовой сваи путем уменьшения толщины стенок и некоторого уменьшения длины; последнее, впрочем, мало желательно.

Чугунные колонны.

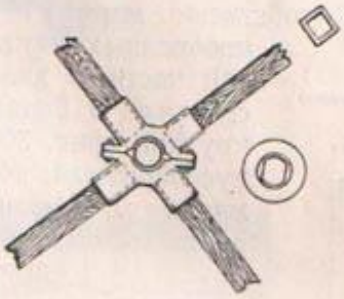
3. Чугунные колонны с удобством применяются в тех случаях, если винтовые сваи не могут быть завинчены, при наличии тяжелых, каменистых (с валунами) грунтов; типы чугунной сваи, применявшиеся при наших Обь-Енисейских исследованиях, показаны на фиг. 26. Длина колонны 2,85 м, диаметр 0,115, вес около 130 кг.



Фиг. 22.



Фиг. 23.

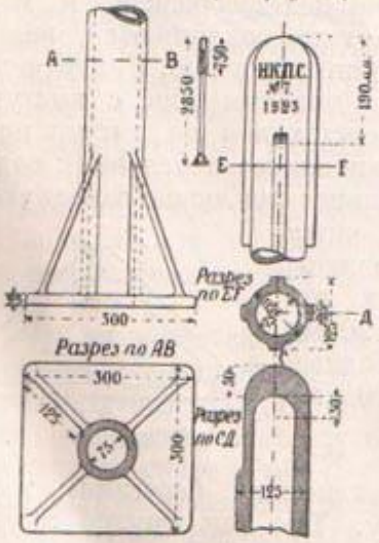


Фиг. 24.

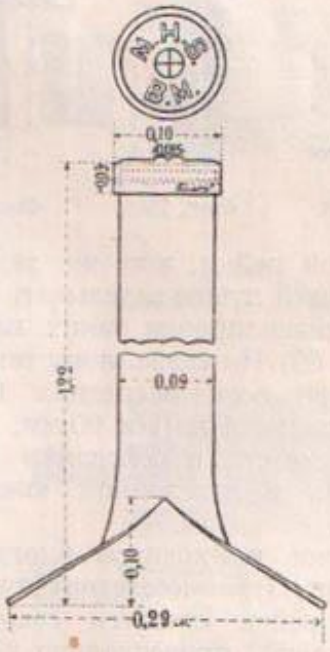


Фиг. 25.

Основание чугунного репера. Верхушка репера.



Фиг. 26.



Фиг. 27.

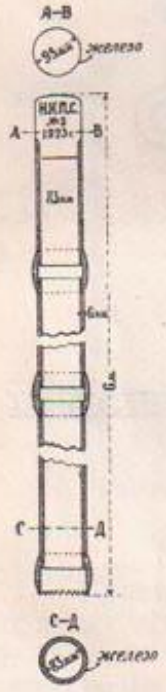
Тип репера, применяемого Канадской гидрометрической службой, показан на фиг. 27. Длина его 1,22 м (4 фут), диаметр около 9 см ($3^1/_2$ дюйма). В русских условиях означенный тип не приемлем.

Буровые реперы.

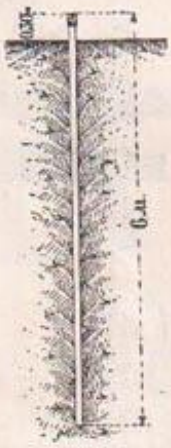
4. Буровые реперы (фиг. 28 и 29), применявшиеся на наших Обь-Енисейских исследованиях, состояли из железных оцинкованных труб диаметром $3^1/_4$ дюйма, общей длиной 6,0 м; достоинство этого типа заключается главным обрабом в удобстве его перевозки и переноски отдельными звеньями; способ опускания —тот же, что при опускании обсадных труб при бурении. Описываемый тип репера мало испытан, и применение его вряд ли может быть особенно широким, тем более, что трубы могут представить интерес для населения, как материал; но во всяком случае, в некоторых случаях, например, в пустынных районах, этот тип репера, дающий возможность перевозки даже во вьюках, может быть применяем с успехом.

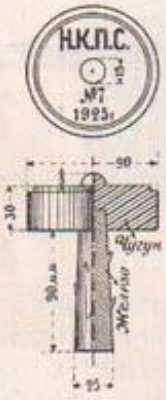
Марки.

5. Марки являются дешевым и в то же время наиболее надежным типом репера. Обычно марка состоит из двух частей: лицевой (собственно марки) и хвоста. Имеется большое число самых разнообразных типов марок, отличающихся как формой лицевой части и хвоста, так и материалом, из которого марка сделана. В большинстве случаев, лицевая часть делается круглой (фиг. 30), а хвост цилиндрический или слегка конусообразный: но известны типы марок треугольных(фиг. 31— марка г. Москвы) и прямоугольных. Что касается материала,то обычно марки отливались из чугуна; однако опыт применения такого типа на водных исследованиях, а именно, на Енисее в 1907 г., показал, что многие марки были повреждаемы местными жителями. Способ разрушения заключался в том, что при сильных ударах по марке камнем, марка, сделанная из чугуна, получала перелом в наиболее тонком месте хвоста. Поэтому нами была произведена замена чугунного хвоста заершенным железным; эта замена оказалась вполне целесообразной, и марки этого типа сохраняются, как показал опыт, хорошо. Лицевая часть марки делается или с выступом, для постановки на выступ нивелировочной рейки, или же заделывается заподлицо; в условиях водных исследований лучше заделывать марки заподлицо; они лучше сохраняются. Способ нивеллировки таких марок указан ниже (см. стр. 69). По указанному типу были выполнены марки при всех последних исследованиях рек России: диаметр марки 90 мм, длина хвста 90 мм толщина хвоста в основании 25 мм (свободный конец), а в заделанном конце около 20 мм (фиг. 30).



Фиг. 28.


Фиг. 29.



Фиг. 30.

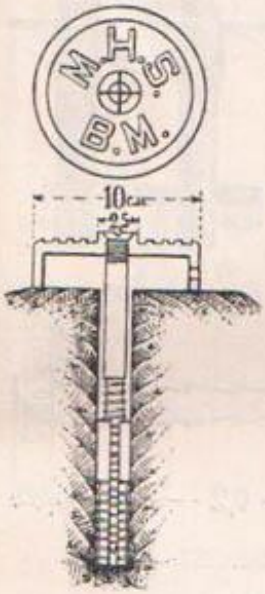


Фиг. 31.

Марки приходится иногда заделывать хвостами вниз (при исследованиях рек со скалистыми берегами); в этих случаях рейка ставится сверху на марку. Так как трудно заделать марку строго горизонтально и так как при негоризонтальности поверхности марки может получиться ошибка от установки рейки в разных частях плоскости марки, то во избежание этого, в центре марки имеется шаровой сегментик, выступающий на 5—7 мм над поверхностью марки; это дает возможность более точно установить рейку на репер.

Тип реперов-марок, применяющихся в Канадской гидрометрической службе, показан на фиг. 32.

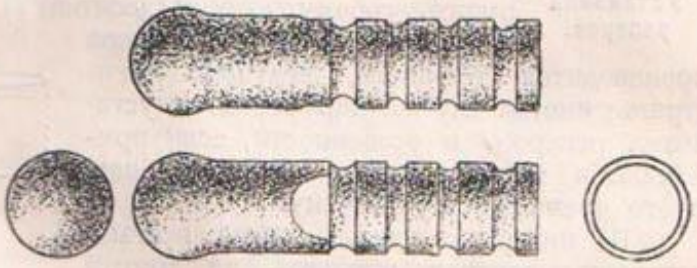
Следует еще упомянуть о типах реперов, в виде марок и болтов, применявшихся при точной нивеллировке в Финляндии, в 1892—1910 г.г. Реперы имели вид болтов и делались из чугуна, кованого железа, литой стали или из бронзы (фиг. 33 и фиг. 34). Рядом с каждым репером высекался его порядковый номер (если его не было на репере) и год нивеллировки.



Фиг. 32.

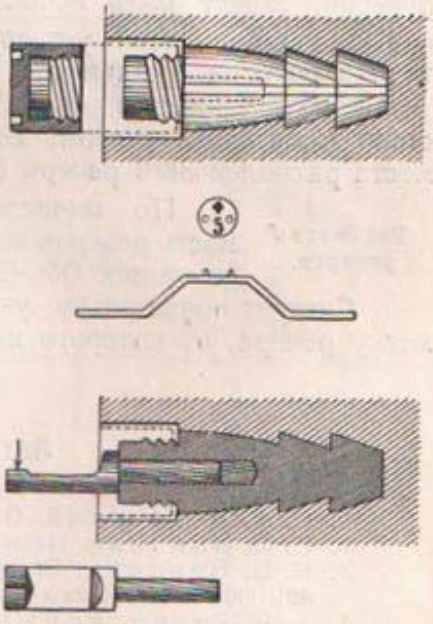


Фиг. 33.



Фиг. 34.

Сравнивая описанные типы реперов-болтов (фиг. 33 и 34) с описанным выше типом чугунной марки, имеющей железный заершенный хвост (фиг. 30), следует признать, что преимущества на стороне последнего типа, так как: 1) марки заделываются заподлицо и, следовательно, более защищены от умышленного разрушения, чем выступающие наружу болты; 2) наличность чугунной плоской головки дает возможность на самом репере, а не в стороне от него, сделать соответственные надписи.



Фиг. 35.

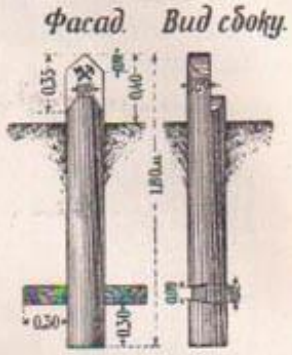
Что касается способа заделки марок, то таковая производится следующим образом: посредством стального бура выдалбливается цилиндрическое углубление (скважина) в стене, скале и проч., и марка устанавливается на цементном растворе. Вместо цемента, можно применять и свинец; но в некоторых случаях применение свинца нерационально, так как свинец может представить интерес для населения, как ценный материал.

Чтобы покончить с описанием марок, следует еще привести описание интересного типа швейцарской сложной марки (фиг. 35).

В марке имеется цилиндрическое углубление, которое или остается открытым, или закрывается навинчивающейся крышкой; нивеллировкой определяется отметка центра отверстия. При связке с репером, крышка отвинчивается (ключ показан на фиг. 35), в отверстие вставляется особый стержень с возвышением, на которое и ставится рейка.

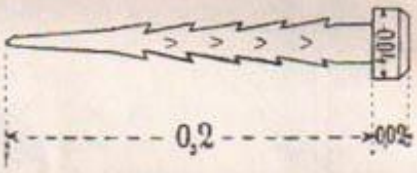
Вспомогательные временные реперы. В качестве временных реперов применяются: 1) деревянные сваи и столбы, 2) пни, 3) заершенные штыри.

Не останавливаясь на описании типов временных реперов-столбов, устройство которых видно из помещаемых ниже рисунков (фиг. 36), скажем несколько слов о заершенных гвоздях (фиг. 37), которые забиваются в деревянные, а лучше — в каменные здания; длина штыря 20 см, толщина шляпки 2 см, диаметр шляпки 4 см. На шляпке напильником делается крест, отметка центра которого определяется нивеллировкой.



Фиг. 36.

Установка реперов. Установку реперов лучше всего поручить особому технику (десятнику), при чем выбор места для репера производится техником, ведущим магистраль; иногда ему же поручается и установка реперов, в особенности, если применяются типы реперов, не требующие много времени на установку.



Фиг. 37.

В интересах дела, лучше всетаки установку реперов выделить из другой работы, так как в противном случае работа производится кое-как, спешно, в ущерб прочности. К тому же, техник, занимающийся установкой реперов, может быть использован и для других работ, как запасный.

Описание места расположения реперов. При установке реперов, надлежит обратить внимание на составление подробного описания места расположения репера, чтобы по возможности облегчить впоследствии разыскание репера. Вместе с описанием делается и эскизный план места расположения репера (кроки), (фиг. 38).

Ведомость реперов. По вычислении отметок реперов, составляется ведомость реперов по нижеследующей форме, стр. 47 (заимствовано из наших Обь-Енисейских исследований).

Следует обязательно указывать в ведомости реперов исходную отметку репера, от которого исчислены отметки.

Литература к главе V.

1. Е. А. Водарский. О реперах.
2. Е. В. Близняк. Несколько типов нивеллировочных реперов.
3. Е. В. Близняк. Ведомости реперов, установленных партиями исследований Обь-Енисейского водного пути. 1918.
4. А. К. Старицкий. О реперах.
5. Обзор полевых работ 1906 г. партии по исследованию порожистой части р. Западной Двины.
6. Типы реперов, применяющиеся в Казанском Округе Путей Сообщений.
7. Manitoba Hydrometric Survey for the calendar year 1915.
8. Aug. Wellner. Ülemaalised Loodmised 1923.
9. Чертежи реперов отдела изысканий Волховстроя (рукописи) 1925.

№№	Полный знак репера.	Километр. от XX	Правый или левый берег.	Описание места расположения репера.	№ книжки, где записан репер.	Условная отметка, в метрах.	Отметка относит. уровня моря, в метрах.	№ планшета.	Возвышен. репера над принят. услови. уровн. воды.	ПРИМЕЧАНИЕ. КРОКИ.
51	Н. К. П. С. № 97. 1923 г.	41,0	Левый.	Чугунная винтовая свая на открытом лугу, поросшем редким мешаным лесом, на яру, в 152 м от бровки яра, в конце деревни NN, за гумнами.	50	49,771	28,522	27	4,303	
52	Н. К. П. С. № 21. 1923 г.	43,5	Правый.	Чугунная марка на цоколе каменного дома NN на правом берегу р. Оки, в селе XX, на углу улицы NN.	50	52,554	31,305	28	7,254	Фиг. 38.

ГЛАВА VI.

Проведение магистрали. Триангуляция. Определение истинного меридиана.

1. Проведение магистрали.

Назначение магистрали. Магистральная линия, или магистраль, служит основой всех топографических работ; поэтому она должна быть так расположена, чтобы привязка к ней нивеллировки и с'емки производилась наиболее легко и удобно. Главное назначение магистрали—дать опору для мензульной с'емки; для возможности нанести по координатам вершины углов магистрали на мензульные планшеты, необходимо знать начальный азимут первой линии магистрали, измерить длину сторон магистрали и измерить величины углов. Так как при производстве мензульной с'емки мензула обычно устанавливается в вершинах углов магистрали, то при проведении магистрали необходимо так располагать ее углы, чтобы с них можно было удобно вести с'емку. Кроме опоры для мензульной с'емки, магистраль обыкновенно служит также опорой и для нивеллировки и для с'емки рельефа; равным образом к магистрали привязываются и промерные профили. В то время, как для производства с'емки удобнее всего располагать магистраль на более повышенных местах, в целях лучшей видимости русла реки, для нивеллировки удобнее иметь магистраль ближе к урезу воды, с тем, чтобы облегчить нивеллировку уровня воды и уменьшить при этом число стоянок нивеллира; для разбивки промерных профилей тоже удобнее всего иметь магистраль поближе к урезу воды. В большинстве случаев всем указанным требованиям удовлетворяет проведение магистрали по береговому приплеску.

При проведении магистрали, необходимо иметь в виду, чтобы число поворотов магистрали было возможно меньше; это достигается предварительной рекогносцировкой местности, благодаря чему проведение магистрали значительно облегчается.

Измерение длин. Провешивание и измерение магистрали не представляет каких-либо особенностей, по сравнению с обычными топографическими работами, а потому на деталях можно и не останавливаться. Следует лишь указать, что во избежание грубых ошибок измерение длин делается дважды стальной 20-метровой лентой; можно также вести измерение один раз лентой, а другое, контрольное, измерение производить посредством дальномера. По магистрали разбиваются пикеты через 100 м. Разница между двумя измерениями длины магистрали для любого протяжения не должна быть больше:

$$l \leqslant 1{,}3\sqrt{L} + 0{,}9L,$$

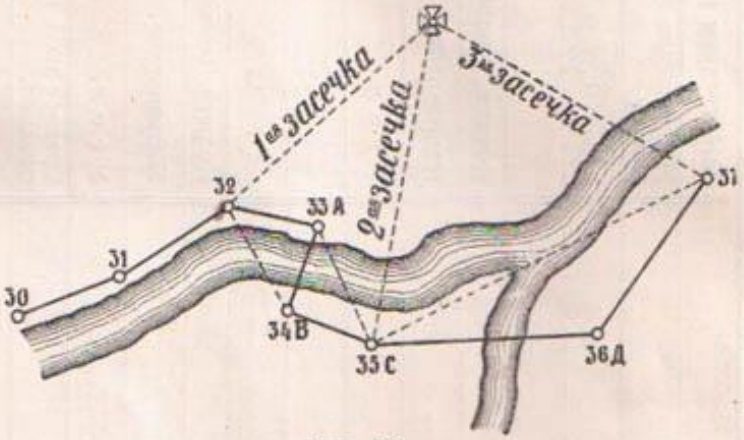
где L длина измеренной линии выражается в километрах, l выражено в метрах. Приведенная формула выведена для неблагоприятных условий местности; в средних условиях расходимости должны быть меньше $l \leqslant 0{,}001\,L$.

В случае, если местность имеет уклон, то длина магистральной линии исправляется, как указано в геодезии, на негоризонтальность, в пределах указанной выше точности.

Ведение книжек. Все записи по ведению магистрали заносятся в специальную книжку (пикетажную) из клетчатой бумаги (альбомного формата); здесь отмечаются пикеты, углы, повороты; наносятся кроки, с указанием угодий, населенных пунктов, пересекаемых дорог, балок, притоков и проч.

В угловых точках магистрали устанавливаются деревянные столбики или прочные колья с надписью на отдельных дощечках номера угла и пикетажа; в некоторых случаях угловые точки закрепляются более прочно, например, отрезками газовых труб.

Перекидки. Если по условиям местности целесообразно перевести магистраль с одного берега на другой, перекидка делается в таком месте, чтобы получился треугольник с углами не менее 30°; в этом случае длина линии, пересекающей русло реки, определяется решением треугольника (фиг. 39). Такой же способ применяют в случаях пересечения магистралью притоков, широких оврагов, заливов и пр. Так как измерение углов производится отрядом, идущим позади отряда, ведущего магистраль, то для удобства ориентировки, вводится условное обозначение перекидок поперечных через реку литерами, например, АВ, и продольных—литерами СД (фиг. 39). Иногда приходится вести 2 и более магистралей как это видно на фиг. 40, где изображен пример, заимствованный из исследований Зап. Двины 1906 г.



Фиг. 39.

Измерение углов. Измерение углов производится теодолитом, с точностью нониуса не менее 1′; углы измеряются не менее 2-х раз в разных частях лимба по обоим нониусам. Для контроля правильности измерения углов, записываются по буссоли азимуты каждой линии визирования.

Форма полевой книжки. Не останавливаясь на деталях измерения и закрепления углов, в виду того, что этому вопросу уделено много внимания ниже, при описании проложения триангуляции, можно рекомендовать при ведении магистрали способ измерения углов, например, в два приема. В этом случае запись измерения углов удобно вести по следующей форме, стр. 50 (применявшейся на исследованиях р. Волхова в 1923 г.).

Засечки. Так как при исследованиях рек магистраль обычно ведется не по замкнутому полигону, то во время работ в большинстве случаев никаких увязок не делается. Конечно, наиболее правильным было бы проложить тригонометрическую триангуляцию по способам, указанным в геодезии, вычислить географические координаты точек, нанести их на планшеты и затем вести с'емку обычными способами. Однако, имея в виду высокую стоимость триангуляционных работ, к тому же требующих много времени, обходятся при водных исследованиях

в большинстве случаев без точной триангуляции. Если же в районе исследуемой реки уже была в свое время проложена тригонометрическая сеть и сохранились тригонометрические и астрономические пункты, необходимо делать засечки с углов магистрали на эти пункты. Равным образом, делаются засечки и на другие приметные пункты, как-то: колокольни, башни, фабричные трубы и проч. (фиг. 40). Эти засечки дают возможность проверить точность с'емки, а кроме того, имея географические координаты некоторых пунктов, можно способом, описанным ниже (см. стр. 152), вычислить, хотя бы приблизительно, координаты и других точек с'емки (реперов) и таким образом произвести увязку.

„.....“.....192 г. Район работ.....Погода.....

№№ стоянки инструм.	Направление визирования.	1-й прием. К.Л.	1-й прием. К.П.	1-й прием. Коллим. ошибка.	1-й прием. Направление.	1-й прием. Угол.	2-й прием. К.П.	2-й прием. К.Л.	2-й прием. Коллим. ошибка.	2-й прием. Направление.	2-й прием. Угол.	Среднее из 1 и 2 приемов.	Азимуты. Наблюденный.	Азимуты. Средний.	Гориз. проекции расстоян. По 1-му измерению.	Гориз. проекции расстоян. По 2-му измерению.	Гориз. проекции расстоян. Среднее	Примечания и схемы.

В виду изложенного, является необходимым, как указано выше, озаботиться, предварительно выезда на работы, собиранием данных о произведенных триангуляциях и о местах нахождения астрометрических и тригонометрических пунктов.

Определение астрономических пунктов.

Если исследования реки ведутся в отдаленной местности, где никаких с'емок не было, то очень желательно организовать определение астрономических пунктов средствами партии, при малейшей возможности уложить эту работу в смету. Так как астрономические определения представляют собой специальные работы, притом сравнительно редкие, то мы не считаем возможным остановиться на их описании.

Для установления величин угловых невязок является целесообразным определение, кроме истинного азимута первой линии магистрали, также одной из последних линий, в конце работ каждого годового (летнего) пириода.

Величина угловой невязки не должна превышать

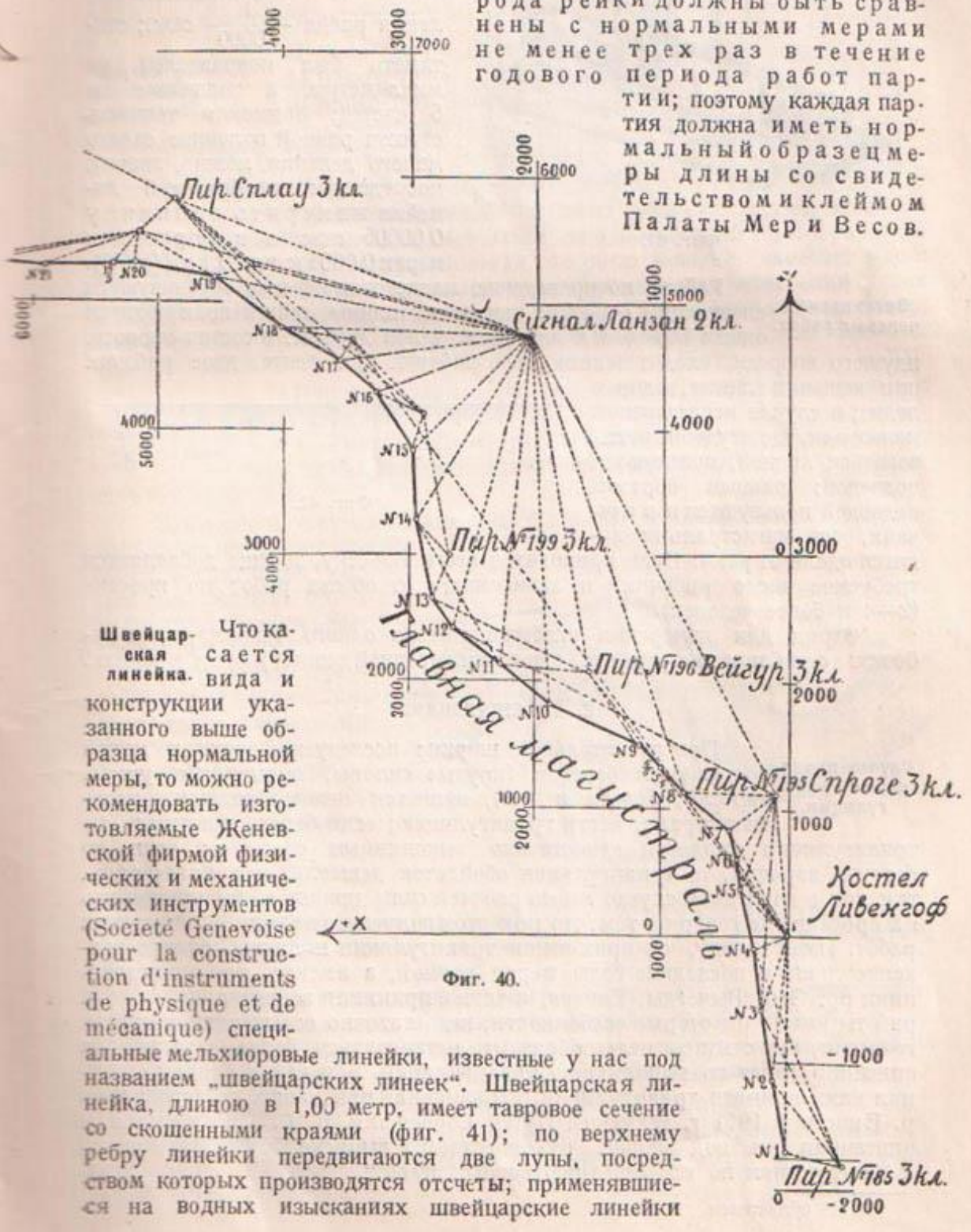
$$\alpha \leqslant 1' \sqrt{n} + \Delta \sqrt{2} + \delta$$

где n — число измеренных углов магистрали, Δ — точность определения истинного меридиана в минутах, δ — угол сближения меридианов в минутах *).

*) О вычислении угла сближения меридианов см. ниже, стр. 61.

Проверка ленты. Выше было указано, что измерение длин производится стальной лентой. Необходимо перед началом работ сверить имеющиеся в распоряжении партии меры длины с нормальной мерой. Сверку лент лучше всего производить в Главной Палате Мер и Весов (в Ленинграде), но можно сверку выполнить и в партии.

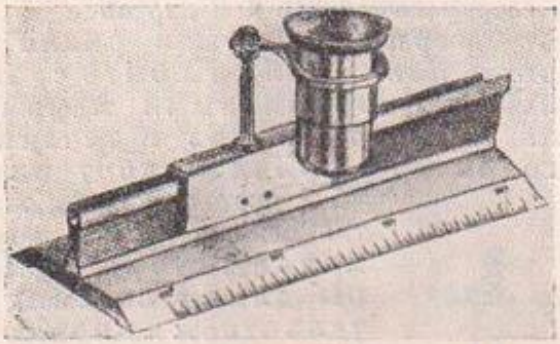
Мерные ленты и разного рода рейки должны быть сравнены с нормальными мерами не менее трех раз в течение годового периода работ партии; поэтому каждая партия должна иметь нормальный образец меры длины со свидетельством и клеймом Палаты Мер и Весов.



Фиг. 40.

Швейцарская линейка. Что касается вида и конструкции указанного выше образца нормальной меры, то можно рекомендовать изготовляемые Женевской фирмой физических и механических инструментов (Societé Genevoise pour la construction d'instruments de physique et de mécanique) специальные мельхиоровые линейки, известные у нас под названием „швейцарских линеек". Швейцарская линейка, длиною в 1,00 метр, имеет тавровое сечение со скошенными краями (фиг. 41); по верхнему ребру линейки передвигаются две лупы, посредством которых производятся отсчеты; применявшиеся на водных изысканиях швейцарские линейки

(до введения метрической системы) имели деления как метрические, так и в саженной мере, а именно: $\frac{1}{100}$ сажени была разделена на 20 частей, и каждая двадцатая часть сотой сажени на 5 частей, таким образом, величина наименьшего деления равна $\frac{1}{10000}$ саж.; сантиметр был подразделен на миллиметры, а последние на 5 частей; принимая точность отсчета равной половине самого малого деления, можно, значит, посредством швейцарской линейки измерять величину 0,00005 саж., а в метрических мерах 0,0001 м, или 0,1 мм (ф. 42).



Фиг. 41.

Организация полевых работ. Работы по проведению магистрали обычно организуются следующим образом: измерение длины линий производится одним отрядом, а измерение углов другим; в состав первого, идущего впереди, входит техник, двое рабочих при ленте, двое рабочих при вешении линии, один в лодке; в случае исследований малых рек, где неудобно пользоваться лодкой, пользуются подводой; равным образом подводой пользуются и в случаях, если магистраль проводится вдали от реки. Если приходится вести просеку, то еще добавляется требуемое число рабочих, в зависимости от об'ема работ по просеке (2—4 и более человек).



Фиг. 42.

Отряд для измерения углов состоит из одного техника, трех рабочих: один при инструменте, один при передней вешке*), один в лодке .

2. Триангуляция.

Случаи применения триангуляции. При значительной ширине исследуемой реки и малой доступности берегов (крутые склоны, обрывистые утесы, заросли, болота и пр.), является целесообразным, вместо магистрали, вести триангуляцию; если берега скалистые, то триангуляция является единственно выполнимым способом; если по берегам зáросли, то триангуляция обойдется дешевле, чем магистраль, так как в последнем случае много рабочей силы пришлось бы употребить на просеки, не говоря о том, что при этом получатся задержки для других работ. Имея в виду, что применение триангуляции получило распространение лишь в последние годы перед войной, а именно, при исследованиях рр. Зеи, Вычегды, Енисея, а также принимая во внимание, что эти работы имеют некоторые особенности, недостаточно освещенные в курсах геодезии, мы считаем целесообразным остановиться более детально на описании работ по выполнению триангуляции, при чем в основу описания нами принята триангуляция, исполненная при наших исследованиях р. Енисея в 1911 г. техником Путей Сообщения К. С. Гаевским и описанная им под нашим руководством в выпуске XV „Материалов к инструкциям по исследованию водных путей".

*) Не обязателен.

Общая идея триангуляции. Идея триангуляции сводится к следующему: измеряется базис с возможной точностью (1 : 10000) затем прокладывается непрерывная цепь треугольников (фиг. 43), вершины которых располагаются по обоим берегам реки; базис (4—6) является одной из сторон треугольника; углы треугольников измеряются теодолитом, а стороны последовательно вычисляются, при чем треугольники считаются плоскими. Измерение углов делается не менее трех раз, с точностью отсчетов не менее 30″.

Состав работ по триангуляции. В состав работ по триангуляции входят:

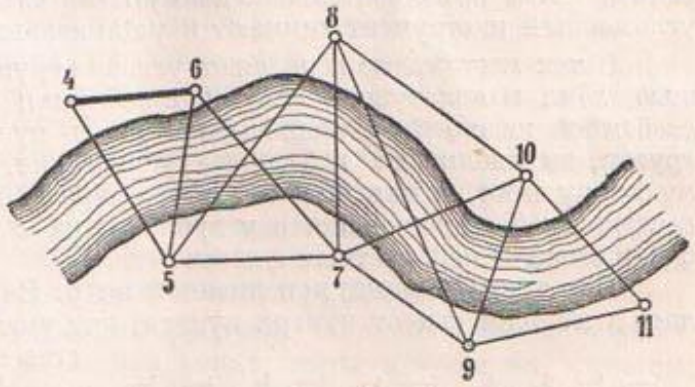
1) расстановка триангуляционных пунктов,
2) измерение базисов,
3) измерение углов,
4) решение треугольников и вычисление координат,
5) накладка точек на мензульные планшеты.

Расстановка пунктов. Общие указания. Триангуляционные пункты обычно устанавливаются особым отрядом, состоящим из одного техника и 2-х рабочих. Этот отряд, сплывая по реке в лодке, намечает места пунктов, пользуясь для предварительного измерения углов и определения азимутов сторон угломерным инструментом, например, пантометром, буссолью с трубой, и устанавливает на этих пунктах угловые знаки.

Правила расстановки угловых знаков. При расстановке угловых знаков, необходимо иметь в виду следующие требования.

1. Треугольники располагаются непрерывной сетью так, чтобы два смежных треугольника имели одну общую сторону (фиг. 43).

2. Стороны треугольников должны быть, по возможности, длинные, насколько позволяет видимость сигналов, но при том условии, чтобы углы треугольников были не менее 25°.



Фиг. 43.

3. Пройдя треугольниками 30—40 км, необходимо выбрать два пункта на ровном и чистом месте, с соответствующим расстоянием между ними для нового базиса.

4. Места для пунктов выбираются, по возможности, незатопляемые паводками; если же подыскать такое место затруднительно, то пункты устанавливаются по приплеску, подальше от уреза.

5. С каждой стоянки (на пункте) все сигналы, на которые нужно визировать, должны быть видимы в трубу ясно, снизу доверху.

6. Пункты выбираются так, чтобы на них удобно было прочно установить теодолит и сделать необходимые наблюдения.

7. Угловые вехи устанавливаются прочно по отвесу.

На расстановку угловых знаков надо обратить серьезное внимание, так как от качества расстановки в значительной мере зависит успех всей триангуляции.

Тип угловой вехи. Тип угловых вех, принятый при наших исследованиях р. Енисея в 1911—1912 г., представлял собою составную веху, нижняя часть которой (столбик) заколачивалась в землю, верхняя же (собственно веха) устанавливалась в две скобы, забитые в вырезе столбика, затем расклинивалась, для приведения ее в отвесное положение, и прочно закреплялась.

Порядок расстановки угловых вех. Работа по расстановке угловых знаков обычно производится следующим образом.

Отряд, расставляющий угловые знаки, заготовляет достаточный для дневного перехода запас вех, столбиков и скоб и, захватив пантометр, бинокль, отвес, лом, 2 топора*), материю для флагов и колотушку, сплывает вниз по течению.

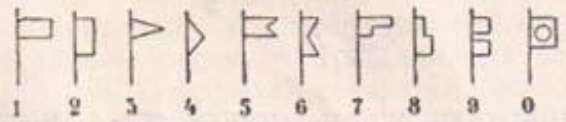
Наметив (приблизительно) впереди удобное место для пункта, сплывают к этому месту; убедившись затем в хорошей видимости знаков уже установленных (которые по схеме должны быть видны), осматривают местность вперед, соображая, насколько удобно будут располагаться следующие пункты.

Если задние пункты видны хорошо, если для дальнейшей расстановки пунктов не имеется особенных препятствий (выступов скал, деревьев и т. п.) и если место для расположения пункта оказывается удобным, то устанавливают угломерный инструмент (пантометр) и измеряют азимуты сторон треугольников. По азимутам, определенным на предыдущих стоянках (записанным в рабочей книжке), и азимутам на новой стоянке, вычисляют углы замыкаемых треугольников. Если углы меньше 25° (в крайнем случае 20°), то подыскивают другое, удовлетворяющее всем требованиям, место для углового пункта.

Когда подходящее место подыскано, определены азимуты на задние вехи и взяты приблизительные азимуты на следующие угловые пункты, угломерный инструмент снимают и устанавливают угловую веху.

В тех местах, где позволяют условия грунта, устанавливают с помощью лома и колотушки столбик с забитыми в него двумя железными скобами и на столбике надписывают номер пункта. В случае скалистого грунта, выдалбливают небольшое углубление, соответствующее нижнему концу вехи, и надписывают номер краской (суриком). Затем, в отверстие скоб столбика или в углубление на скале устанавливают веху, с прибитым к ней цветным флагом.

При триангуляции, исполненной на р. Енисее, форма флагов менялась в зависимости от номера пункта, как указано на фиг. 44, для удобства общей ориентировки.



Фиг. 44.

На столбике веху закрепляют клиньями, а на скале обкладывают и зажимают камнями. В обоих случаях веха выверяется по отвесу. На правом берегу реки ставятся номера четные, на левом—нечетные или наоборот (фиг. 43).

Когда меняется схема треугольников, техник, расстанавливающий вехи, обычно оставляет на пункте записку со схемой треугольников, для облегчения работы техника, идущего вслед с измерением углов.

Для увеличения успешности работ, целесообразно снабжать триангуляционные отряды лодками с двигателями; при ширине реки 1 км и более это является почти необходимым (см. ниже, главу XX).

---

*) Если грунт скалистый, то надо иметь также и ручной бур.

Измерение базиса. Приемы измерения.

Для измерения базиса применяются специальные или упрощенные базисные приборы (жезлы, проволока и пр.) или же обычная 20-метровая стальная выверенная лента. Так как при проверке в Главной Палате Мер и Весов лента натягивается с определенной силой, то при измерении базиса необходимо натягивать ленту тою же силой; для этого применяются специальные динамометры, например, системы Феннеля (фиг. 45), построенные по идее пружинных весов.

Кроме того, необходимо учесть и изменение ленты от температуры.

Перед измерением базис провешивается по теодолиту вешками через 40—50 м.

Можно рекомендовать следующий способ измерения базиса.

К развернутой ленте прикрепляются динамометр и термометр*); первый рабочий (задний) прикладывает конец ленты к угловому столбику и направляет второго рабочего с передним концом ленты по направлению базиса.



Фиг. 45.

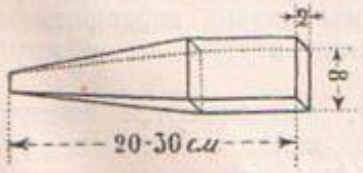
Когда лента приблизительно направлена по базису, первый рабочий опускает глаза, как можно ниже, и направляет ленту в точности по базису; второй рабочий, для точности наводки, держит вертикально у переднего конца ленты шпильку. Направив ленту точно по базису, второй рабочий снимает шпильку и на ее место ставит деревянный колышек, который забивается третьим рабочим (он же подносит колышки).

Во время забивки проверяют два-три раза, не отходит ли колышек в сторону от линии, и, если такое отклонение замечается, немедленно его исправляют. Точность положения забиваемого колышка проверяется, кроме того, техником, который находится при заднем конце ленты.

Колышки заготовляются из досок или отрезков бревен, и имеют, например, форму и размеры, показанные на фиг. 46; они забиваются в землю прочно, чтобы забитый колышек нельзя было расшатать рукой. Колышек выступает над поверхностью земли, в зависимости от рельефа местности, — в углублениях больше, на возвышениях меньше.

Во время забивки колышков, в пониженных местах под ленту делаются подкладки, а бугорки срезаются лопатой, чтобы лента лежала, как можно ровнее; трава скашивается перед разбивкой базиса.

Когда колышек забит, первый рабочий, под наблюдением техника, точно прикладывает черту на заднем конце ленты к черте на колышке; второй рабочий, держась за кольцо динамометра, прикрепленного к переднему концу ленты, натягивает ленту над головкой колышка до тех пор, пока указатель динамометра не покажет требуемое число, например, 10 килограммов. В этот момент, убедившись, что лента на всем протяжении лежит правильно, и заметив температуру по термометру, прикрепленному к ленте, техник прикладывает к черте на переднем конце ленты маленький угольник, проводит острым карандашом против этой черты черту на площадке колышка и записывает в книжку номер кола и температуру ленты.



Фиг. 46.

*) Указанное прикрепление термометра к ленте нельзя считать удобным; однако им приходится пользоваться, если не имеется специальных приборов для измерения базиса.

После этого ленту перетягивают вперед для следующего промера и опять повторяют все перечисленные операции.

Промерив таким образом весь базис, приступают к вторичному промеру, который производится таким же образом, как и первый, но только по новым колышкам.

Первый колышек забивается по линии базиса на расстоянии, например, 0,20 м от колышка первого промера, и на нем проводится черта точно на расстоянии 0,20 м по масштабу.

Следующие колышки забиваются по линии первых, для чего к ним прикладывается лента.

При втором промере, кроме номера колышка и температуры, записывается измеренное на каждой паре колышков расстояние между чертами, или уменьшение этого расстояния против 0,20 м.

По окончании измерения длины базиса, производится нивелировка по колышкам, для определения уклона и введения соответствующей поправки.

Для измерения базиса требуется 2 техника (в крайнем случае, 1 техник) и 4—5 рабочих.

Измерение углов. Инструменты.

Для измерения углов применяется 10″ теодолит, а если такового в партии не имеется, то в крайнем случае можно работы вести и 30″ теодолитом.

Отряд для измерения углов обычно состоит из одного техника и двух-трех рабочих. Работа производится в следующем порядке.

Подплыв на лодке к угловому знаку, техник осматривает его и отмечает на скобах и столбике карандашом середину вехи, после чего старший рабочий, сделав свои заметки (для того, чтобы после окончания отсчетов поставить веху точно на старое место), вынимает клинья и снимает веху со столбика. Когда веха снята, техник устанавливает треногу и затем точно центрирует инструмент по меткам на скобах и столбике.

Совместив грубо нуль нониуса с нулем лимба, техник направляет трубу на первый сигнал.

Номера пунктов, на которые надо визировать с данной стоянки, записываются в полевом журнале в определенном порядке (по часовой стрелке или против), начиная с первого и кончая им же, чтобы получить полный круг.

Когда страница рабочего журнала подготовлена, то-есть, записаны: номер стоянки, время, погода, перечислены номера вех, на которые надо сделать визирование с данной стоянки, и зарисована схема, визируют последовательно на все записанные сигналы, делают отсчеты по обоим нониусам и записывают их в журнал (см. форму полевого журнала, стр. 57).

Наблюдения можно производить в два приема, от 0° и от 120° (четыре полуприема): первые полуприемы—при положении вертикального круга слева; вторые полуприемы—при положении вертикального круга справа.

Кроме отсчетов по горизонтальному лимбу, записываются азимуты направлений по буссоли теодолита, если таковая имеется; если же буссоли при теодолите не имеется, то, для определения магнитных азимутов некоторых направлений, устанавливают один-два раза в день другой теодолит (можно и менее точный) с буссолью.

Для получения координат башен, колоколен, астрономических пунктов, основных реперов и других точек, производятся с соответствующих стоянок визирования (засечки) на указанные пункты.

По окончании отсчетов, теодолит снимается со штатива и бережно укладывается в ящик, после чего точно на прежнее место устанавливается веха; при установке веха выверяется техником по отвесу.

Этим и заканчивается стоянка на каждом угловом пункте.

Во время переездов с одного сигнала на другой, техник выводит средний отсчет для каждого направления, как показано на приведенном образце полевого журнала, и подсчитывает сумму углов замыкаемых треугольников.

При принятом способе измерения углов, средний отсчет определяется следующим образом: сначала выводится средний из отсчетов по двум нониусам для каждого полуприема, затем, по этим средним, получается средний из отсчетов при вертикальном положении круга слева и справа; этот средний отсчет записывается в графу (7): средний Л, средн. П; затем заполняется графа: разность Л и П (8).

" " августа 192 г. Стоянка 262. 5 час. 50 мин. Погода: ясно, тихо.
" " " 6 " 35 "

Точки визир.	Магнитн. азимуты.	Отсчеты I прием. Л.	I прием. П.	II прием. Л.	II прием. П.	Средний Л. Средний П.	Разность Л. и П.	Средний из Л. и П.	Направление.	ПРИМЕЧАНИЕ.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		0°0′40″	0′45″	120°0′40″	0′50″	0′42″			+ 1″	№ 262 на каменистом приплоске.
264	10°						— 2″	0′41″	0°0′41″	
		40″	25″	50″	40″	40″				
		40″	35″	45″	45″					
		337°57′15″	57′25″	97°57′15″	57′25″	57′19″				
263	348°						— 1″	57′18″	337°57′19″	
		20″	10″	30″	15″	18″				
		17″	17″	22″	20″					
		238°7′5″	7′15″	358°7′10″	7′20″	7′12″				
261	248°						— 2″	7′11″	238°7′12″	
		20″	5″	15″	0″	10″				
		12″	10″	12″	10″					
		200°48′30″	48′40″	320°48′45″	48′50″	48′43″				
260	210½°						— 5″	48′40″	200°48′41″	
		50″	35″	50″	30″	38″				
		40″	37″	47″	40″					
		0′40″	0′45″	0′40″	0′45″	0′42″				
264	—						— 5″	0′39″	—	
		40″	25″	50″	35″	37″				
		40″	35″	45″	40″					

фиг. 45.

№ 263 плохо виден.

260 360°0′45″ 55″29″
330°5′16″

261 331°42′40″ 46′6″
218°56′34″

262 18′31″
0′6″

Числа графы (8) представляют сумму ошибок визирования при разных положениях вертикального круга и служат поверкой правильности отсчетов.

В следующей графе (9) записываются средние из средних левых и средних правых. Затем промежуточные отсчеты исправляются на половину разности первого и последнего отсчетов и записываются в последнюю графу (10) „направление", полностью с градусами. В графу примечаний (11) вносятся особые заметки относительно сигналов и прочее.

Измерения углов в триангуляции требуют очень большой тщательности и благоприятных условий для производства работ; поэтому измерение углов может быть поручено лишь вполне опытному технику.

В точных триангуляциях измерение углов ведется не спеша, выжидая удобное для наблюдений время дня и хорошую погоду. При обычных водных исследованиях, выжидать благоприятных обстоятельств не приходится, ибо иначе задержались бы работы всей партии.

Производство вычислений Вычислительная работа триангуляции производится двумя техниками, находящимися при лагере партии.

Общие указания. Полевые журналы в конце дня, а иногда и два раза в день, передаются в лагерь, где и производятся необходимые вычисления.

В начале работ, средине и в конце определяется направление истинного меридиана и азимут стороны первого треугольника способом, указанным ниже. Затем вычисляется длина первого базиса.

Вычисление длины базиса. При вычислении длины базиса вводятся поправки: 1) на уклон, 2) на ошибку в длине ленты, по данным Главной Палаты Мер и Весов, и 3) поправка на температуру. Если коэффициент удлинения ленты от изменения температуры не определен специальными наблюдениями, то его можно принять равным коэффициенту расширения стали=0,0000104.

Все промеры относятся к той температуре ленты, при которой была определена поправка Главной Палатой Мер и Весов (20°C).

В следующей таблице показан способ вычисления длины базиса.

№№ точек.	Расстояние по промеру м.	Температура ленты Ц.	Поправка для приведения к температуре 20° Цельс.	Поправка Главной Палаты Мер и Весов.	Расстояние по исправлении на температуру.	Разность высот точек м.	Поправка на уклон м.	Горизонтальное положение м.
0			0,0000104 × × 25 × 20 =					
1	20	45°	=0,0052	+0,0034	20,0086	0,168	—0,0002	20,0078
2	20	30°	+0,00208	„	20,0054	0,162	—0,0006	20,0048
3	20	25°	+0,001004	„	20,0044	0,008	—0,0004	20,0040

Указанные таблицы составляются для обоих промеров; просуммирова числа последней колонны, из двух полученных величин берут среднюю и принимают ее за окончательную длину базиса.

Для облегчения вычислений поправок на уклон, можно составить табличку для наиболее часто встречающихся поправок.

Решение треугольников. Получив длину базиса, приступают к решению треугольников. Из рабочего журнала выписывают в вычислительный журнал окончательные подсчеты для каждого угла треугольника, по этим отсчетам получают величину углов и, просуммировав их, получают ошибку в измерении, т.-е. расходимость со 180°.

Каждый угол исправляется на $^1/_3$ этой ошибки.

Стороны треугольников вычисляются по формуле:

$$a = b\frac{Sin\ A}{Sin\ B}$$

по семизначным таблицам: Opus Palatinum. Sinus und Cosinus—Tafeln von D-r Jordan, с применением арифмометра.

Можно вести вычисления и по логарифмам, но по Sinus'ам и Cosinus'ам вычисления идут быстрее.

По первому базису вычисляют последовательно цепь треугольников до следующего базиса; в следующем же полигоне стороны вычисляют уже от второго базиса и т. д.

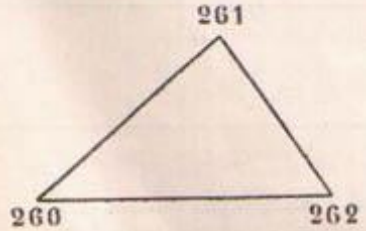
Ниже приведена страница вычислительного журнала. (Образец журнала заимствован из триангуляционных работ, произведенных при исследованиях р. Вычегды в 1910 г. и наших исследованиях р. Енисея в 1911—12 г.).

Вычисление координат и нанесение их на планшет. Вычислив все имеющиеся треугольники, подсчитывают координаты пунктов.

Координаты подсчитываются одновременно двумя лицами в двух журналах, со сверкой полученных результатов. При вычислении пользуются упомянутыми выше таблицами Иордана и арифмометром.

Треугольник 260—261—262.

Для планшета №.....	Угол I стоянка 260.	Угол II стоянка 261.	Угол III стоянка 262.	Сумма (невязка в углах).	Вычисленные элементы треугольника.
Направления.	262—261 0° 0′45″ 330° 5′16″	260—262 131°42′40″ 218°56′34″	261—260 238° 7′12″ 200°48′41″		Длина связочной линии 261—260 = 580,471.
Измеренные углы	29°55′29″	112°46′ 6″	370°18′31″	180°0′6″	Астролябический угол 247°13′56″.
Поправка. . . .	— 2″	— 2″	— 2″	— 6″	
Исправл. углы .	29°55′27″	112°46′ 4″	37°18′29″	180°0′0″	
Sin nat	0,4988533	—	0,6061002		



Фиг. 48.

$$261-262 = 261-260\frac{Sin\ 260}{Sin\ 262} =$$

$$= 580,471\ \frac{0,4988533}{0,6061002} = 477,759$$

№№ углов.	Пикетаж.	Расстояние между углами.	Астролябический угол.	Азимуты. По магнитной стрелке.	Азимуты. Вычисленный.	Дополнение к вычислен. азимуту.	Sin.	Cos.	+ −	X	+ −	Y	+ −	ΣX	+ −	ΣY
260			149°38′0″	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	11759,006 84,544	+	51556,039
		580,471		8°	8°22′29″	8°22′29″	0,1456466	0,9893366	+	84,544	+	574,281				
261													+	11843,550	+	52130,320

Журнал координат имеет форму, показанную на стр. 60.

По мере получения координат точек, последние наносятся на мензульные планшеты. Во избежание усадки, ватманская бумага наклеивается на алюминиевые листы, толщиною 0,5 мм. Рамки, 0,50×0,50 м, точно вычерчиваются на всех планшетах до приступа к работам. Вычерчивание рамки и нанесение пунктов удобно производить при помощи швейцарской линейки.

Для проверки нанесения точек, можно измерить по масштабу длину сторон треугольников и сравнить их с длиной по вычислительному журналу. Ошибка не должна превосходить 0,0002 м.

Углы, для грубой их проверки, измеряются на планшетах минутным транспортиром и сравниваются с вычисленными углами.

Этим заканчиваются работы по триангуляции, и планшеты, с нанесенными на них пунктами, передаются для производства мензульной с'емки (см. ниже, глав. VIII).

Результаты работ. Невязки линейные.

Описанные выше приемы работ, несмотря на не вполне благоприятные условия, в которых протекают исследования (необходимость считаться со сроками окончания работ, условия погоды и проч.), обычно дают удовлетворительные результаты, если работу вести пунктуально, тщательно и терпеливо.

О степени точности полевых работ можно судить по величине невязки на базисах и по разности азимутов (вычисленного и истинного) одной из последних сторон триангуляции.

При триангуляции, выполненной на р. Енисее от Красноярска до Енисейска под нашим руководством, наибольшая невязка базисов на 100 саж. длины базиса, оказалась:

при применении 30″ теодолита, в 0,114 саж.
„ „ 10″ „ „ 0,031 „

Средняя невязка на 100 саж. длины базиса, для 8 базисов, была в 0,048 с. Длина базисов колебалась от 163,2 до 273,5 саж.

Угловые невязки.

Из приводимого ниже примера Енисейской триангуляции можно видеть, как определяется разность между истинным и вычисленным азимутами (угловая невязка).

В указанном примере истинный меридиан был определен в начале работ на репере № 300 и в конце работ на пункте № 337. Широта репера № 300 по карте, в масштабе 2 в. в дюйме, 56° 04′ 50″; широта пункта № 337 по 2 в. карте определилась 57° 26′ 40″. Средняя широта $\varphi = 56° 46'$.

Разность долгот λ приблизительно может быть определена, как горизонтальная проекция линии Rp 300—№ 337, равная разности абсцисс точек Rp 300 и № 337; длина этой абсциссы равна 7120 саж.

По формулам Кларка (см. Витковский. Практическая Геодезия. Изд. 1911 г. Глава XI), разность долгот λ приблизительна равна:

$$\lambda = \frac{7120 \ \frac{\chi}{p}}{\cos \varphi},$$

величины $\lg \frac{\chi}{p}$, обозначаемые [2], даны в таблицах (см. там же, стр. 872 — 889) по элементам земного сфероида Кларка.

Логарифмируя полученное выше выражение, будем иметь:

$$\lg 7120 = 3{,}852\ 4800$$
$$\lg \frac{\chi}{p} = 8{,}837\ 7967$$
$$\text{дп } \lg \cos 56° 46' = 0{,}261\ 1799$$

$$\lg \lambda = 2{,}951\ 4566;\ \lambda = 894''$$

Сближение меридианов $\delta = \lambda \sin \varphi = 894'' \times \sin 56°46' = 894'' \times 0{,}83645 = 12\frac{1}{2}'$.

Истинный азимут стороны 337 — 336, по наблюдению на пункте № 337, равняется 67°39′, азимут той же линии, по вычислению от репера № 300, равен 67°23′; следовательно, разность азимутов 16′.

Невязка, допускаемая по Инструкции:

$$\alpha = 1'\sqrt{n} + \Delta\sqrt{2} + \delta$$

где n — число измеренных углов, Δ — точность определения меридиана.

Считая, что определения истинного меридиана были сделаны с точностью в 1′, следовательно, допускаемая невязка равна:

$$\alpha = 1'\sqrt{314} + 1'\sqrt{2} + 12{,}5 = 17{,}7 + 1{,}4 + 12{,}5 = 31'{,}6;$$

т.-е. полученная выше расходимость меньше допускаемой.

На приведенный способ поверки следует смотреть, как на приблизительный *).

3. Определение истинного меридиана.

Общие данные. При водных исследованиях наиболее удобным способом определения истинного меридиана следует считать способ по наблюдениям равных высот солнца **). Для этой цели применяется 10″ или 30″ теодолит. Можно также применять и другие способы, как-то: по наблюдениям звезд; в последнем случае требуется специальное приспособление для освещения нитей теодолита.

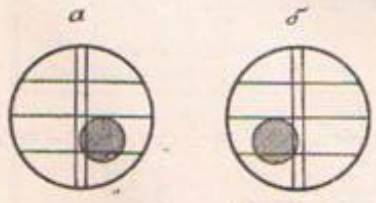
Наблюдения производятся многократно, для вычисления же принимаются наиболее удачные, совпадающие отсчеты.

Производство наблюдений. Обычно наблюдения начинаются около 7—8 часов утра и ведутся следующим образом.

Установив возможно прочно теодолит и сделав поверки, визируют по направлению той линии, истинный азимут которой желают определить.

Записав отсчеты, переводят трубу и направляют на солнце; перед визированием на солнце, на окуляр надевается призма с цветным стеклом. Когда труба направлена так, что солнце становится видным в призму, закрепляют зажимательные винты и наводят трубу точно, действуя микрометренными винтами.

Окончательное наведение делают так, чтобы горизонтальный волосок касался верхнего края солнца, середина же промежутка между двумя вертикальными волосками до полудня касалась левого края солнца, а после полудня правого, как показано на чертеже (фиг. 49а), или же производят наведение другим аналогичным способом.



Фиг. 49.

В момент точного наведения, замечают время (часы лежат на штативе) и записывают с точностью до 5 секунд.

После этого делают и записывают отсчеты на лимбе и по вертикальному кругу по всем нониусам. Закончив первое наблюдение, переводят опять трубу настолько, чтобы солнце попало в поле зрения, и повторяют те же приемы для второго наблюдения.

Когда до полудня сделано достаточное число наблюдений, выжидают, пока солнце опустится после полудня до высоты последнего дополуденного наблюдения.

При этом труба остается в положении последнего отсчета по вертикальному кругу и только поворачивается вокруг вертикальной оси теодолита.

---

*) Более точный способ описан в следующем Выпуске.

**) Приближенное определение истинного меридиана описано ниже, стр. 177.

Затем, выждав, когда солнце придет в положение, при котором надо визировать после полудня (фиг. 49б), записывают по лимбу время и отсчет, соответствующие этому положению солнца.

Таким образом получаются время и отсчеты по горизонтальному лимбу, соотвествующие высоте солнца при всех наблюдениях до полудня, для чего после каждого отсчета нониусы вертикального круга устанавливаются на отсчеты следующего, в обратном порядке, наблюдения до полудня.

Закончив все наблюдения, опять визируют на сигнал, с которого начинали работу.

Запись в полевом журнале имеет следующий вид:

(Пример позаимствован из материалов вышеуказанных наших исследований р. Енисея от Красноярска до Енисейска в 1911—1912 г.).

До полудня 1 сентября.			№№ наблюдений.	После полудня.	
Время.	Горизонтальн. лимб.	Вертикальн. лимб.		Время.	Горизонтальн. лимб.
8 ч. 28 м. 0 с.	50°44′20″	330°2′45″	I.	3 ч. 30 м. 45 с.	173°48′45″
	230°44′25″	153°3′0″			353°48′55″
	22″	2′52″			50″
8 ч. 36 м 0 с.	52°40′45″	332°6′30″	II.	3 ч. 22 м. 40 с.	171°50′22″
	40′55″	6′30″			50′35″
	50″	30″			27″

Вычисления. Вычисление истинного меридиана производится по формуле:

$$a = \frac{1}{2}(a_1 + a_2) - K,$$

где a_1 и a_2 — отсчеты по горизонтальному лимбу до и после полудня, K — поправка на изменение склонения солнца между двумя наблюдениями, определяемая по формуле:

$$K = \frac{t\,\Delta\,\delta}{\mathrm{Cos}\,\varphi\,\mathrm{Sin}\,15\,t_1}$$

где t — число минут в половине промежутка времени между наблюдениями солнца до и после полудня, t_1 — то же время в градусной мере, считая 1 минуту времени равной 15′, $\Delta\delta$ — изменение склонения солнца в одну минуту времени, получаемое по помещенной ниже таблице Гаусса, φ географическая широта места наблюдений, взятая по карте.

Среднее из a представляет отсчет по лимбу в направлении истинного меридиана. Имея отсчет на какой-либо сигнал, по разности этих отсчетов получают истинный азимут направления. Определив по буссоли магнитный азимут полученного направления, находят величину склонения магнитной стрелки.

Вычисления удобно располагать по образцу, показанному ниже (стр. 65).

Вычисление поправки K производится следующим образом. Пример взят для 1 сентября.

$\varphi = 57^\circ 25'$ (по карте 4 в. в 1 дм)

$lg\ Cos\ \varphi = 9{,}731$

$t = 3$ час. 30,85 мин. $= 210{,}85$ мин.

$15\ t_1 = 52^\circ 43'$

$\lg \Delta\delta = 9.957\ldots\ n$*)

$\lg 210{,}85 = 2{,}324$

$2{,}281\ldots\ n$

$\lg \cos\varphi = 9{,}731$

$\lg \sin 52^\circ 43' = 9{,}901$

$9{,}632$

$lg\ K = 2{,}649\ldots\ n$

$K = -446''$

$-K = 7'26''$

ТАБЛИЦА ГАУССА

логарифмов изменения склонения солнца.

Д и м.	Январь.	Февраль.	Март.	Апрель.	Май.	Июнь.	Июль.	Август.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.
	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
1	9.306	9.851	9.977	9.985	9.880	9.536	9.214	9.797	9.957	9.987	9.905	9.592
2	9.347	9.859	9.979	9.983	9.874	9.515	9.255	9.805	9.960	9.987	9.900	9.573
3	9.382	9.866	9.981	9.981	9.868	9.493	9.293	9 814	9.963	9.986	9.895	9.552
4	9.415	9.873	9.983	9.979	9.861	9.470	9.330	9.821	9 965	9.985	9.889	9.530
5	9.446	9.879	9.984	9.977	9.854	9.445	9.362	9.828	9.967	9.984	9 882	9.507
6	9.475	9.886	9.986	9.975	9.847	9.419	9.391	9.836	9.970	9.983	9.876	9.483
7	9.500	9 892	9.987	9.973	9.840	9.391	9 419	9.843	9.971	9.982	9.870	9.455
8	9.524	9 898	9.988	9.971	9.833	9.359	9.445	9 850	9.973	9.981	9.863	9.423
9	9.547	9.903	9.990	9.968	9 825	9.327	9.470	9.857	9.975	9.979	9.856	9.391
10	9.569	9.908	9.981	9.966	9.817	9.293	9.494	9.863	9.977	9.977	9.849	9.359
11	9.590	9.914	9.992	9 963	9.809	9.252	9.515	9 869	9.978	9.976	9.841	9.322
12	9.609	9 919	9.992	9 960	9.801	9.207	9.536	9.875	9.980	9.974	9.833	9.282
13	9.627	9.924	9.993	9.958	9.792	9.161	9.556	9 880	9.982	9.972	9.825	9.237
14	9 644	9.929	9.993	9.955	9.783	9.110	9.574	9.886	9 983	9.970	9.816	9.183
15	9.660	9.933	9.994	9 952	9.774	9.046	9 591	9.892	9.984	9.968	9.807	9.122
16	9.676	9.937	9.995	9.949	9.764	8.972	9.607	9.897	9.985	9.966	9.798	9.056
17	9.691	9.941	9.995	9.945	9.754	8.882	9.623	9.902	9.986	9.963	9.788	8.972
18	9.705	9.946	9.995	9.941	9.743	8.769	9.638	9.906	9.986	9.960	9.778	8.868
19	9.719	9 949	9.995	9.938	9.732	8.628	9.653	9.911	9.987	9.957	9.767	8 740
20	9.732	9.952	9.995	9.934	9.720	8.398	9 667	9.916	9.988	9.954	9.756	8.544
21	9.745	9.956	9.995	9.930	9.708	8.875	9.681	9.920	9.988	9.951	9.744	8.176
						—						+
22	9.757	9.959	9.994	9.926	9.696	8.000	9.694	9.924	9.989	9.948	9.732	7.699
23	9.768	9.962	9.993	9.921	9.683	8.439	9.706	9.927	9.989	9.944	9.719	8.398
24	9.778	9.965	9.993	9.916	9.670	8.641	9.717	9.931	9.989	9.940	9.705	8.641
25	9.788	9.968	9.992	9.912	9.656	8.787	9.728	9.935	9.989	9.936	9.692	8.796
26	9.798	9.970	9.992	9.907	9 641	8.896	9.739	9.939	9.989	9.933	9.678	8.916
27	9.808	9.973	9.991	9.902	9 626	8.978	9.750	9.943	9.989	9.929	9.663	9.011
28	9.818	9.975	9.990	9.896	9.609	9.051	9.761	9.946	9.989	9.924	9.647	9.088
29	9.827	—	9.988	9.891	9.591	9.114	9.770	9.948	9.988	9.920	9.630	9.158
30	9.835	—	9·987	9.886	9.574	9.165	9.779	9.951	9 988	9.915	9.611	9.206
31	9.843	—	9.996	—	9 556	—	9.788	9.954	—	9.910	—	9.258

Каждый логарифм в таблице должен сопровождаться: —10.

*) По таблице Гаусса.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ИСТИННОГО МЕРИДИАНА.

1 сентября 1911 г.

№№ наблюдений.	До полудня. Время.	a_1.	После полудня. Время.	a_2.	a_0	t. в мин.	К.	a.
I	8 ч. 28 м. 0 с.	5°44′22″	3 ч. 30 м. 45 с.	173°48′40″	112°16′31″	210,85	+ 7′26″	112°23′57″
XV	10 „ 33 „ 4 „	85° 8′35″	1 „ 25 „ 0 „	139°23′ 5″	112°15′50″	85,6	+ 6′34″	112°22′24″
	—	—	—	—	—	—	Среднее из 9а =	112°22′45″

Литература к главе VI.

1. А. И. Фидман. О магистрали. 1912 г.
2. К. Гаевский. О триангуляции, исполненной при исследованиях р. Енисея Обь—Енисейской партией в 1911 г.
3. Opus Palatinum. Sinus und Cosinus Tafeln, von Dr. W. Jordan. 1897.
4. Витковский. Практическая Геодезия 1911.
5. Рукописные материалы исследований р. Енисея от Красноярска до Енисейска 1911—1912 г. и исследований р. Волхова 1923 г.

ГЛАВА VII.

Нивеллировка реперов. Нивеллировка горизонтов воды.

I. Нивеллировка реперов.

Общие данные. Нивеллировка реперов имеет целью—определение основных высотных отметок, для привязки к ним всей с'емки рельефа; нивеллировка горизонтов воды производится для получения отметок уровня воды; пользуясь этими отметками и имея определяемые промерами величины глубин реки, нетрудно вычислить отметки дна реки и составить продольный профиль реки.

Нивеллировка реперов является одной из наиболее важных и ответственных составных частей исследований, а потому на соблюдение всех требований Инструкций надлежит обратить самое серьезное внимание, не допуская никаких послаблений и отступлений.

Двойная нивеллировка. Нивеллировка реперов ведется двойная, т.-е. двумя нивеллировщиками, проходящими нивеллируемое расстояние с двумя отдельными нивеллирами, по двум отдельным рейкам в разное время; допускается производство нивеллировки также одним нивеллировщиком, проходящим расстояние между реперами два раза в разное время (туда и обратно). Всевозможные комбинации, как-то: нивеллировка одним нивеллировщиком по двум парам реек, нивеллировка двумя нивеллировщиками по разным рейкам, нивеллировка двумя нивеллировщиками по разным рейкам, но ведущим работу рядом, с «консультацией» на каждой стоянке — все эти комбинации отнюдь не допускаются. Нельзя также применять и следующий способ: первый нивеллировщик идет впереди, второй позади, на расстоянии дневной работы, и получает от первого отметки всех промежуточных точек, по которым и ведет нивеллировку, сверяя на каждой стоянке отметки точек. Такой способ тоже недопустим.

Рейки. Рейки применяются длиною не более 3 м, разделенные на сантиметры. На фиг. 50 показан тип реек, принятых на работах Нар. Комис. Пут. Сообщ. СССР. При перевозке рейки должны укладываться в ящики.

При приобретении реек, надлежит обращать внимание на то, чтобы они имели достаточно жесткое сечение и были сделаны из сухого леса; надо обращать внимание также и на качество окраски, так как нередки случаи, когда окраска растрескивается, бледнеет (особенно синий цвет). Существенное значение имеет также прочная и правильная оковка нижнего конца реек.

Если рейки не снабжены свидетельством Главной Палаты Мер и Весов, то надлежит, при их приобретении, сделать посредством нормальной меры (швейцарской линейки), хотя бы предварительную проверку; если же рейки приходится заказывать специалистам-мастерам, то

целесообразно снабдить мастера проверенной стальной мерой, длиною 2—3 м, с делениями на сантиметры, пользуясь которой мастер может точно нанести на рейке деления.

Установка реек производится по уровню; качание не допускается, так как это может служить источником ошибки (фиг. 51).

Уровни, по которым устанавливаются рейки, удобно иметь с'емные (фиг. 52), во избежание повреждений при переноске реек; но в то же время надлежит иметь в виду, что в этом случае приходится проверять их чаще посредством установки рейки по отвесу.

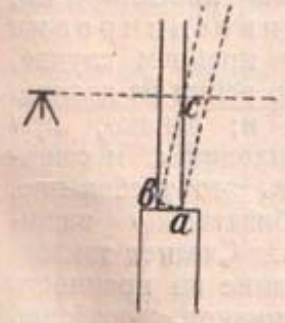
Что касается системы башмаков, то, не останавливаясь на подробном их описании, следует лишь указать на нецелесообразность применения башмаков с углублением (например, системы Керна), куда вставляется имеющийся на конце рейки шип, так как при такой системе возможно засорение углубления, а отсюда—ошибки; поэтому более рациональными являются башмаки с выступом (фиг. 53).



Фиг. 50.

Сверка реек с нормальной мерой производится не менее трех раз: в начале, середине и конце полевых работ; для удобства сверки, удобно иметь заделанные в теле рейки медные кружки с метками, как это и применяется некоторыми фирмами.

Нивеллиры. Обращаясь к типам нивеллиров, следует отметить, что на этот вопрос нередко обращают недостаточное внимание; между тем, следует всегда иметь в виду, что от качества и исправности инструмента зависит успех работы; поэтому затраты на приобретение хорошего инструмента всегда себя окупят.



Фиг. 51.


Фиг. 52.

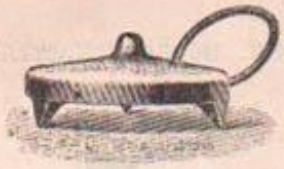
При приобретении инструмента надо обращать внимание на следующие два главные элемента, характеризующие нивеллир: точность уровня и силу увеличения трубы; желательно приобретать инструменты с увеличением трубы не менее × 30—36; что касается цены деления уровня, то таковая должна быть не более 10—15". Для приблизительного подсчета цены деления уровня, можно пользоваться формулой:

$$L = \frac{64800}{\pi} \cdot \frac{n\,d}{u},$$

где u — цена деления уровня в секундах, $\frac{1}{n}$ — точность отсчета по уровню $\left(\frac{1}{5} - \frac{1}{10}\right)$, d — точность отсчета по рейке (0,001 м), L—в метрах—обычно не более 100—150 (200) м.

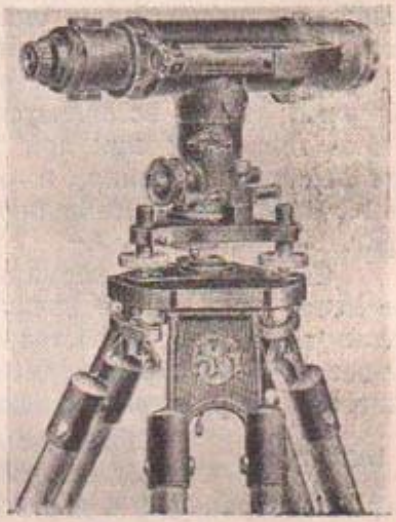
На других требованиях, пред'являемых к нивеллирам, останавливаться не будем, считая, что все эти сведения известны из геодезии;

можно рекомендовать применявшееся нами с успехом вертикальное расположение нитей дальномера, что облегчает чтение по рейке; для дальномерных же отсчетов приходится поворачивать трубу на 90°; можно рекомендовать также применение уровней с запасной камерой, особенно при работах в условиях резко меняющейся температуры, так как, благодаря имеющейся камере, можно менять длину пузырька. Из типов нивеллиров можно рекомендовать нивеллир с уровнем при трубе (фиг. 54).



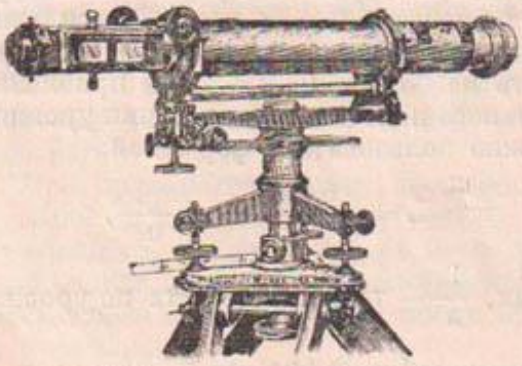
Фиг. 53.

Нивеллир для перекидок. При исследованиях больших рек, когда приходится переходить с нивеллиром с берега на берег, перекидываться через притоки, рукава, заливы и проч., необходимо иметь нивеллир специального типа, с трубой большой мощности и с особо чувствительным уровнем. Такой нивеллир был, например, применен нами при исследованиях р. Енисея; этот нивеллир, фирмы Тесдорфа (фиг. 55), имел увеличение трубы ×60, точность уровня 5,4″; длина трубы 0,75 м. Из особенностей этого инструмента надо указать на конструкцию и расположение уровня; уровень, имеющий запасную камеру, помещен в трубе вблизи окуляра, таким образом, что при отсчете рейки можно следить и за состоянием уровня. По вышеприведенной формуле расстояние от нивеллира до рейки L=700 м; фактически на Енисее делались перекидки на расстоянии от нивеллира до рейки 575 м. Этот же тип нивеллира применялся б. Главным Штабом в 1892 г., при нивеллировке от С.-Петербурга до Кронштадта, для определения отметки нуля Кронштадтского футштока.



Фиг. 54.

Производство нивеллировки. Переходя к описанию производства нивеллировки, следует прежде всего отметить, что нивеллировка должна вестись из середины (в крайнем случае, с разницей не более 6 м); расстояние от нивеллира до рейки не должно превышать 200 м; однако, при перекидках приходится, к сожалению, нарушать это требование. Инструмент обязательно защищается зонтом. Следует также обращать внимание на прочность установки башмаков, особенно если нивеллировка производится по мягкому грунту; например, рекомендуется снимать дерн и втапливать башмак прочно в грунт.



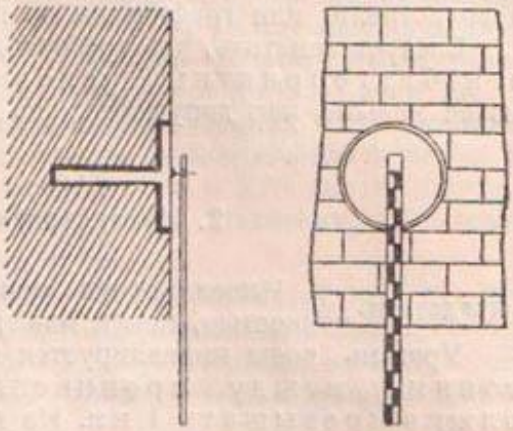
Фиг. 55.

Если при исследованиях ведется магистраль, то нивеллировка идет по магистрали, по разбитым пикетам; если же магистрали нет, то нивеллировщики определяют по дальномеру расстояние от нивеллира до рейки и ведут нивеллировку по собственной (воздушной) магистрали.

При малейшей возможности, рекомендуется вести нивеллировку по замкнутым полигонам.

При определении отметок реперов и других постоянных точек, необходимо, для большей надежности, чтобы они были точками связующими, т.-е., чтобы они включались в нивеллирную сеть (взгляды «назад» и «вперед»).

При нивеллировке реперов, в виде столбов и колонн,» рейка устанавливается на соответствующее место репера, при чем в книжке делается эскиз и описание, на какую именно точку была поставлена рейка. При связках с марками, удобно применять специальные реечки, длиною 1 м, подвешиваемые в центре марки на точно обточенных стальных штырях, которые ставятся в центр марки (фиг. 56).



Фиг. 56.

При производстве исследований, необходимо включать в нивеллирную сеть реперы других нивеллировок в районе исследуемой реки; эта связка имеет, прежде всего, практическое значение для контроля нивеллировок; кроме того, такая связка очень ценна и для изучения гипсометрии страны. Необходимо заканчивать нивеллировку данного дня на репере и начинать ее на следующий день также с репера; в случае невозможности, надлежит устанавливать в конце работ хотя бы два временных репера.

Полевые журналы. Все записи ведутся в специальных книжках, на заглавной странице которой помещается наименование реки, партии, год производства работ и прочие данные, характеризующие инструменты и проч. Образец книжки, применявшейся нами при исследованиях р. Енисея, а также с некоторыми изменениями при исследованиях р. Волхова, помещается ниже.

Состояние погоды. . . . . Грунт. . . . . .

Номера кольев.	Взгляды связующие.				Взгляды промежуточные.	Дальномер.		Расстояния.	Отметка относительно горизонта визирования.	Условная отметка	Окончательная отметка.	Примечание.
	Читанные.		Средние.									
	Задний.	Передн.	Задний.	Передн.		Задний.	Передний.					

В книжке записывается время производства нивеллировки, состояние погоды, грунт. Ежедневно в конце дня делается сверка отметок на реперах по данным 1-го и 2-го нивеллиров. Предельная расходимость между двумя нивеллировками выражается следующей предложенной

нами и принятой в Инструкциях для исследований рек формулой *)

$$h \leq 0{,}006 \sqrt{L} + 0{,}0006 L,$$

где h — невязка в метрах, L — число километров, пройденных по обоим ходам двух нивеллиров, или длина полигона в километрах (при исследованиях рек, примерно, удвоенное расстояние между реперами, считая по магистрали, или графически по плану).

Следует заметить, что требования приведенной формулы рассчитаны на неблагоприятные условия работ; обычно невязки получаются меньше, чем допускается по формуле.

2. Нивеллировка уровня воды.

Общие данные. Нивеллировка уровня воды производится с той же точностью, как и нивеллировка высотных реперов.

Уровень воды нивеллируется по главному руслу, при чем расстояние между пронивеллированными точками не должно превышать 1 км. На порогах, перекатах и других местах, отличающихся переломами профиля, уровень воды нивеллируется чаще, с тем, чтобы уловить эти переломы продольного профиля; в некоторых случаях, например, на порогах, крутых поворотах, нивеллировка горизонта воды производится по обоим берегам.

При перекидке с одного берега на другой, необходимо определять отметки уровня воды у обоих берегов. Не следует забывать, что разность отметок уровня воды у правого и левого берегов может достигать значительной величины: 0,50 м и более. Равным образом, необходимо определять отметки уровня воды при перерывах в работе, каждый раз при окончании работы, а также при ее возобновлении (например, при остановках на обед, в конце работ вечером и в начале работы утром и т. п.).

Время нивеллировки уровня воды (часы, минуты) и состояние погоды должно быть занесено в полевой журнал.

Кроме нивеллировки рабочего горизонта воды, должна быть в характерных местах произведена нивеллировка весеннего горизонта и низкого меженнего **) относительно реперов, связанных с основной нивеллировкой.

Для этой цели надо сделать, связку горизонтов воды с реперами, по возможности, в один день, и таким образом определить отметки уровня воды. Необходимо также при нивеллировке уровня воды иметь в виду желательность получения отметок самых высоких (исторических горизонтов) вод и ледохода, пользуясь расспросами местных жителей и приметными знаками на берегах, зданиях, деревьях и проч.

Производство нивеллировки уровня воды. Техника определения отметки уровня воды сводится к следующему: вровень с горизонтом воды забивают прочный кол, записывают, как указано выше, время (часы и минуты), устанавливают на этот кол рейку и делают отсчет; при волнении забивают кол, примерно, вровень с водой, делают отсчет по нивеллиру, а затем по рейке отсчитывают самое высокое стояние волны и самое низкое и берут из них среднее, после чего определяется отметка воды. Можно также установить башмак так, чтобы верх его был вровень с водой; при скалистом дне можно уложить вровень с водой прочный камень или установить башмак.

---

*) Первый член формулы учитывает ошибки случайные, второй—систематические.

**) Более подробно, см. главу X.

Для большей точности отсчетов высоты стояния уровня воды, можно пользоваться специальными приборами, но при обычных исследованиях этих приборов не применяют.

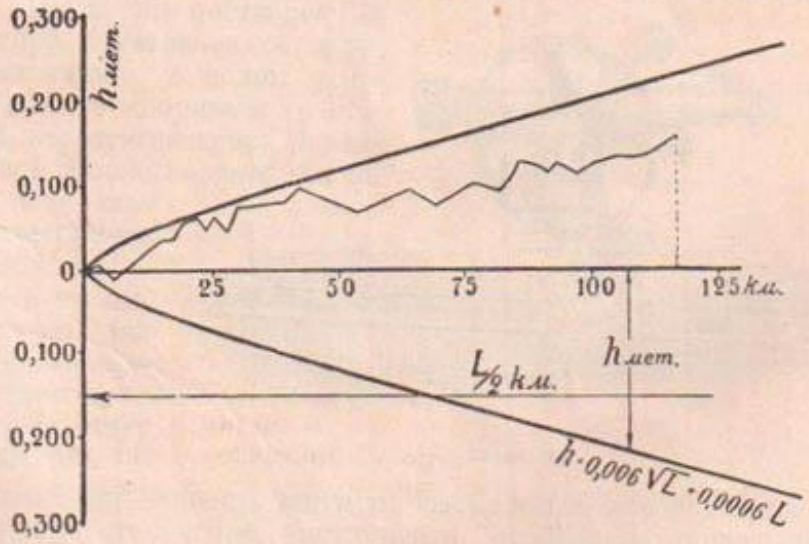
Подсчет отметок. При окончательном подсчете отметок, в случае, если исходная отметка была принята условной, прежде всего устанавливают приводку отметок к уровню моря, пользуясь отметками точных нивеллировок (б. Главного Штаба, Высш. Геодез. Управ., Военно-Топографического Управления и др.); справки об этих отметках следует получать в подлежащих учреждениях *). Пересчитанные затем отметки еще раз проверяются, и за окончательную отметку принимается арифметическая средняя отметок 1-го и 2-го нивеллиров.

Если нивеллировка велась по замкнутому полигону, то делается увязка по способам, изложенным в геодезии.

Эпюра невязок. Для наглядности вычерчивается эпюра невязок между отметками, полученными 1 и 2 нивеллирами (фиг. 57): по оси Х-ов откладывают расстояния, по оси У-ов—величины невязок; на эпюре строятся также теоретические кривые невязок (вверх и вниз) по формуле:

$$h = 0{,}006\sqrt{L} + 0{,}0006\,L.$$

Точная (рецизионная) нивеллировка. Иногда приходится увеличить точность нивеллировки реперов и вести прецизионную нивеллировку. В этом случае нивеллиры имеют точность уровня 3″—5″; рейки применяются двухстороние (т.-е. с делениями на обеих сторонах), разделенные на полусантиметры или на более мелкие деления, нивеллировка ведется точно из средины с отсчетами по 3-м волоскам; нивеллировщики идут в обратных друг другу направлениях; при обработке вводится поправка на наклонность оси уровня и инструментальную ошибку.



Фиг. 57.

Точность прецизионых нивеллировок, согласно постановления 17-го Конгресса Международного Геодезического Союза, характеризуется

*) Бюро по своду нивеллировок при Научно-Техническом Комитете НКПС, Высш. Геодез. Управл., Военно-Топограф. Управление.

чиной вероятных случайных ошибок не более ± 1 мм на километр и систематических не более ± 0,2 мм на километр.

Не останавливаясь на деталях производства работ, следует указать, что случаи обязательного применения прецизионной нивеллировки могут встретиться, например, при исследованиях речных или озерных пойм с очень слабым рельефом, когда проектируется создание подпора; так, при исследованиях р. Волхова 1922—1924 гг., было установлено, что при под'еме воды на каждый лишний сантиметр могло происходить затопление свыше 2 кв. км; таким образом, при невязках в 0,20 м, получилась бы неясность в затоплениях свыше 40 кв. км. В виду изложенного, на Волховских исследованиях и была применена прецизионная нивеллировка.

Литература к главе VII.

1. Е. В. Близняк. О случайных и систематических ошибках нивеллировки. 1912.

2. Е. В. Близняк. Заметки по нивеллировке. 1912.

3. Материалы по исследованию р. Волхова и его бассейна. Вып. VIII. 1926.

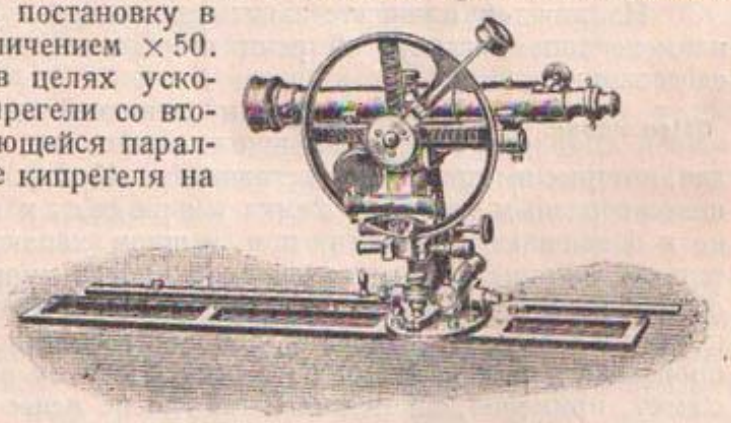
ГЛАВА VIII.

С'емка контуров местности. С'емка рельефа.

1. С'емка контуров местности.

Общие данные. Когда проведена магистраль или проложена триангуляционная сеть, то по вычислении координат вершин углов магистрали или вершин углов треугольников (при триангуляции), накладывают, согласно вышеизложенного, эти точки на мензульные планшеты и приступают к с'емке. Основная с'емка производится мензулой и кипрегелем, снабженным дальномером. Каких-либо значительных особенностей мензульной с'емки при водных исследованиях, по сравнению с обычно применяемыми в топографической практике методами, не имеется. Так как на мензульном планшете обычно помещается значительное число опорных точек, то работа по с'емке даже упрощается: мензульщик ведет с'емку, устанавливая мензулу на точках, нанесенных по координатам, а в случае надобности, выносит стоянки в сторону.

Инструменты. При выборе инструментов необходимо обращать большое внимание на их качество; так, надо выбирать кипрегели с большим увеличением трубы, особенно если приходится работать на реках значительной ширины. При исследованиях р. Енисея нам приходилось давать специальные заказы на постановку в кипрегелях труб с увеличением $\times 50$. Очень полезно также, в целях ускорения работы, иметь кипрегели со второй линейкой, передвигающейся параллельно основной линейке кипрегеля на шарнирах в виде стороны параллелограмма; равным образом, целесообразно иметь на линейке кипрегеля два уровня, расположенные под прямым углом друг к другу, что облегчает установку (фиг. 58).



Фиг. 58.

Надлежащая устойчивость мензулы также имеет немаловажное значение, почему при получении инструмента, необходимо проверить его устойчивость и плавность вращения доски вокруг вертикальной оси.

Планшеты. Во избежание усадки бумаги и искажения масштаба, бумага (ватман) наклеивается на металлические (алюминиевые) пластинки, толщиною около 0,5-0,6 мм. Эти пластинки должны иметь совершенно плоскую поверхность, без каких-либо бугров и впадин; на это также следует обратить внимание; задняя поверхность пластинки подклеивается тонкой бумагой, во избежание загрязнений планшетов при их хранении в сложенном друг на друга виде.

Иногда, в целях экономии, ватманскую бумагу для с'емки наклеивают на обеих сторонах пластинки, но этого вообще следует избегать, так как такой способ затрудняет впоследствии обработку планшетов и пользование ими для проектирования.

Что касается прикрепления пластинок к мензульной доске, то оно производится посредством клапанов из тонкого холста или того же ватмана, прикрепляемых к мензульной доске кнопками.

Рейки и зонт. Рейки для с'емки применяются обыкновенные, длиною 4—5 м, или же специально изготовляемые.

Кроме того, мензульщик снабжается прочным с камышевыми спицами зонтом или даже специальной небольшой палаткой с откидными бортами, что иногда может облегчить работу при ветре и даже при небольшом дожде (фиг. 59).

Производство с'емки. С'емка контуров ведется как засечками, так и дальномером.

Масштабы. Масштабы с'емок выбираются, в зависимости от целей с'емки, а также от мощности реки, характера ее поймы и проч. Наиболее употребительными масштабами являются.

1 : 5 000 или 1 : 10 000 (50 метров или 100 метров в 0,01 м);

Для более мощных рек может быть применяем масштаб:

1 : 25 000, (250 м. в 0,01 м).

В случае с'емки незначительных рек, а также в случае необходимости получения детальных планов, применяются масштабы:

1 : 1 000 и 1 : 500 (10 м и 25 м в 0,01 м).

Так как от масштаба с'емки зависит ее стоимость, то каждый раз масштаб с'емки указывается тем учреждением, которое руководит исследованиями.

На каждом планшете записывается время с'емки, номер планшета, наименование исследуемой реки и название партии, производящей исследования.

Об'ем с'емки. Переходя к установлению об'ема контурной с'емки, трудно дать исчерпывающие указания; все, конечно, зависит от тех задач, которые имеют в виду исследования. Конечно, наиболее правильным и целесообразным является с'емка в пределах всей речной поймы; но в большинстве случаев, при мощном характере наших рек, значительной ширине поймы, измеряемой иногда многими километрами, такая с'емка является совершенно непосильной, в виду высокой ее стоимости; к тому же во многих случаях, для практических заданий, и не требуется производить столь обширную с'емку. Поэтому обычно ведут контурную с'емку, примерно, на полосе шириною не менее 250 м, считая от уреза меженних вод, расширяя эту полосу в местах, могущих представить тот или иной интерес, в соответствии с заданиями исследований (места для водохранилищ, гаваней, каналов, искусственных сооружений и проч.); на такую же ширину (250 м), считая от бровки каждого берега, снимаются и берега староречий; само собою разумеется, что во многих случаях, в зависимости от задач исследований, эта ширина должна быть увеличена.

Для общей же характеристики поймы проводятся через всю пойму поперечные профили, располагаемые не реже, чем через 5 км. (См. ниже стр. 79).

Степень подробности и характер деталей в значительной степени зависят от заданий исследований, но во всяком случае должны быть нанесены на планы:

а) рабочие урезы реки, протоков и затонов;

б) бровки крутояров;

в) видимые границы состава берегов (скалистые, галечные, утесы, песчаные и прочие яры);

г) искусственные бечевники, пристани, мосты, переправы, дороги и различного рода гидротехнические сооружения, а также колодцы, чигири и т п.;

д) границы разнородных угодий;

е) обстановка береговая и плавучая, а равно и практические приметные пункты для судоходства;

ж) начальные и конечные границы каждого населенного пункта, положение ближайших к реке зданий и направление улиц, выходящих к реке;

з) положение приметных пунктов, как-то: колоколен, фабричных труб, отдельных вершин береговых гор и проч.



Фиг. 59.

Особое внимание следует обратить на правильность нанесения на планшет всех точек и вех, определяющих положение промерных профилей, нивеллировочных точек, стоянок, относящихся к смежным мензульным ходам, астрономических, тригонометрических пунктов, реперов и проч. При стоянках мензулы на углах магистрали или на плановых реперах, засекаются все другие видимые плановые реперы (астрономические, тригонометрические пункты, фабричные трубы, колокольни и проч.), с оставлением следов засечек на полях планшетов.

Точность с'емки. Невязки. Точность контурной с'емки должна определяться теми нормами, которые даются в геодезии. Так как при водных исследованиях приходится широко пользоваться дальномером, то на надлежащее определение коэффициентов дальномеров следует обратить внимание; надо следить за неизменяемостью коэффициентов дальномеров, для чего названные коэффициенты определяются не менее трех раз в течение полевых работ партии каждого полевого сезона. Если коэффициент дальномера не может быть принят равным 100, то составляют табличку расстояний, которой и пользуются при с'емке.

Основным требованием, которое следует пред'являть к с'емке, является необходимость возможно частого замыкания полигонов и привязки к основным опорным точкам, во избежание накопления ошибок и необходимости производства увязок и проч. Поэтому в действующих по НКПС Инструкциях и приведены пределы невязок, которые графически, при обычно применяемых методах с'емки, являются допустимыми.

Так, для мензульных ходов, смыкающихся с магистралью и служащих для проверки точности нанесенных по координатам точек, невязка не должна превышать 0,001 м в пределах одного планшета, т.-е. при масштабе 1 : 5000, не более 5 м.

Для мензульных же ходов, служащих для с'емки отдельных рукавов, староречий и т. п., при смыкании их допускается невязка в общих точках не более 0,004 м в пределах одного планшета, т.-е. при масштабе 1 : 5000, не более 20 м.

Что касается ошибки нанесения и определения отдельных точек, то для связующих точек Инструкцией допускается 0,0004 м, а для промежуточных 0,0008 м.

Таким образом, для связующих точек, при масштабе 1 : 5000 допускаемая ошибка равна 2 м, а при масштабе 1 : 10000 ошибка равна 4 м.

С указанным требованием Инструкции можно согласиться лишь при условии, если магистраль ведется длинными линиями; если же ее приходится вести короткими линиями, то указанная ошибка, конечно, чрезмерна.

Производство с'емки. Организация работ по производству мензульной с'емки обычно следующая: с'емочный отряд состоит из 1 старшего техника и 5 рабочих, из которых один — при инструменте, один с передней рейкой, один с задней рейкой, один при лодке, два с рейками для с'емки деталей берегов (вместо двух, можно иногда обойтись и одним рабочим); рабочий при лодке может быть использован также для подачи сигналов флагами реечникам.

Если, кроме главного русла, приходится снимать один или несколько второстепенных рукавов, то параллельно с «главной мензулой», идущей по главному ходу, с'емка ведется еще одним, двумя или более мензульными отрядами, число которых зависит от сложности и изрезанности поймы (обычно не более 2 или 3). В соответствии с вышеизложенным, с'емки второстепенных рукавов должны быть так организованы, чтобы невязки не превышали допускаемых инструкцией, для чего взаимные связки с'емок, выполняемых разными мензулами, должны производиться возможно чаще.

Нельзя не обратить внимания еще на одну существенную деталь, а именно, при взаимной связке с'емок двух мензульных магистралей, необходимо требовать обязательной привязки этих магистралей посредством стоянки одной из мензул на связующей точке, с визированием на свою предыдущую стоянку и на ближайшую стоянку подлежащей привязке магистрали, например (фиг. 60): если стоянка P_1/g_{II} является общей для двух мензульных ходов, то с этой стоянки делается визирование на стоянку n_1 и на стоянку f_{II}.

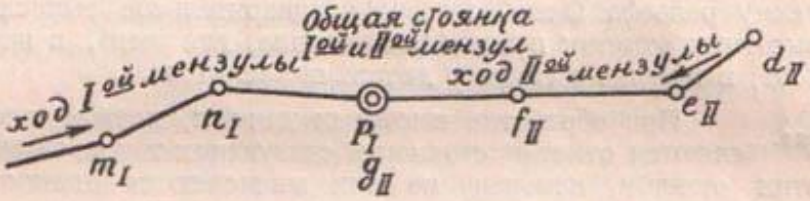
2. С'емка рельфа.

Общие данные. С'емка рельефа имеет целью получение плана берегов реки по ее главным рукавам, второстепенным протокам и староречьям в горизонталях, не реже, чем через 1 метр по высоте. Вопрос о том, до какой именно высоты следует произвести с'емку рельефа и через какие промежутки по высоте проводить горизонтали, разрешается, главным образом, в зависимости от требований проекта, но во всяком случае, в горизонталях должна быть изображена та полоса, которая освещается контурной с'емкой (см. выше, стр. 74).

Иногда при слабом рельефе приходится проводить горизонтали через 0,50 м. Конечно, исчерпывающим решением является с'емка

рельефа всей поймы до горизонта самых высоких вод, но работа в таком об'еме далеко не всегда возможна, вследствие большой ее стоимости.

Производство с'емки рельефа. С'емка рельефа производится разными способами, в зависимости от местных условий; если берега крутые, то удобно производить ватерпасовку; в местности закрытой, поросшей кустарником и лесом, обычно ведут с'емку рельефа путем нивеллировки по поперечным профилям; поперечная нивеллировка с успехом производится и в случаях открытой местности, при слабо развитом рельефе; если берега и пойма имеют сложный рельеф, наилучшие результаты получаются при применении тахеометрической с'емки, если разуметь под таковой с'емку посредством тахеометров (угломерных), а также посредством мензулы с кипрегелем; кроме перечисленных способов, можно в некоторых случаях с успехом применить фотос'емку, и аэрофотос'емку, о чем более подробно изложено в следующем Выпуске.



Фиг. 60.

Наиболее распространенными и типичными способами с'емки рельефа в СССР являются поперечная нивеллировка и с'емка рельефа посредством мензулы и кипрегеля.

Что касается применения тахеометров разных систем, то пользование ими у нас не привилось; главной причиной этого является широкое, притом обязательное, применение мензульной с'емки, откуда — естественный переход к пользованию кипрегелем и для определения высот.

На поперечной нивеллировке можно и не останавливаться, в виду простоты и общеизвестности этого метода; следует лишь указать, что во многих случаях с успехом можно применять нивеллиры, снабженные дальномером и буссолью.

Ниже помещается образец полевой книжки для поперечной нивеллировки исследований р. Волхова 1922—1924 г. г.

Место работ..... Грунт..... Погода .....

Наименов. точки.	Азимут или угол.	Отсчет по средн. волоску.			Дальномер.		Отметка относит.-горизон. визир	Условная отметка.	Окончат. отметка.	Расстояние между точками.	Расст. от начала поперечника.	Примечания и кроки.
		З.	П.	Промежуточ.	З.	П.						

Что касается с'емки рельефа посредством кипрегеля, то и эта с'емка детально описана в курсах геодезии. Необходимо отметить, что одним из существующих требований является следующее: возможно

меньшим числом точек, достаточно ясно для данного масштаба, охарактеризовать рельеф исследуемой площади; для этого требуется, прежде всего, опыт. В виду сказанного, при высотной с'емке особенно важным является подбор опытного технического персонала; можно принять, как среднюю норму, для средней местности (при масштабе 1 : 5000) 50 точек на 1 кв. км, а при изрезанной местности около 150—250 точек на 1 кв. км, в местности ровной до 25 точек.

Для увеличения точности работ, целесообразно отметки основных мензульных стоянок связывать нивеллировкой; пользоваться, насколько возможно часто, связкой на стоянках с уровнем воды; связываться с реперами и прочими точками, отметки которых известны.

Отметки стоянок необходимо подсчитывать в поле; кроме того, необходимо зарисовывать в поле и горизонтали, что в дальнейшем значительно упрощает окончательную обработку планшетов и делает более точной с'емку рельефа. Очень полезно предварительное вычисление всех вообще высотных отметок производить в поле, для чего, в целях ускорения работ, в помощь с'емщику дается вычислитель.

Обработка. При обработке высотных данных, прежде всего вычисляются отметки стоянок и связующих точек, затем делается увязка этих отметок, наконец, по ним вычисляются отметки остальных точек.

Для вычисления повышений и понижений, наиболее удобными являются таблицы Иордана „Hülfstaffeln für Tachymetrie, von Dr. W. Jordan.

Все записи и подсчеты должны производиться по определенной системе, в книжках установленной формы. Один из образцов журнала и записей помещается ниже.

В начале книжки указывается наименование партии, реки, год; характеристика кипрегеля и реек; фамилия с'емщика.

Планшет №....192..г. место нуля.....коэф. дальномера....погода

№№ стоян.	Высота инструм. J.	Точки. №	Точки. Описание.	Волоски.	Чтение по волоскам.	Расстояние без поправки на наклонность. / С поправкой на наклонность.	Высота визирования. V.	Чтение по горизонт. лимбу.	Чтение по вертик. лимбу.	Вертикальный угол ± α.	$\pm i = \frac{L \sin 2\alpha}{2}$	Повышение J − V ± i	Отметка стоянки.	Отметка точки.
				В										
				С										
				Н										
				В										
				С										
				Н										
				В										
				С										
				Н										

Точность с'емки рельефа. Невязки.

Переходя к вопросу о точности с'емки рельефа, следует указать, что согласно действующих по НКПС Инструкций, высоты отдельных не связующих точек определяются с точностью не менее 0,2 м. Расходимость же между двумя нивеллировками по поперечным профилям или тахеометрическим ходам и расходимость при примыкании этих ходов к высотным реперам, а также при их взаимном смыкании, не должна превосходить

$$h \leq 0{,}04\sqrt{L},$$

где h в метр, L — число километров, пройденных поперечной нивеллировкой или тахеометрически.

При производстве поперечной нивеллировки, приведенная формула дает невязки больше тех, которые получаются на практике; при работах же мензулой и кипрегелем, фактические невязки—получаются близкие к тем, которые допускаются по формуле; при неблагоприятных условиях работы (плохая видимость, большое число стоянок и пр.), могут иногда получиться результаты, не вполне удовлетворяющие требованиям указанной формулы. Во всяком случае, каждый раз надо учитывать основные задания исследований и местные условия работ.

С'емка поперечных профилей поймы.

Так как, согласно вышеизложенного, далеко не всегда представляется возможным осветить детально рельеф поймы, но так как дать общую характеристику речной поймы необходимо, то через определенные расстояния (не реже, чем через 5 км) снимаются до высоты под'ема самых высоких вод поперечные профили поймы (по прямым или ломаным направлениям); само собою разумеется, что при этом должны выбираться такие места, которые бы дали наилучшие материалы для характеристики поймы. При производстве указанных с'емок профилей, необходимо отмечать положение горизонтов высоких вод, ледоходов, высокого и низкого, и время, когда они имели место, обращая особое внимание на исторические высокие горизонты.

Способы контроля.

Имея в виду, что при поперечной нивеллировке профилей поймы нивеллировка ведется одиночная, необходимо применять те или иные способы для контроля. Можно рекомендовать связку конечных точек профиля с реперами, если таковые имеются; можно применять контрольную проверку на связующих точках посредством установки в стороне дополнительных точек (X-ов). В этом случае отметка X-а будет определена дважды с предыдущей и последующей стоянки нивеллира; сходимость отметок X-ов повышает достоверность нивеллировки, хотя и не может заменить двойной нивеллировки.

Литература к главе VIII.

1. О. О. Тейхман. 1. С'емка местности. 2. Полевые поверки кипрегеля.

Л. П. Иванов. 1. О наложении горизонталей на планшет. 2. Отчет о мензульной с'емке в II Отд. Зап.-Двинск. партии за 1906 г.

2. D-r W. Jordan. Hülfstafeln für Tachymetrie.

3. В. Витковский. Топография.

4. Материалы для исследования р. Волхова и его бассейна. Вып. VIII. 1926 г.

ГЛАВА IX.

Промеры глубин. Автоматические промерные приборы. Траление.

1. Промеры глубин.

Общие данные. Производство промеров глубин имеет целью выяснение рельефа дна и, в частности, имеющихся в русле реки препятствий для судоходства (перекаты, мели, карчи, камни, осередки и пр.).

Цель производства исследований реки определяет ту степень подробности и точности, которым должны удовлетворять промеры. Поэтому, если река исследуется, как путь сообщения, то наиболее детально и точно должно быть промерено главное судоходное русло, второстепенные же рукава промеряются менее подробно; если же река используется, как источник гидравлической энергии, то общий об'ем требований производства промеров главного русла может быть уменьшен; с другой стороны, в некоторых случаях, об'ем промеров при этом увеличивается; напр., в случаях использования второстепенных рукавов в качестве деривационных каналов, должны быть произведены подробные их промеры, не уступающие в точности и подробности промерам главного русла.

Удобнее всего производить промеры при низкой воде, когда обнажаются косы, мели, перекаты, отдельные камни и проч., так как именно наименьшие глубины требуют наиболее точного установления; это обстоятельство имеет особенно большое значение, когда работы производятся на мало исследованных реках, где неизвестна ни амплитуда колебаний уровня воды, ни расположение перекатов и проч.

Поэтому, если во время исследований реки стоит высокая вода, то необходимо произвести повторные промеры при низкой воде, или же ждать (что менее целесообразно) спада высоких вод.

Не следует упускать из виду, что цель промеров заключается не только в том, чтобы получить достаточное число точек для проведения линий равных глубин (изобат), но главным образом в таком изучении русла реки, чтобы уловить наименьшие глубины на судовом ходе и подводные препятствия для судоходства.

Переходя к описанию самого производства промеров, остановимся прежде всего на тех приборах, которые применяются для промеров.

Таковыми являются: 1) намётка (футшток), 2) Лот, 3) самопишущие промерные приборы, 4) тралы.

Намётка (футшток). Намётка (футшток) (фиг. 61) представляет собою шест, изготовляемый из сосновой, или лучше, из еловой жерди*), сечение футштока — круглое, диаметром 4—6 см; обычная длина футштока 6,5—7,0 м, но в некоторых случаях длина доводится даже до 10,5 м. Длина футштока зависит от величины тех глубин, которые предположено встретить на реке, а также от скоростей течения реки; дело в том, что при больших скоростях течения обращение с длинным

*) Как более легкой.

футштоком затруднительно и даже опасно. Поэтому в большинстве случаев предельной длиной футштока является 6,5 м; по действующей в НКПС инструкции, глубины до 5 м измеряются обязательно футштоком.

Нижний конец футштока обделывается легким железным башмаком, весом около 0,75—1 кг; нижняя поверхность башмака совпадает с нулем футштока; футшток окрашивается белой масляной краской и размечается на десятые доли метра красной краской, цифры надписываются черной краской.

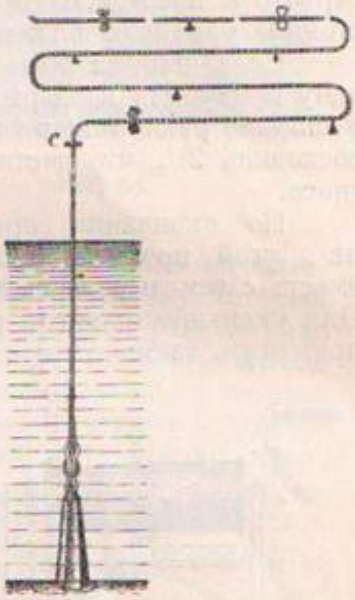
Лот.

Лот представляет собою свинцовую гирю (фиг. 62) весом 4—6 кг, пирамидальной формы, с ушком, к которому прикрепляется лотлинь, изготовляемый из шнура, толщиной 3—5 мм. Во избежание усадки и вытягивания шнура, последний погружается в воду на 3—4 часа, затем в сыром виде вытягивается и размечается лоскутками материи разного цвета, продеваемыми в лотлинь через каждые 20 см; например, пятые доли метра обозначаются белыми лоскутками, метры — кожаными марками с соответствующим числом зубчиков; пять и десять метров особо выделяются.

Время от времени необходимо проверять длину лотлиня, сравнивая его со стальной лентой. Если материал, из которого сделан лотлинь,— хороший, то обычно ошибка бывает незначительна: так, при исследованиях Верхнего Енисея, при длине лотлиня 15 м, ошибка в средине и конце летних работ не превышала 10—12 см.



Фиг. 61.



Фиг. 62.

Так как промеры лотом, вследствие прогиба лотлиня и отнесения лота течением, менее точны, чем промеры футштоком, то промеры на перекатах должны производиться обязательно футштоком.

Поправочный коэффициент лота.

Поправка на прогиб лотлиня, определяемая из сравнения глубин, полученных футштоком и лотом, обычно колеблется в пределах 8—10%; на Енисее мы наблюдали 10%; иногда называют поправочным коэффициентом лота отношение

$$K = \frac{h \text{ действит.}}{h \text{ измер. лотом.}}$$

Для Енисея $K = 0{,}9$.

Что касается точности отсчетов при промерах, то таковая установлена в 0,10 м.

Производство промеров глубин.

Переходя к краткому описанию способов производства промеров, следует прежде всего указать, что эти способы зависят от характреа и масштаба реки.

Промеры по канату.

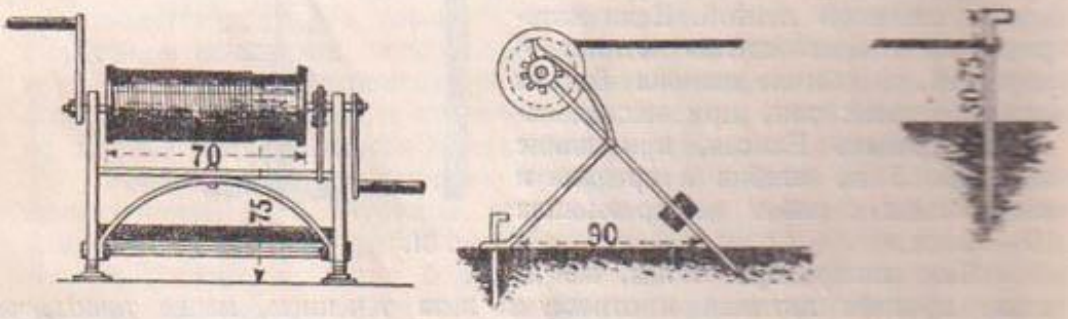
Промеры малых рек, шириною до 100—200 м, обычно производятся следующим образом: поперек рек натягивается тонкая пеньковая снасть (диаметр от 10 мм) или стальной трос (диаметр троса от 3 мм); один конец снасти в виде петли надевается на специально изготовленный дубовый кол, наклонно забиваемый на

берегу, а другой конец натягивается на такой же кол, забиваемый на другом берегу; для удобства забивки в землю, колья оковываются железом, на верхний конец надеваются бугели. В зависимости от того, на каком расстоянии друг от друга делаются промеры, снасть (трос) разбивается марками из цветной материи через равные промежутки, обычно через 5 м.

Лодка, в которой помещается промерная партия, состоящая из техника для записи промеров, рабочего-наметчика и рабочего для передвижения лодки по канату, передвигается от берега к берегу; по сигналу, даваемому этим рабочим на каждой марке, замечаемой им на тросе при передвижении лодки (рабочий говорит: „марка!"), наметчик делает промер, громко его об'являя и называя одновременно с этим характер грунта: „камень", „песок" и т. д.; техник производит запись; при производстве первого и последнего промера, вблизи урезов, техником отмечается расстояние урезов от ближайшей марки и записывается в полевой журнал.

Если ширина реки больше 100 м, обычно приходится ставить еще одну лодку для поддержания троса; надлежит наблюдать, чтобы разница в ширине реки, измеряемой по тросу и посредством дальномера, не превосходила $2^0/_0$, что достигается посредством соответствующего натяжения троса.

По окончании промера на данном профиле, трос переносится на другой профиль рабочими, идущими по левому и правому берегу; вместе с тем передвигается на следующий профиль и промерная лодка. Для уменьшения числа рабочих и для лучшего натяжения троса, можно применять также тали или ворот (фиг. 63 и 64).



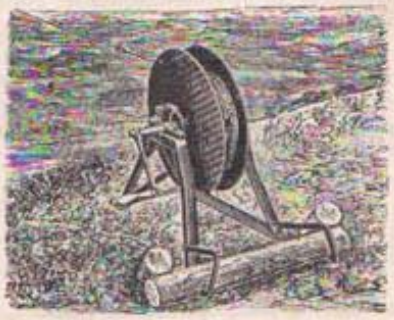
Фиг. 63.

Промеры с засечками. Если ширина реки больше 150—200 метров, то применяются промеры по профилям с засечками промерных точек мензулой и кипрегелем. Это—самый распространенный способ. При этом промеры производятся или с лодки, передвигающейся от берега к берегу на веслах, или с моторной лодки, или с парового барказа, или с парохода; в некоторых случаях, при малых скоростях течения, можно пользоваться и переносными моторами ($1^1/_2$—$2^1/_2$—5 лош. сил.), прикрепляемыми к корме лодки. (См. ниже, главу XX).

Промеры производятся по установленным поперечным створам на одном берегу (до ширины реки 300—500 м) или на двух берегах, при ширине реки больше 300—500 м. Засечки промерных точек производятся обычно одной мензулой (фиг. 65), но если вследствие большого числа препятствий в русле или неправильного и быстрого течения, что наблюдается, например, в порожистых местах, не представляется возможным промерной лодке держаться в створе, а также, если, вследствие крутизны берегов, нельзя выставить створы, наконец, в случае производства продольного промера, засечки производятся двумя мензулами (фиг. 66); как при засечках одной мензулой, так и в случае двух мензул, базис,

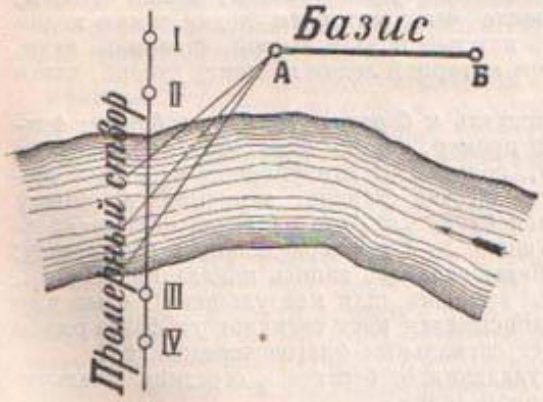
с которого производятся засечки, должен быть привязан к точкам, имеющимся на планшетах основной с'емки, для возможности при дальнейшей обработке, нанести на планшет промерные точки. В обоих случаях надлежит наблюдать, чтобы углы пересечения линий, определяющих положение промерной точки, не были слишком острыми (обычно не менее 15—20°).

Засечками определяются не все промерные точки, а лишь через известные промежутки, напр. 4 точки без засечек, 5-я засекается и т. д.; в промежутке же между точками, определяемыми засечками, расстояние между промерными точками определяется по гребкам или по секундомеру (подробности указаны ниже, стр. 169—172).

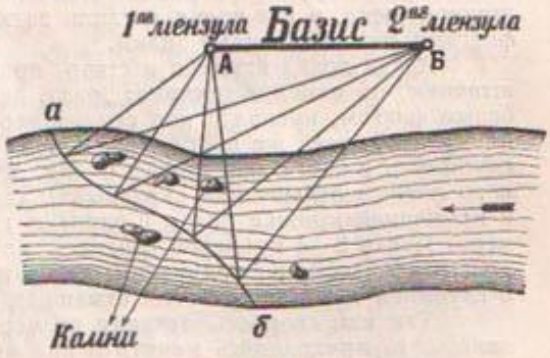


Фиг. 64.

Способы производства засечек. Засечки производятся двояко: первый способ заключается в том, что промерщик подает сигналы мензульщику, который следит в трубу за передвигающейся промерной лодкой; второй способ—мензульщик, разметив на планшете те точки, где надо сделать промеры, дает сигнал промерщику, который и делает промер в требуемой точке. Второй способ дает более равномерное распределение промерных точек, первый же дает возможность лучше распределить точки, в зависимости от местных условий, т.-е. на мелких местах измерять глубины чаще, на глубоких—наоборот, отмечать отдельные препятствия и проч.; зато он более утомителен для мензульщика. Первый способ следует признать более рациональным, особенно при исследованиях мало изученных рек. Само собою разумеется, всегда имеется возможность и в этом способе получить промер профиля без нежелательных пропусков.



Фиг. 65.



Фиг. 66.

Производство промеров с моторной лодки на р. Енисее. Не считая возможным описывать детали производства промеров в разных случаях, в виду большого их разнообразия, приведем применявшийся нами способ промеров на реке Енисее с моторной лодки в 1911—1912 году. Ширина реки (от Красноярска до Енисейска) колебалась от 400 до 1500 м, скорости течения доходили до 12 км в час; ясно, что при таких условиях было необходимо применить лодку с механическим двигателем. В виду изложенного, нами была заказана специально для промеров моторная лодка. Она имела длину 7,9 м, ширину 1,45 м, осадку при малой нагрузке 0,45 м и при полной—0,50 м двигатель — керосиновый, мощностью 10—16 HP: число оборотов машины могло меняться от 500 до 900. Диаметр винта—0,45 м. Корпус лодки деревянный: шпангоуты дубовые, обшивка ясеневая. Скорость хода в тихой воде 19 км в час. Вес лодки с машиной 1,25 тонн. Лодка — открытая, с откидным тентом американского типа.

Так как лодке приходилось работать при промерах и на мелких местах, и так как грунт русла р. Енисея преимущественно каменистый (скала или крупная галька), то винт лодки был защищен особой рамой; особенность конструкции рамы заключалась в том, что она не увеличивала вовсе осадки лодки. Лодка была снабжена якорем, веслами на случай порчи машины, необходимыми спасательными принадлежностями, сильной сиреной, а также набором слесарных инструментов.

В моторной лодке находились 1) техник, заведывавший всем промерным отрядом и производивший записи; 2) машинист лодки для управления двигателем; 3) опытный лоцман на руле; 4) рабочий-футшточник.

Снаряжение техника было следующее: секундомер, призматический бинокль, свисток сигнальный, книжка для записывания промеров, книжка для записи ватерпасовки берегов (ватерпасовка характерных профилей берегов тоже лежала на обязанности промерщика), уровень, перочинный нож, карандаш и сигнальные флаги. Принадлежности футшточника: 2 футштока (один из них запасный) и два лота (один из них запасный).

Для установки створов имелись 2 лодки, по одному рабочему-створщику в каждой; они передвигались вниз по течению, порознь у левого и правого берегов.

Каждый створщик имел по две вехи, длиною каждая около 4—5 м, с большими на них флагами (0,80 × 1 м), в виде щитов, при чем у каждого створщика одна веха была с белым флагом, а другая с красным и белым, одним над другим; кроме того, створщик имел рейку, топор, легкий лом, бинокль, пикетажный карандаш, сигнальный флаг, кусок красной материи и гвозди для прибивки флагов.

Засечки производились техником, имевшим в своем распоряжении лодку и двух рабочих.

Порядок производства работ был следующий. Прежде всего, заведующий промерным отрядом техник намечал профиль, приблизительно нормально к реке; одновременно с этим, выбирался и базис для засечек мензулой с таким расчетом, чтобы можно было на 800—1000 м выше и ниже стоянки мензулы хорошо видеть в трубу урезы берегов. По данному техником свистку, каждый из створщиков как на левом, так и на правом берегу устанавливал по одной вехе у уреза воды; чтобы установить створную веху, всегда приходилось действовать ломом, так как грунт был весьма плотный. Затем, створщики, отойдя на 10—12 м и более, насколько позволяли условия местности, устанавливали с помощью биноклей вторые створные вехи, и таким образом поперечный профиль обозначался посредством четырех вех в одном створе. Когда створ был выставлен, створщики ставили у уреза рейки, по которым производивший засечки техник-мензульщик делал дальномерные отсчеты; сделав отсчеты, техник давал свистком сигнал: „готово", после чего моторная лодка тихим ходом входила в створ, — створщики становились каждый позади второй створной вехи, лицом к реке, и все время следили за ходом моторной лодии по линии створа, давая флагами соответственные знаки.

Когда лодка входила в створ, приближаясь к берегу, как можно ближе, футшточник, по команде техника: „раз", делал промер, техник взмахивал красным или белым флагом, пускал в ход секундомер и, получив от мензульщика ответный сигнал флагом, того же цвета, означавшим, что засечка сделана, записывал в книжку глубину и рядом с ней ставил букву „б" или букву „к", что означало цвет сигнального флага („белый" или „красный"); следующие 3—4 промера делались без засечек; в промерной книжке рядом с записью глубины делалась запись показания секундомера. После 3—4 промеров давалась опять взмашка (для мензульщика) белым или красным флагом; по получении отмашки записывался цвет сигнального флага рядом с глубиной и т. д.; при этих отмашках цвет сигнальных флагов чередовался.

Так как скорость течения по мере удаления от берегов к середине увеличивалась, то приходилось менять и ход моторной лодки.

Когда моторная лодка приближалась к другому берегу, то последний промер засекался так же, как и первый.

Когда, таким образом, промер профиля заканчивался, створщики снимали створные вехи и на место их ставили, каждый у уреза, небольшую вешку с красным флагом, а на место второй вехи кол с надписью номера профиля; кроме того, створщики забивали каждый по колу вровень с водой, отметка кола бралась нивелировщиками *; каждый профиль обозначался двумя числами, например, 35—36; для левого берега была принята нечетная нумерация, для правого—четная.

Затем, створщики передвигались на 100—300 м вниз по течению, смотря по местности и характеру русла реки и, по данному техником - мензульщиком сигналу, останавливались; по предыдущему, ставили створные вехи, и промер нового профиля производился, как указано было выше.

---

*) Забивка этого кола, как будет указано ниже (глава X, стр. 103) значительно облегчает производство срезки.

Промерная книжка. Запись производилась в промерной книжке, одна страничка которой помещается ниже.

Проф. № ..... Мес. ..... числ. .....

Срезка ..... см. Время ..... час. ..... мин.

С ..... берега. Состояние погоды .....

Время в секунд.	Глубины		Флаг засечек.	Срезанные глубины.	Расстоян. до урезов, грунт. Примечания.
	Футшток.	Лот.			
					до уреза ..... метр.

Схемы профилей и галсов

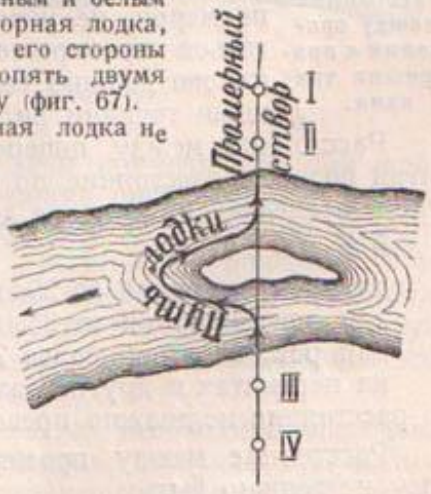
Запись в первой колонне — показание секундомера в секундах, а в правой — глубины в сантиметрах. Глубины отсчитывались с точностью до 0,10 м по футштоку и до 0,20 м по лоту.

На мензульном планшете обозначались номера стоянки и профиля и наносились направления засечек на урезы берегов и на сигнальные флаги промерщика; засечки красного сигнального флага обозначались буквой „к", — белого буквой „б"; на планшете прочерчивались также направления на триангуляционные пункты; последние засечки значительно облегчали кабинетные работы при нанесении засечек.

Если на планшетах проводятся горизонтали, то в книжке надо добавить еще одну графу: „Отметки дна".

Промеры в мелких местах. Осадка промерной лодки при полной нагрузке доходила иногда до 0,60 м, а потому, если на профиле встречалась мель, промеры делались следующим образом: достав до глубины 0,70—0,80 м, промерщик давал сигнал одновременно красным и белым флагами; этот промер засекался, после чего моторная лодка, спустившись вниз, об'езжала осередок и с другой его стороны входила в створ; в это время давался сигнал опять двумя флагами, и лодка шла по створу к другому берегу (фиг. 67).

Когда берег был очень пологий, и моторная лодка не могла близко подойти к урезу, то в этих случаях промеры производились с моторной лодки лишь до возможной глубины, а остальная часть профиля промерялась на обыкновенной лодке с двумя гребцами.



Фиг. 67.

Промеры по косым галсам. Если река имеет значительные скорости течения и если по тем или иным причинам (малые глубины, обилие камней, отсутствие судна с механическим двигателем и др.) не представляется возможным вести промеры по поперечным профилям, то промеры производятся по к о с ы м г а л с а м, т.-е. по профилям, наклоненным к линии фарватера (фиг. 68); при значительной ширине реки, применяется двойная система перекрестных галсов; можно делать также тройные и четверные галсы. Засечки в этом случае производятся так же, как и в вышеописанном случае промеров по поперечникам, т.-е. одной или двумя мензулами.

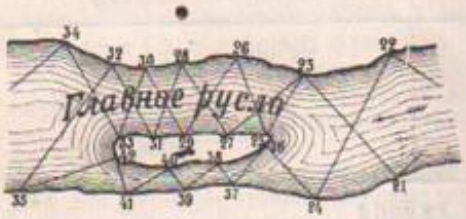
Промеры второстепенных рукавов.

Обычно промеры главного русла и судоходных рукавов производятся по поперечным профилям с засечками; промеры же второстепенных рукавов и протоков по косым галсам, без засечек. При облегченных же исследованиях, как указано ниже (глава XV), промеры и главного русла могут производиться по косым галсам без засечек; там же указаны и детали производства промеров по косым галсам без засечек. (стр. 169—172).

Расположение поперечных профилей и галсов.

При разбивке как поперечников, так и косых галсов, необходимо иметь в виду, чтобы все характерные места были надлежаще освещены промерами; поэтому промерные профили должны пересекать приверхи и устья проток, осередки и проч.

Что касается разбивки поперечных профилей и галсов, то она производится различными способами, в зависимости от того, имеется ли магистраль или нет. При наличии магистрали, промерные профили к ней привязываются, при чем профили разбиваются приблизительно нормально к направлению течения, углы же между профилями и магистралью измеряются пантометром, а при малой ширине реки гониометром.



Фиг. 68.

Если магистраль не ведется, а прокладывается триангуляция, то можно промеры вести независимо от триангуляции, т.-е техник, ведущий промеры, намечает промерные профили, устанавливая вехи с флагами, которые затем наносятся на планшеты мензулой, идущей позади. Такой способ имеет тот недостаток, что расстояния между профилями получаются неодинаковые; но с другой стороны, этот способ имеет то достоинство, что разбивка профилей производится промерным отрядом, идущим по руслу реки и имеющим возможность осветить промерами более детально те участки реки, которые этого требуют.

Расстояние между профилями и промерными точками.

До сего времени мы описывали способы производства промеров, не указывая, насколько часто должны располагаться промерные поперечные профили и галсы, а также каково должно быть расстояние между отдельными промерными точками на профиле или на галсе.

Расстояние между поперечными профилями или косыми галсами, считая большее расстояние по берегу, назначается, в соответствии с задачами исследований, оно не должно превышать следующих норм.

на плесах:

для рек, шириной до 25 м,—более 100 м.
для рек, шириной от 25 до 200 м,—более тройной ширины реки,
для рек, шириной более 200 м,—более 500 м,
на перекатах и других затруднительных для судоходства местах, это расстояние не должно превосходить 100 м.

Расстояние между промерными точками по каждому профилю и галсу не должно быть:

для рек шириной до 25 м,—более 5 м,
" " " от 25 до 100 м—более 10 м,
" " " от 100 до 500 м—более 20 м,
" " " более 500 м—более 40 м.

В затруднительных же для судоходства местах расстояние между промерными точками берется меньше, чем указано выше.

Следует иметь в виду, что на приведенные выше нормы следует смотреть лишь, как на примерные, и обычно профили располагаются чаще, чем указано выше.

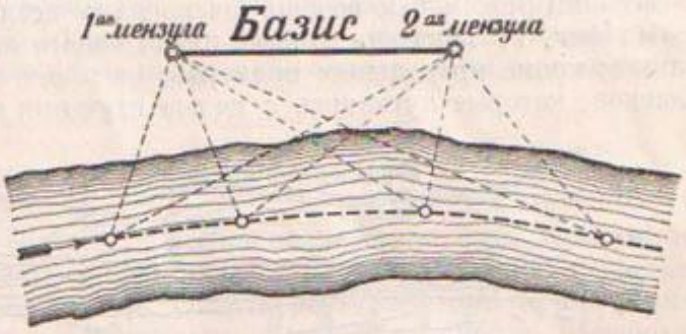
Так, например, при наших исследованиях реки Енисея от Красноярска до Енисейска, где ширина реки колебалась от 400 до 1500 м, расстояние между поперечными профилями не превосходило 380 м на плесах и 110 м на перекатах; расстояние же между промерными точками колебалось на плесах от 17 до 32 м, а на перекатах от 10 до 15 м.

Продольный промер. Кроме промера по поперечникам и по галсам, необходимо, в случаях, когда одной из целей исследований является получение точной судоходной карты реки, произвести еще и продольный промер по судовому ходу, а в каменистых затруднительных местах также и траление (см. ниже, стр. 95).

Производство продольного промера ничем существенно не отличается от описанных выше случаев, за исключением лишь того, что засечки здесь делаются обязательно посредством двух мензул (фиг. 69).

Лучше всего делать продольный промер, когда на планшете нанесено направление фарватера по данным основных промеров.

Зимние промеры. Чтобы закончить описание техники производства промеров, следует указать, что в некоторых случаях приходится производить промеры в зимнее время со льда; эти случаи имеют место, когда точный промер русла не может быть сделан в летнее время, вследствие больших скоростей течения, обилия камней в русле, водоворотов и проч.; иногда, правда, очень редко, в случаях особой срочности, приходится производить промеры в зимнее время и на тех участках реки, где было бы возможно произвести промеры и летом: такой случай имел место при исследованиях р. Волхова в 1923 г.



Фиг. 69.

Само собой разумеется, промеры со льда применяются при производстве специального изучения зимнего режима реки.

Зимние промеры производятся следующим образом: по разбитым створам намечаются через определенные расстояния промерные точки; затем очищают эти места от снега, пробивают посредством пешни лунку и измеряют футштоком или лотом глубины; отметки уровня воды в лунке определяются нивеллировкой на данном профиле; одновременно измеряется и толщина льда. *)

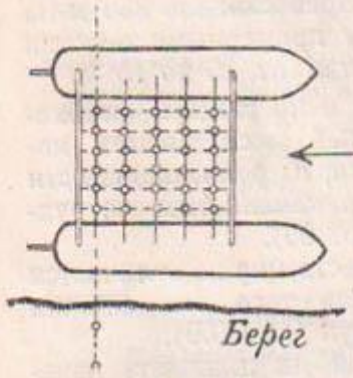
Промерный понтон. В некоторых случаях, когда необходимо обследовать промерами значительную площадь, особенно при наличии скалистого грунта, можно применить промерный понтон, состоящий из двух лодок или барж (фиг. 70), соединенных помостом; с означенного понтона опускается сразу в воду несколько футштоков и по ним делаются отсчеты; таким образом можно сразу произвести промеры на площади 25 кв. м и более.

---

*) Зимние исследования описаны в следующем Выпуске.

Весенние промеры продольниками.

Заслуживает особого внимания производство промеров в весеннее время на мощных реках, когда наблюдаются значительные скорости течения, большие глубины, и ширина реки достигает в местах разлива нескольких километров. В этих случаях с успехом может быть применен способ производства промеров посредством продольников, при чем работа организуется следующим образом: лодка с промерным отрядом, без гребцов, идет по течению; лот держится опущенным в воду, в расстоянии от дна около 1 м; в момент опускания лота делается засечка двумя мензулами; таким образом, одновременно с промером глубин, производится и определение направления весенних струй; когда лодка пройдет определенный участок, в пределах, удобных для производства засечек, она заводится вверх пароходом или моторной лодкой и пускается по следующему продольнику; расстояние между продольниками выбирается такое, чтобы был надлежаще освещен рельеф дна. По данным инж. С. А. Колосова, который с успехом применял этот способ на р. Волге у Саратова, способ продольников дает хорошие результаты. Описанный способ интересен в том отношении, что он облегчает изучение весеннего режима рек, имеющего, как известно, чрезвычайно важное значение в формировании русла. Следует заметить, что весенний режим рек вообще очень мало исследован.



Фиг. 70.

На фиг. 71 показана копия плана одного из участков р. Волги у Саратова; кроме продольных промеров, на плане нанесены и линии хода поплавков, которые пускались с целью изучения направления струй.

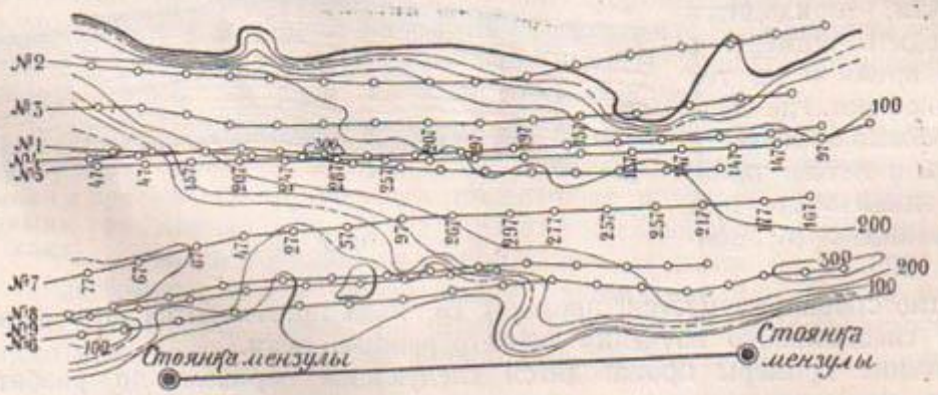


Таблица горизонтов воды за время пуска поплавков.

Поплавки	Горизонты
Поплавки №1,2,3	4,22 метра
—·— №4,5,6	4,03 —·—
—·— №7,8,9	3,83 —·—

Масштаб скоростей

0 1 2 3 4 5 м/сек

Масштаб для плана

250 125 0 250 500 750 метр.

Фиг. 71.

Обработка промеров.

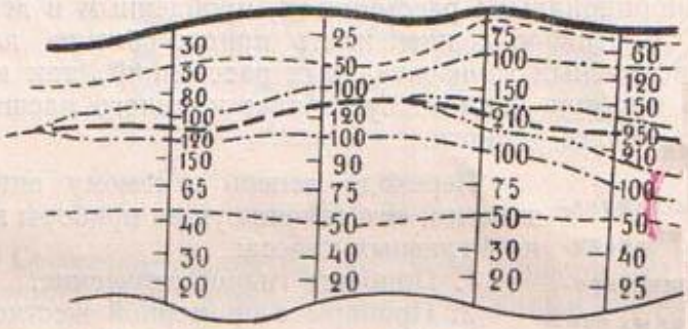
Обработка промеров глубин производится следующим образом. Прежде всего, в полевых книжках делается поправка для промеров, произведенных лотом, путем скидки определенного процента, установленного из опыта; затем делается

поправка на приведение глубины к условному горизонту (срезка) (См. гл. X).

На основном планшете наносятся места засечек промерных точек; точки же, расположенные в промежутках между засечками, наносятся согласно показаний секундомера, в предположении равномерного движения лодки. Все глубины выписываются тушью в сантиметрах на планшетах по промерным профилям, а затем по ним проводят согласно условных обозначений линии равных глубин (изобаты)

через 0,50 м, 1,00 м, 1,50 м, 2 м и далее через 1 м.

Точки, имеющие наибольшую глубину на поперечных профилях (галсах), соединяются плавной кривой, при чем крутые повороты и выступы несколько сглаживаются, применительно к требованиям судового хода; на пересечении линии судового хода с каждым поперечным профилем (галсом) выписываются соответствующие глубины,—в большинстве случаев наибольшие на каждом профиле (галсе) (фиг. 72).



Фиг. 72.

Иногда, кроме линий глубин, проводятся на планшетах и горизонтали (см. фиг. 123); для судоходных карт обязательно проведение линий равных глубин, для проектирования же сооружений более удобны горизонтали.

2. Самопишущие промерные приборы.

Обычно применяемые способы промеров посредством лота и наметки имеют много недостатков, особенно при исследованиях больших рек, где невозможно пользоваться натянутым поперек реки канатом; кроме примитивности и громоздкости, сравнительно высокой стоимости обычного способа и малой, а главное, неопределенной степени его точности, способ промеров лотом и наметкой не дает возможности получить непрерывный профиль русла, что иногда бывает не только желательно, но и необходимо. Если ко всему указанному добавить еще сложность обработки полученных обычным способом результатов и малую их наглядность, то станет вполне понятным стремление инженеров найти такие приемы производства промеров и такие приборы, которые давали бы возможность получить просто, точно и быстро профили русла как в продольном, так и поперечном направлениях. К сожалению, изобретателям до сих пор не удалось разрешить эту задачу в полном ее об'еме.

Требования, которым должны удовлетворять самопишущие промерные приборы.

Прежде чем приступить к описанию наиболее известных самопишущих промерных приборов, следует перечислить те общие требования, которым должны удовлетворять промерные приборы.

1. Прибор должен быть по возможности простой, прочной конструкции, дешев, компактен и удобо-переносим.

2. Он должен быть удобоприменим при судах самых разнообразных видов и приделываться к ним без особых затруднений, а главное — без переделки судна.

3. Прибор должен действовать при возможно большей скорости его движения, по меньшей мере, 5 км в час.

4. Применение его должно быть одинаково удобно как для с'емки продольных, так и поперечных профилей.

5. Прибор должен обслуживаться одним человеком и исполнять все функции по измерению и записыванию глубин.

6. Измеренная глубина должна быть записана с точностью не менее 0,10 м, откуда следует, что механические передачи должны быть вполне надежны.

7. Записанные прибором расстояния должны быть, по возможности, пропорциональны расстояниям, пройденным в действительности.

8. Прибор должен иметь приспособление для перемены масштаба записываемых горизонтальных расстояний, так как, например, поперечный профиль реки требует более крупного масштаба, а продольный профиль—более мелкого.

Классификация самопишущих промерных приборов.

Переходя теперь к самому описанию разных систем, заметим, что самопишущие приборы могут быть подразделены на 4 главных класса:

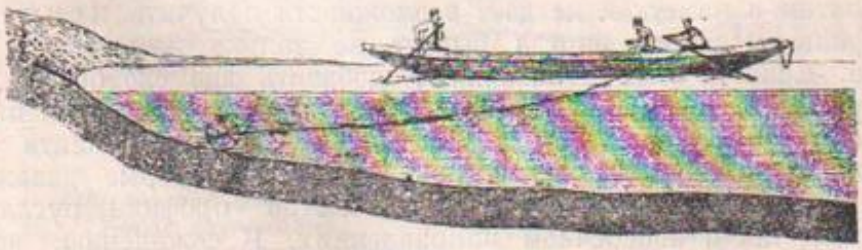
1. Приборы гидростатические.
2. Приборы с промерной жесткой штангой.
3. Приборы с промерным грузом на тросе.
4. Приборы акустические (эхо-лот).

Кроме этих главных подразделений, приборы 2 и 3 класса могут быть еще разделены на приборы: а) с электрическим замыканием и б) с механическим.

Рассмотрим по отдельности перечисленные классы, при чем будем останавливаться лишь на наиболее типичных приборах.

1. Промерные приборы гидростатические.

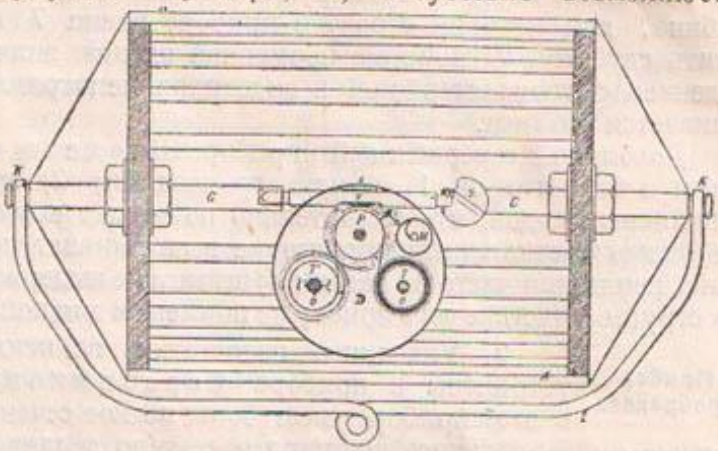
Из приборов этого класса пользуется известностью так называемый гидростатический профилограф системы Гайоша (*S. Hajós*'а). Как видно из самого названия этого прибора, принцип его действия основан на гидростатическом давлении столба воды; прибор имеет вид барабана, который катится по дну реки, буксируемый лодкой или катером. Общая его схема указана на фиг. 73. Внутри барабана *A* (фиг. 74), вращающегося вокруг оси



Фиг. 73.

K—K, помещены 4 цилиндра, из которых *M* (манометр) воспринимает давление столба воды и отмечает посредством штифта *i* на бумаге, проходящей через ролик *P*, соответственную глубину; чистая бумага сматывается с цилиндра *T'* и наматывается на цилиндр *T*. Посредством червячной передачи цилиндр *P* получает вращение, пропорциональное пути, проходимому барабаном *A*, что ясно видно из чертежа. Деталь манометра *M* с пишущим карандашом *i* указана на фиг. 75 и не требует особых пояснений.

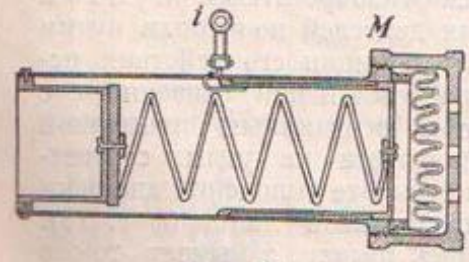
Главными недостатками описанного прибора является 1) затруднительность точной тарировки прибора; 2) отсутствие возможности контролировать показания прибора; 3) самая ценная часть аппарата катится по дну и легко может быть утеряна; 4) применение аппарата возможно лишь при плотном ровном дне. Если дно илистое или скалистое, то прибор неминуемо будет утерян: действительно, при производстве опытов с прибором Гайоша в б. С-Петербургском Округе Путей Сообщения, такие случаи утери прибора наблюдались. Наибольшая величина измеряемых глубин описанным прибором равна 13 м.



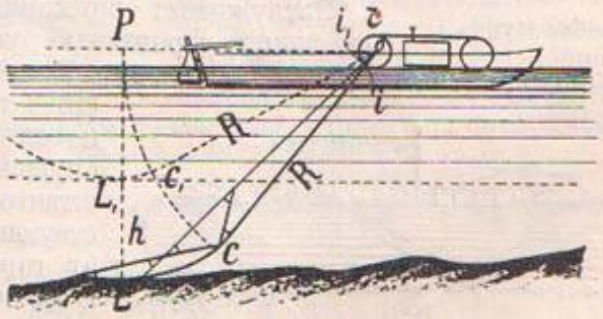
Фиг. 74.

Приборы с жесткой промерной штангой. Прибор Штехера.

1. Наиболее распространенным прибором этого класса является прибор системы Штехера. Промерная штанга (одна или две) имеет вид тяжелого склепанного из уголкового железа стержня, один конец которого касается дна, а другой вращается на горизонтальной оси, перпендикулярной к килю судна (фиг. 76); нижний, соприкасающийся с дном, конец стержня загнут по кривой—развертке круга, с тем расчетом, чтобы длина, измеряемая по окружности PC, равнялась длине перпендикуляра PL.



Фиг. 75.



Фиг. 76.

Диск, приводимый в движение горизонтальной осью, снабжен стальной лентой со штифтом, который записывает глубины на бумажной ленте на барабане, вращающемся посредством часового механизма.

Так как $PC=PL$ и $PC_1=PL_1$,

то $L_1L=C_1C=h$; $i_1i : C_1C=r : R$,

где r—радиус барабана;

отсюда $h=ii_1\frac{R}{r}$;

при $\frac{R}{r}=50$, $h=50\,ii_1$,

т.-е. изменение глубины пропорциально дуге ii_1, а значит, и перемещению ленты.

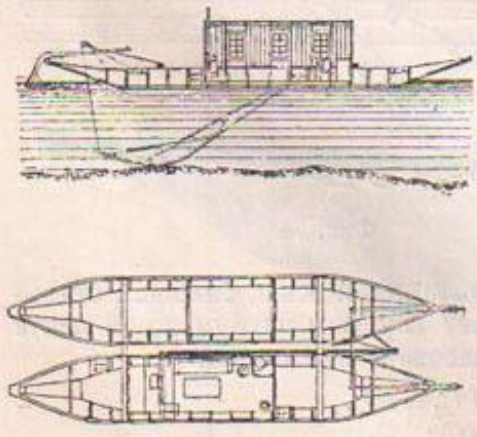
Весь прибор монтирован на одном или двух специально выстроенных понтонах, которые буксируются за пароходом (фиг. 77). Нормальная глубина, для которой строится прибор, равна 7 м. При желании увеличить глубину, устройство промерной штанги значительно усложняется введением системы стержней в виде параллелограмма, к которому и подвешивается штанга.

Довольно совершенный прибор Штехера имеет главные недостатки в том, что он 1) весьма громоздкий; 2) требует для установки специальных судов, что значительно повышает его стоимость; 3) опущенная на дно жесткая штанга часто не выдерживает поперечного колебания судна, цепляется часто за камни; 4) штанга не выдерживает ударов поперечных струй, вследствие чего прибор не применим для поперечных промеров рек.

Прибор Серебрякова. 2. Указанные недостатки, за исключением последнего, устранены в приборе Серебрякова. Промерная штанга в этом приборе имеет более легкое сечение, круглое трубчатое; введение универсального шарнира в ее тело делает ее более подвижной, вследствие чего опасность зацеплений за дно понижается.

Однако, это удобство применения более легкой штанги не дает возможности придать ее нижнему концу эвольвентообразного очертания, каковое обстоятельство делает масштаб измеренных глубин переменным и требует, что, впрочем, не особенно существенно, предварительной тарировки прибора. Кроме системы штанги, в приборе Серебрякова несколько усовершенствован и регистрирующий аппарат. Весьма существенным нововведением в приборе Серебрякова является возможность регистрировать расстояния (см. дальше приб. Фергусона) посредством включенной в аппарат вертушки с электрическим замыканием и, таким образом, получать действительный профиль (если нет течения), а не теоретическую кривую, как в приборе Штехера, где барабан вращается равномерно посредством часового механизма.

Прибор Мунта. 3. Заслуживает внимания автоматический промерный прибор, сконструированный русским изобретателем Мунтом и получивший одобрение на V с'езде Русских деятелей по водным путям (1898 г.); принцип его действия основан на отклонении связанного с опущенною вертикально промерной штангой рычага на углы, соответствующие высоте уклонений дна реки от горизонтальной линии (фиг. 78). Отклоняясь рычаг замыкает ток в контактах электрической передачи, поставленной в любом месте судна, при чем выпадающие номера указывают глубину фарватера под килем судна в принятых единицах измерения.

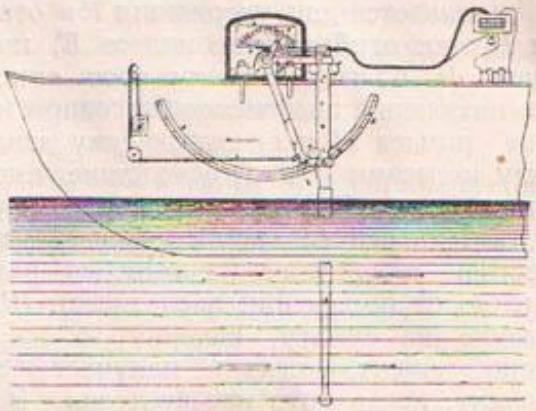


Фиг. 77.

Прибор Мунта применим, главным образом, для промеров на перекатах при малых скоростях течения.

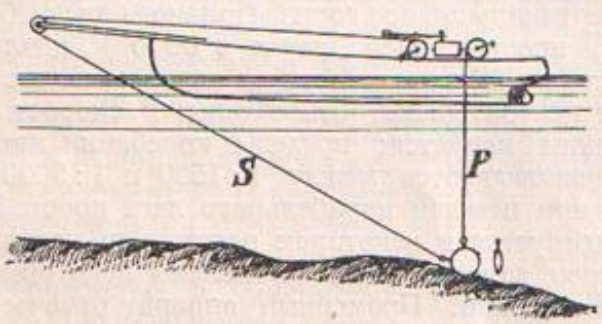
Приборы с промерным грузом на тросе. Прибор Фергусона. Прибор Фергусона. В этом приборе промерный груз подвешен на тонком стальном тросе, при чем, во избежание отклонения, он прикреплен еще к другому такому же тросу, который перекинут через ролик, находящийся на носу судна. Для уменьшения сопротивления, груз имеет форму плоской чечевицы, подвешенной вертикально. Общая схема промерного прибора изображена на фиг. 79; P и S тросы, к которым

подвешен промерный груз; длина троса S изменяется настолько, чтобы положение P оставалось вертикальным; P опускается с небольшими промежутками, пока груз не коснется дна, после чего сейчас же приподнимается вверх. Каждый раз в момент прикосновения груза ко дну, напряжение в P уменьшается, а в S увеличивается; вследствие этого, на судне передвигается рычаг, соединенный со штифтом, отмечающим измерения на ленте. Лента приводится в движение при помощи для измерения скорости хода судна—лага, который буксируется за судном. Детали изображены на фиг. 80.

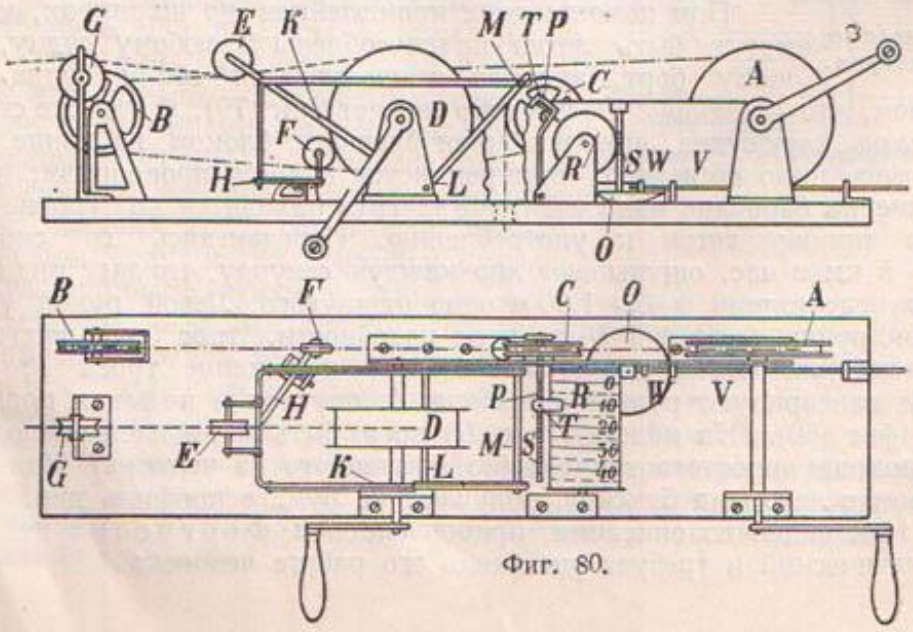


Фиг. 78.

Регистрация глубин. Трос P перекинут через колесо A, снабженное прочной ручкой, вращая которую можно легко подымать и опускать промерный груз. Дальше от A трос идет к свободно вращающемуся колесу B, и возвращается к колесу C, окружность которого точно равна 1 английскому футу. Трос огибает $^3/_4$ этого колеса и опускается через отверстие в доске основания аппарата к промерному грузу (доска прикреплена так, что отверстие приходится за бортом судна). Вертикальное перемещение промерного груза на 1 фут соответствует точно одному обороту колеса C. На резьбе оси колеса C передвигается кубик T со штифтом P, который наносит на поверхности барабана глубины в масштабе 1 : 100.



Фиг. 79.



Фиг. 80.

Автоматическая запись измеренной глубины, как уже было выше указано, обусловлена тем обстоятельством, что напряжение в P уменьшается, тогда как в S оно увеличивается. Трос идет от промерного груза через колесо, помещающееся на носу судна, к аппарату, далее проходит через колесо G к барабану D (фиг. 80), на котором он наматывается или сматывается для удержания P в отвесном положении. На пути между G и D трос огибает еще колесо E, которое тянется вниз посредством рычага H, благодаря чему трос описывает ломаную линию. Упругая сила натяжения получается благодаря колесу F, находящемуся на другом конце рычага H и оказывающему давление на часть первого троса P между колесами B и C, вследствие чего и трос P идет по слегка ломаной линии. Колесо F приделано к одному концу рамки K, которая может качаться на оси L; другой конец рамки имеет стержень M, который при известном положении качающейся рамки надавливает на штифт P (независимо от положения последнего). Штифт P передает воспринятое им давление на бумагу, навернутую на цилиндре. Это случается в тот именно момент, когда S получает большее напряжение, чем P, т.-е. в момент, когда груз касается дна. В это же время штифт, благодаря повороту колеса C, стоит на месте, соответствующем измеряемой глубине. Штифт P имеет вид тупой стальной иглы, которая дает на бумаге знаки.

Регистрация расстояний. Чтобы регистрировать расстояния, барабан R приводится во вращательное движение при помощи червяка N, который находится на вертикальной оси горизонтального диска O. На диск O нажимает ролик W, вращающийся вместе с осью V, вдоль которой он может быть передвигаем. В зависимости от того, находится ли ролик ближе или дальше от центра диска, относительная скорость, а, следовательно, и масштаб длины меняется; пределы колебания масштаба в описываемом приборе заключаются между 1 : 1500 и 1 : 5000. Ось V приводится во вращение при помощи корабельного лага простейшего типа; лаг на бечевке буксируется в некотором расстоянии позади судна. При производстве промеров должны быть поставлены некоторые определенные пункты для ориентировки. Промерный аппарат отмечает кривую глубины промежуточных расстояний между этими пунктами; поэтому абсолютная скорость, даваемая лагом, не имеет значения, если только скорость вращения лага была постоянной между двумя отмеченными пунктами.

Обращение с прибором. При помощи двух кронштейнов на шарнирах, которые могут быть легко приспособлены к любому судну, имеющему борт, аппарат приделывается сбоку судна таким образом, что проволока P свободно свисает (фиг. 79). С этой же стороны, на самом носу судна, прикрепляется бревно с блоком на конце. Груз, как выше было об'яснено, прикрепляется к двум проволокам; нулевое деление на барабане наносится, когда груз находится на уровне воды. Тогда прибор готов к употреблению. Передвигаясь со скоростью в 4—5 км в час, ощупывают дно каждую секунду, что дает ряд измерений на расстоянии около 1,00 м одно от другого. Левой рукой удерживается ручка барабана D; по мере надобности, трос сматывается или наматывается, чтобы сохранить отвесное положение троса P; правой рукой маневрируют ручкой барабана A, опуская и подымая промерный груз (фиг. 80). Оба колеса (A и D) могут быть установлены неподвижно при помощи простого тормоза (не указанного на чертеже). Идя таким образом с лагом на буксире, получают на бумаге профиль дна.

Как видно из описания, прибор системы Фергусона не вполне автоматический и требует участия в его работе человека.

Прибор Фергусона был приобретен нами для работ Обь-Енисейской партии и летом 1912 г. был изучен на р. Енисее; однако опыты применения этого прибора оказались мало удовлетворительными, особенно в случаях речного течения; регистрирующий аппарат также оказался не вполне надежным: штифт иногда рвал бумагу, а иногда давал неясные отсчеты. После нескольких опытных промеров, прибор был из'ят из употребления и передан в Музей Ленинградского Института Инженеров Путей Сообщения.

На описании других приборов мы не останавливаемся, так как они не имеют практического интереса.

Акустические приборы (эхо-лот).

Так как при речных промерах эхо-лот не применяется, то описание его не приводится в настоящей главе; краткие сведения об эхо-лоте помещены в главе XVII об исследовании озер.

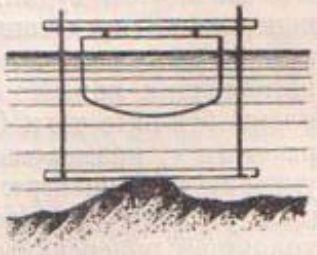
3. Траление.

Значение траления.

В некоторых случаях самые подробные промеры футштоком и лотом не могут дать уверенности в том, что не имеется отдельных малых глубин и препятствий для судоходства в виде камней, выступов дна и пр. Между тем, даже один незначительный камень или утерянный якорь на фарватере могут явиться причиной серьезной аварии для судна, В таких случаях, в дополнение к промерам, производится траление, сущность которого заключается в том, что посредством особого прибора, называемого тралом, выясняют, имеются ли какие-либо препятствия на определенной, интересующей судоходство, глубине. В практике морского плавания траление производится в широком масштабе, и морские фарватеры протраливаются на сотни километров. В практике внутренних водных путей траление производится лишь на каменистых участках рек, при проверке результатов взрывных работ по очистке русла от камней, при установлении фарватера на порожистых и каменистых участках рек; иногда траление бывает необходимо производить ежегодно после спада весенних вод, в тех случаях, когда весенним ледоходом переносятся вместе со льдом камни; если такой камень затонет на судовом ходе, может получиться угроза судоходству.

Простейший трал.

Наиболее простым приспособлением для траления является железная или деревянная рама, (фиг. 81) опускаемая на определенную глубину на специальном понтоне, который иногда устраивается на двух спаренных лодках; этот понтон сплывает вниз по течению, и все препятствия, имеющиеся на глубине меньшей той, на которой производится траление, будут задеты рамой и отмечены на плане засечками по сигналам, данным с понтона; в зависимости от ширины судового хода и ширины трала, приходится производить траление, проходя тралом несколько раз в пределах судоходной полосы.



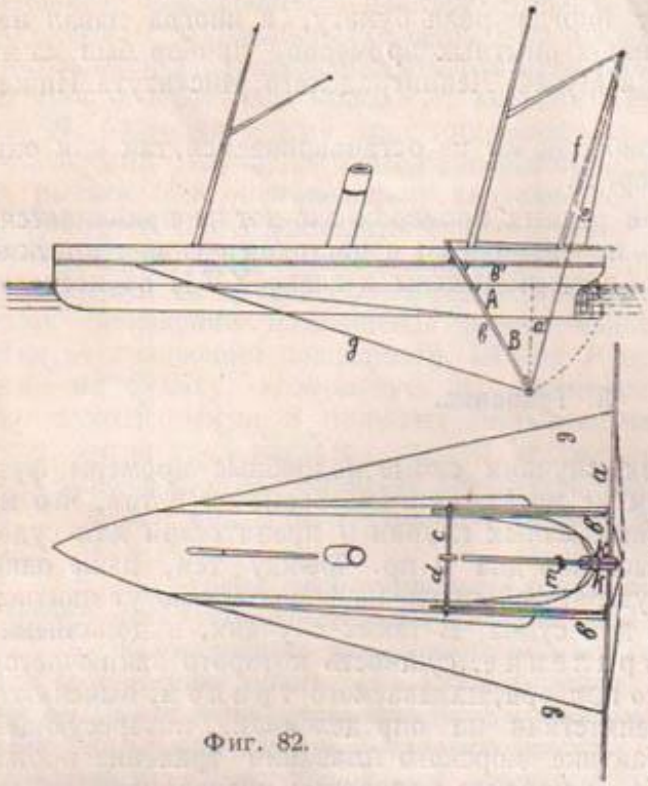
Фиг. 81.

Трал системы Котельникова.

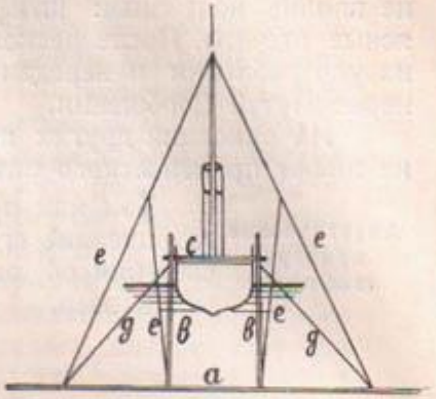
Если об'ем работы по тралению значителен, то целесообразно применять специальные тралы. Так, нами при работах по исследованию и обстановке фарватера на Осиновском пороге на Нижнем Енисее в 1912 году, был применен морской трал системы Котельникова, приспособленный по нашему заказу к условиям речного плавания.

Сущность конструкции названного трала заключается в следующем *).

Трал построен из английских паровых труб, диаметром 5 см. (фиг. 82 и 83). Основная горизонтальная поперечина *a* имеет длину 18,3 м;



Фиг. 82.



Фиг. 83.

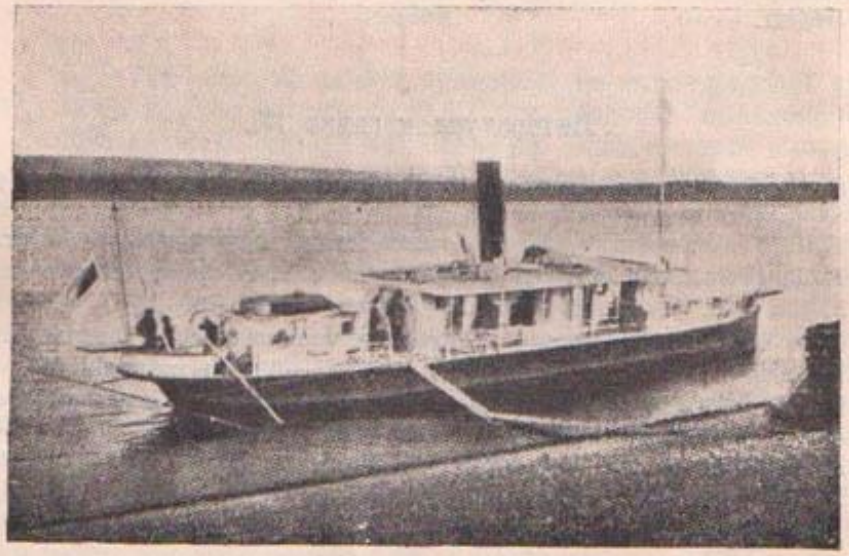
она соединяется с судном двумя боковыми трубками (гипотенузами), *в*,*в*, закрепленными в зажимах трубчатой оси *c*, длиной 4,3 м., лежащей на палубе судна; имея опоры на фальшбортах, эта ось поддерживается также по средине подшипником *d*, расположенным на палубе, на подушке; тут же устанавливается градуированная доска с индексом, указывающим по углу наклонения гипотенуз глубину опускания тралящей рамы.

Будучи опущен на требуемую глубину, трал удерживается в желательном положении четырьмя брасами *g* стального троса, идущими от тралящей поперечины и закрепленными другими концами у борта в носовой части судна. Благодаря применению этих брасовых тяг, тралящая поперечина, представляющая собою балку, изгибаемую напором воды, как бы получает четыре точки опоры и, вследствие этого, уменьшение изгибающих моментов (фиг. 83). В тех же точках, в которых прикреплены боковые тяги (брасы , идут наклонно вверх у кормы другие четыре тяги *e*, называемые топенантами; топенанты проходят через блок, укрепленный на стреле (выносе) из двух склепанных сходящихся железных уголков *f*, утвержденных на корме судна; кроме поддержания тралящей поперечины, топенанты предназначаются также и для под'ема трала из воды и для его опускания посредством небольшой, полутонной, лебедки *m*, приводимой в движение усилием двух человек.

Идущие к носовой части судна брасы ввязываются в крючки (по одному с каждой стороны) из мягкого железа, толщиною 10—13 мм; эти крючки продеваются в пробои, забитые в носовой части судна. Сопротивление крючка значительно меньше прочности брасов, почему при прикосновении прибора к камню, когда происходит сильное натяжение брасов, крючки разгибаются, и тралящая поперечина должна приподняться вверх.

*) В описании приведены данные и размеры, относящиеся к тралу, примененному нами в 1912 г. на Енисее.

Чтобы закончить описание трала, остается еще упомянуть о вращающейся площадке *k*, устанавливаемой на корме судна; назначение площадки—автоматически отмечать обнаруженный камень посредством буйка, падающего с площадки при прикосновении трала к камню; эта автоматичность достигнута тем, что идущие от гипотенуз особые тяги, при под'еме вверх задевшей за камень тралящей поперечины, выдёргивают чеку, удерживающую площадку в горизонтальном положении, после чего площадка получает поворот вокруг горизонтальной оси, и буек падает в воду. Так как применение площадки при речном тралении не является необходимым, то мы и не останавливаемся на ее описании.



Фиг. 84.

Из приведенного описания можно усмотреть, что прибор должен быть тщательно собран; в особенности важно достигнуть равномерного натяжения брасов; для этого лучше всего предварительную проверку длины тяг и пробную сборку делать не на судне, а где-нибудь на суше; равномерность натяжения брасов важна по той причине, что в противном случае, при тралении легко может случиться перенапряжение и разрыв тяг.

При испытании нами трала на Енисее, на Осиновском пороге в 1912 г. (фиг. 84), траление производилось всегда против течения следующим образом: остановившись на якоре на месте с тихим течением (обыкновенно у приглубого берега), ниже подлежащего исследованию места, начинали с подготовки трала; при этом судовая команда распределялась так: двое у лебедки на корме, четверо (по двое с каждой стороны) у концов боковых брасов, двое (по одному с каждой стороны) у средины боковых брасов, с оттяжками из пеньковой снасти на случай разрыва брасов, рулевые у штурвала, командир распоряжался пароходом, боцман тралом. По команде: „Трави трал", травились (выпускались) топенанты, и трал опускался на требуемую глубину.

По команде: „Выбирай брасы", натягивали боковые тяги и закладывали крючки в пробои. Проверив равномерность натяжения брасов и закрепив топенанты, снимались с якоря и самым тихим ходом выходили на фарватер для траления.

На основании опыта считаем не лишним сделать некоторые замечания, которые полезно принять во внимание при работах тралом системы Котельникова.

1) На реках с быстрым течением необходимо несколько усилить всю конструкцию трала, заменив 50 мм английские трубы 75 мм или, лучше, сделанными из более прочного материала.

2) Необходимо усовершенствовать конструкцию крючков у боковых брасов с тем, чтобы, в случае, если они разогнутся, брасы не падали в воду.

3) На опасных местах траление производить обязательно против течения.

4) Важно следить за правильностью сборки трала и равномерностью натяжения брасов.

5) При тралении необходимо установить строгий порядок в распределении команды так, чтобы каждый знал свое место и обязанности.

Имеются и другие системы тралов, но на описании их мы не останавливаемся, так как вообще траление при исследованиях рек применяется редко.

Литература к главе IX.

1. Е. В. Близняк. О производстве промеров на р. Енисее в 1911 г. с моторной лодки. 1912 г.

2. Е. В. Близняк. Заметки о самопишущих промерных приборах. 1912 г.

3. Е. Г. Иогансон. Краткие заметки по поводу промеров на реках. 1912 г

4. Э. Якоби. Курс водяных сооружений.

5. С. А. Колосов. Простой метод определения весеннего рельефа.

6. Handbuch der Ingenieurwissenschaft. B. III. T. 1. Gewässerkunde.

7. Е. В. Близняк. Описание работ по обстановке фарватера на Енисее от с. Ворогова до Осиновского порога и на Пономаревских камнях в 1912 г.

8. Д. Ф. Котельников. Трал Д. Ф. Котельникова для исследования глубин морей, озер и рек.

ГЛАВА X.

Приведение полевых работ к условному уровню воды и вычисление срезки.

Общие данные.

Так как во время производства исследований уровень воды в реке колеблется, то для удобства пользования материалами исследований, особенно если имеется в виду пользование планами реки для судоходства, необходимо привести к одному условному горизонту собранные во время исследований данные, касающиеся промеров русла, очертания его в плане и отметок уровня воды.

За условный горизонт принимается низкий, наблюдавшийся в течение работ уровень воды исследуемой реки.

Если разные участки реки исследуются в разные годы, то условные горизонты, к которым отнесены планы разных лет, должны разниться между собою возможно менее. Это делается для лучшей сравнимости планов, снятых в разные годы, в целях удобства пользования планами.

Если исследуется малая река, улучшение судоходных условий которой возможно лишь посредством шлюзования, или если река может быть использована лишь, как источник для получения энергии или для орошения, то в таких случаях приведение полевых работ к одному горизонту может и не делаться.

Выбор условного горизонта.

В большинстве случаев полевые работы по исследованию рек начинаются в то время, когда уровень воды в реке стоит сравнительно высоко; низкие же горизонты обычно наблюдаются в конце годового периода работ (к осени). Поэтому обычно в качестве условного горизонта и принимают наиболее низкий горизонт, наблюдавшийся в один из дней по окончании полевых работ, в определенный час. Необходимо выбрать устойчивое стояние уровня воды, когда на всем протяжении исследованного участка не проходит паводок и вообще не наблюдается сколько-нибудь резких колебаний горизонтов воды (в сутки, примерно, не свыше 1—3 см).

В этом случае, если бы удалось определить нескольким наблюдателям одновременно по условленному сигналу во всех пронивеллированных точках отметки продольного профиля, задача приведения полевых работ к условному горизонту разрешалась бы просто, так как отметки условного горизонта получились бы непосредственно нивеллировкой. На практике такие случаи могут быть сравнительно в редких случаях, когда исследования ведутся на небольших участках рек.

Полевые работы по определению условного горизонта.

Обычно приходится производить приведение полевых работ к условному горизонту следующим образом: протяжение исследуемой реки разделяется на участки, длиною каждый примерно 50—70 км; конец каждого участка и начало последующего участка совпадают на одном из установленных основных реперов; желательно, чтобы на каждом участке имелся хотя бы один водомерный пост; каждый участок поручается одному

технику-нивеллировщику, который в лодке сплывает вниз по течению и у всех реперов (основных и временных) определяет нивеллировкой отметку уровня воды, записывая число, месяц, час и минуты, когда эта нивеллировка была произведена.

Длина участка реки, поручаемого одному технику, должна быть такова, чтобы связка осеннего, принимаемого за условный, уровня воды с реперами могла быть произведена в кратчайший срок, желательно в 1 день (обычно 2—3 дня). Чтобы наилучшим образом охарактеризовать продольный профиль реки, желательно иметь возможно большее число пронивеллированных точек условного уровня воды: так как отметки условного уровня, как сказано выше, берутся у реперов, то, таким образом, расстояние между пронивеллированными точками условного уровня будет не свыше 2,5 км; чтобы получить большее число точек условного уровня, желательно во время работ устанавливать (специально для работ по срезке) дополнительные реперы простейшего типа, хотя бы в виде сваек, толщиною до 10 см, забиваемых почти вровень с землей.

Приняв, согласно вышеизложенного, за условный горизонт, к которому намечается приведение полевых работ, определенный уровень, наблюдаемый в один из часов, когда производятся водомерные наблюдения, (8 час. утра) и зная время, когда была произведена связка горизонта воды с тем или иным репером, можно, пользуясь данными наблюдений на ближайшем водомерном посту, вычислить отметку условного горизонта у каждого репера путем прибавления с соответствующим знаком ($\pm$) к величине отметки, определенной посредством нивеллировки у репера, разности между показаниями водомерного поста в момент нивеллировки у данного репера и в момент, соответствующий стоянию горизонта, принятого за условный (горизонт срезки).

Например, у Rp. A отметка уровня воды была определена нивеллировкой в 12 час. 8 августа и оказалась равной 71,235 м; если за условный уровень был принят горизонт воды 7 авг. в 8 час. и если показание на ближайшем к реперу A водомерном посту 7 августа было + 71см, а 8 августа + 72см (горизонт устойчивый), то отметки условного горизонта у Rp. A будет равна 71,235—0,010=71,225 м.

Разность же между отметкой рабочего уровня воды у репера и полученной, согласно вышеизложенного, отметкой условного горизонта воды у того же репера представит собою величину приводки рабочего горизонта к условному, или величину так называемой срезки.

Так, например, если во время основных (летних) полевых работ 15 мая отметка рабочего уровня воды у Rp. A была определена 71,574 м, то величина срезки у Rp. A будет равна 71,574—71,225=0,349 м.

Обычно величина срезки у данного репера бывает отличной от величин срезки у соседних реперов, что об'ясняется изменением характера поймы, русла, уклонов и проч. Поэтому, для получения величины срезки для каждой из пронивеллированных между реперами точек, разность срезок у двух соседних реперов разбивается пропорционально падению уровня воды на этом участке.

Указанный способ является более точным, чем способ разбивки разности срезок пропорционально расстоянию, так как здесь более правильно учитывается одна из основных характеристик реки—ее уклон.

Вычисление срезки.

Обозначим через H_1, H_2, H_m отметки рабочего горизонта воды, соответственно у реперов № 1 и № 2, а также точки m, лежащей между реперами № 1 и № 2 (фиг. 85).

Отметки условного горизонта у реперов № 1 и № 2, определенные дополнительной (осенней) нивеллировкой, обозначим соответственно через h_1 и h_2.

Тогда величина срезки ΔH_1 у репера № 1 равна

$$\Delta H_1 = H_1 - h_1$$

и величина срезки ΔH_2 у репера № 2 равна

$$\Delta H_2 = H_2 - h_2.$$

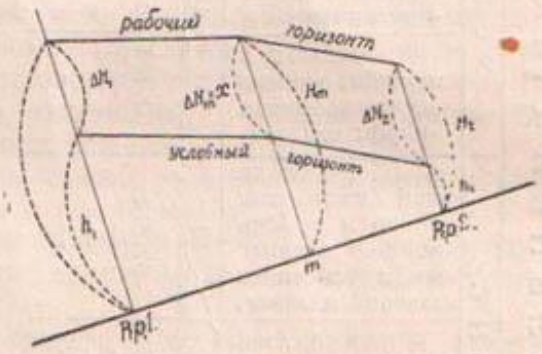
Падение рабочего горизонта между реперами № 1 и № 2 $= H_1 - H_2$; падение рабочего горизонта между репером № 1 и точкой m равно $H_1 - H_m$.

Обозначив через ΔH_m величину срезки для точки m, получим, на основании вышеизложенного:

$$\Delta H_m = \Delta H_1 - \frac{\Delta H_1 - \Delta H_2}{H_1 - H_2}(H_1 - H_m)$$

$$h_m = H_m - \Delta H_m.$$

Однако приведенный пример на практике почти никогда не встречается, так как уровень воды во время производства основной нивеллировки колеблется, почему отметки H_1, H_2 и H_m приходится предварительно исправить на величину указанных колебаний; кроме того, необходимо учитывать и колебания уровня воды за время перерыва работ (ночного, во время обеда и проч.); словом, рабочий горизонт воды между двумя смежными реперами, где были определены отметки условного горизонта (горизонта срезки), должен быть приведен к какому-либо определенному часу дня, обычно к утреннему. Для выполнения этой приводки служат показания описанного выше (стр. 34), так называемого баржевого водомерного поста.



Фиг. 85.

На основании вышеизложенных соображений, нетрудно вычислить отметки условного горизонта для всех точек продольного профиля.

Вычисление срезки промеров глубин.

Остается еще показать, как вычисляется величина срезки промеров глубин, которые вообще производятся не в одно и то же время с нивеллировкой и обычно идут впереди нивеллировки. Пользуясь показаниями баржевого водомерного поста, нетрудно вычислить поправку для величины срезки, полученной для рабочего пронивеллированного горизонта в промерном профиле. Чтобы облегчить вычисление срезки промеров глубин, целесообразно перед началом производства промеров по каждому профилю реки забить у берега прочный кол вровень с поверхностью воды и отметить время (часы, минуты). Идущие вслед за промерами нивеллировщики берут отметку верхушки кола и таким образом определяют отметку уровня воды, при которой производились промеры. Поэтому для получения срезки промеров глубин, остается лишь к срезке рабочего горизонта прибавить или вычесть из нее абсолютную разность отметок рабочего горизонта и верхушки кола.

Пример вычисления срезки.

Все вычисления необходимо производить по определенной системе в специальном журнале, что значительно облегчает и упрощает подсчеты и дает возможность обнаружить ошибки.

ЖУРНАЛ ВЫЧИСЛЕНИЙ СРЕЗОК.

Километры по фарватеру.	№№ реперов.	№№ профилей, галсов.	РАБОЧИЙ ГОРИЗОНТ. Отметки проинвелированного рабоч. горизонта.	Время получения отметки. День.	Время получения отметки. Час.	Показание баржевого или водомерного постов.	Поправка для приведения рабочего горизонта к одному часу.	Отметки рабочего горизонта, приведенного к одному часу.	Отметки рабочего горизонта, приведенного к одному часу и к одному дню (между реперами).	УСЛОВНЫЙ ГОРИЗОНТ. Отметки проинвелированного низкого горизонта у реперов.	Время нивеллировки низкого горизонта.	Поправка для приведения низкого горизонта к 1 ч. дня 26 авг. 1911 г.	Отметки условного горизонта у реперов.	Срезка у реперов. ΔH_1 и ΔH_2	Срезка у реперов. $\Delta H_1 - \Delta H_2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
92+250	75	—	52,812	15/VII	9,30 у.	0,699	0	к 9½ ч. 15/VII	52,812	52,158	25 VIII	— 0,040	52,118	— 0,694	0,048
		731	—	„	„	—	—	—	—	—	„	—	—	—	
		733	—	„	„	—	—	—	—	—	„	—	—	—	
		735	—	„	„	—	—	—	—	—	„	—	—	—	

УСЛОВНЫЙ ГОРИЗОНТ. Падение рабочего горизонта между реперами (из колонны 10).	Поправка срезки на 1 м падения рабочего горизонта.	Частные падения рабочего горизонта (из колонны 10).	Поправка срезки на частное падение рабочего горизонта.	Общая срезка к 1 ч. дня 26 авг. 1911 г.	Отметки условного горизонта.	СРЕЗКА ПРОМЕРОВ ГЛУБИН. Время производства промеров глубин. День.	Время производства промеров глубин. Час.	Отметка проинвел. горизонта воды во время промера.	Показания баржевого или водомерн. поста. Во время промера.	Показания баржевого или водомерн. поста. При нивеллир.	Поправки для получения срезки промеров глубин.	Срезка промеров глубин вычисленная.	Срезка промеров глубин принятая.
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,173	0,2776	0,049	0,014	— 0,694	52,118	—	—	—	—	—	—	—	— 0,70
				—	—	13/VII	10 25 у.	—	0,689	0,699	—	—	
				—	—	„	10 35 у.	—	0,690	—	—	—	
				—	—	„	11 „	—	0,692	—	—	—	

На стр. 102 приводится пример, заимствованный из наших работ по исследованиям р. Енисея (от Красноярска до Енисейска).

Графы 1—6 не требуют пояснений.

В выписанные из полевых книжек отметки воды у профилей и реперов (гр. 4) введены поправки, для приведения горизонта водной поверхности ко времени начала дневной работы, на основании наблюдений на передвижном баржевом посту (графы 7 и 8).

(На основании исправленных, таким образом, отметок (гр. 9) составляется продольный профиль реки при рабочем горизонте).

Так как нивеллировка рабочего горизонта у соседних реперов могла производиться в разные дни, то для получения сплошного уклона между ними для производства срезки (без перерыва уклона, выражаемого на профиле графически уступом), необходимо некоторые отметки из гр. 9-й привести к уровню предыдущего дня и вписать их в гр. 10-ю.

В графе 11-й помещены выписанные из полевых книжек отметки низкого горизонта воды, полученные одновременной связкой его с реперами, 24—27 августа.

За условный горизонт был принят нами горизонт 26 августа, 1 час. дня.

Для приведения отметок низкого горизонта к этому дню, в них введена поправка по показанию постоянных водомерных постов (гр. 13).

Исправленные, таким образом, отметки (гр. 14) были приняты при составлении продольного профиля при условном состоянии реки.

В гр. 15-й показаны величины срезок рабочего горизонта у реперов (разность отметок, помещенных в гр. 14 и 10).

Для получения срезки в промежуточных точках между реперами, разность срезок ($\Delta H_1 — \Delta H_2$) разбита пропорционально падению уровня воды на этом участке (гр. 16—21).

На основании вычисленных срезок, в гр. 22 показаны отметки горизонта 26 августа, по которым и составлен продольный профиль при условном низком состоянии реки.

Приведение промерных глубин к условному горизонту делалось на основании вычисленных уже срезок для пронивеллированного рабочего горизонта с введением соответствующих поправок на разницу колебаний горизонта нивеллировки и горизонта промеров.

Графы 23—30 содержат все необходимые вычисления.

Время производства промеров глубин, отметки вершины кола, забитого вровень с водой при начале промеров, и соответственные этому времени показания баржевого поста показаны в графах 23—26.

В графе 27-й приведены показания баржевого поста для дня и часа, к которым отнесены отметки в гр. 10-й.

Для этих отметок и были показаны срезки в гр. 21-й.

По разности отметок промерного и рабочего горизонта (гр. 10), а также по показаниям баржевого поста, нетрудно получить поправку для срезки промеров глубин (гр. 29).

Величина вычисленной срезки округляется до 0,10 м, так как точность отсчетов при промерах глубин не превышает этой величины.

На основании полученных, таким образом, срезок вычисляются глубины, отнесенные к условному горизонту: для наглядности они выписываются в полевых журналах рядом с рабочими глубинами и затем наносятся на полевые планшеты. (Стр. 85).

Общие замечания. Следует иметь в виду, что приведение полевых работ к условному горизонту дает хорошие результаты лишь при наличии следующих условий: 1) при устойчивости русла, 2) при возможно меньших промежутках между пронивеллированными точками условного горизонта, 3) при не чрезмерно больших величинах срезки.

Обращаясь к более детальному рассмотрению указанных обстоятельств, необходимо прежде всего отметить, что если русло реки неустойчиво и если наблюдаются намывы весной и размывы русла в меженнее время, то в случае производства промеров при высоких горизонтах, т.-е. при наличии намывов, срезка может дать результаты, сильно искаженные и не соответствующие фактическим глубинам, так как размыв русла не будет учтен. Поэтому в таких случаях необходимо произвести повторные промеры на перекатах при низком горизонте, близком к условному.

Если река имеет уклоны, резко меняющиеся на разных участках (пороги, перекаты и т. п.), то, в случае редкого расположения пронивеллированных точек условного горизонта, могут получиться ошибки при срезке, так как в таком случае переломы продольного профиля уровня воды не будут учтены; поэтому при нивеллировке условного горизонта, необходимо брать отметки уровня воды у дополнительных реперов, устанавливаемых, как указано выше, во время основных полевых работ специально для указанной цели (выше и ниже порогов и отдельных значительных перепадов, выше и ниже перекатов и пр.); само собою разумеется, эти реперы могут быть временных типов.

Наконец, слишком большие срезки также мало желательны, так как это прежде всего указывает на производство промеров при высоких горизонтах. Очевидно, что при таких условиях могут быть пропуски отдельных мелей, камней, препятствий для судоходства и проч.; кроме того, ошибки будут усугубляться, вследствие неточности промеров лотом и проч.

Журнал продольного профиля.

Помещаемая ниже страница журнала продольного профиля имеет все данности, необходимые для нанесения на продольном профиле реки; отметки условного уровня воды берутся из приведенного выше журнала вычисления срезки. Пользуясь этим журналом и условными обозначениями, нетрудно вычертить продольный профиль.

Подробности составления продольного профиля помещены в главе XIV.

Журнал продольного профиля.

Километры по фарватеру.	Пикетаж.	Глубины в сантиметрах.	Частные падения услов. гориз. на км ___ м.	Отметки высоких вод.	№№ профилей разлива.	Отметки характерных береговых точек.		РЕПЕРЫ.			Водомерные посты:				Скорости на поверхности.			Перекаты. Пороги.	Притоки.	Селения.	Пристани. Переправы.	Астроном., тригонометрич. пункты. Приметные пункты.
											постоянные.		временные.		Величина скорости.		Отм. воды при опр. скор.					
						Левый берег.	Правый берег.	Берег.	Тип и № репера	Отметка.	Наименование.	Отметка нуля.	Наименование.	Отметка нуля	Метр сек.	Км час.						

Литература к главе X.

Е. В. Близняк. О приведении полевых работ к условному горизонту. 1912 г.

ГЛАВА XI

Гидрометрические наблюдения. Методы определения скоростей течения и расходов воды. Наблюдения над наносами. Исследования притоков.

1. Гидрометрические наблюдения.

Цель гидрометрических наблюдений. Общие данные.

Гидрометрические наблюдения имеют целью охарактеризовать водную мощность исследуемой реки во всех ее участках, значительно отличающихся один от другого расходами воды, при возможно большем числе различных горизонтов. Так как в результате работ, как указано ниже, должны быть получены для названных участков „кривые расходов", т.-е. кривые, дающие зависимость между высотой (отметкой) уровня воды в реке и расходом, то для того, чтобы достаточно точно охарактеризовать эти кривые, необходимо произвести определения расходов при возможно большем размахе (амплитуде) колебаний уровня воды; особо важными и характерными расходами являются расходы при самых высоких, самых низких, а также и средних горизонтах; если река используется, как источник энергии, то очень важным является определить наименьшие расходы, безотносительно того, наблюдаются ли они в зимнее время или же когда река свободна ото льда.

Для указанных выше наблюдений организуются 1) основные гидрометрические станции, 2) временные гидрометрические станции и 3) отдельные определения расходов во время об'ездов исследуемой реки.

Основные гидрометрические станции.

Основными гидрометрическими станциями являются такие, на которых годовые наблюдения производятся не менее двух лет. Если во время этих двухлетних наблюдений не удается захватить достаточно большую амплитуду колебаний уровня воды, то необходимо продолжить действие постоянной гидрометрической станции.

Временные станции. Об'езды.

На временных станциях наблюдения должны производиться не менее года.

Так как организация и действие станций обходятся сравнительно дорого, то, в дополнение к основным и временным гидрометрическим станциям, организуются об'езды исследуемого протяжения реки, с производством в определенных характерных пунктах измерений расходов при разных горизонтах. Эти об'езды в значительной степени дополняют данные, получаемые на гидрометрических станциях.

Расположение гидрометрических станций.

Обращаясь к вопросу о числе станций и выборе места их расположения, следует указать, что обычно должно быть устроено на исследуемом протяжении реки не менее двух основных станций; одна из них располагается на верхнем течении исследуемого участка реки, другая на нижнем. В дополнение к основным станциям, организуются временные станции, а также об'езды, согласно вышеизложенного.

При назначении мест расположения гидрометрических станций, следует прежде всего принять во внимание имеющиеся на данном участке реки наиболее значительные притоки и выбрать места для станций в районе впадения этих притоков, если только местные условия допускают возможность выбора профилей для установки гидрометрического створа. Места вблизи устьев притоков удобны в том отношении, что, намечая один створ ниже впадения притока, а другой выше устья притока или на самом притоке, можно получить более подробные данные для характеристики водной мощности исследуемой реки.

В целях наилучшей связи гидрометрических наблюдений с водомерными, желательно, насколько это удобно по местным условиям, устраивать гидрометрические станции вблизи постоянных водомерных постов с многолетними наблюдениями. Равным образом, целесообразно организовывать станции в тех местах, где в прежние годы производились определения расходов, если, конечно, эти места удовлетворяют требованиям, пред'являемым к гидрометрическим станциям.

Состав наблюдений. В состав наблюдений на постоянной гидрометрической станции входят следующие:

1. Определения расходов воды.
2. Наблюдения над колебаниями уровня воды.
3. Наблюдения над уклонами исследуемого участка.
4. Наблюдения над направлениями струй.
5. Наблюдения зимнего режима.
6. Наблюдения над количеством наносов.
7. Прочие наблюдения, в зависимости от заданий.

Из перечисленных работ обязательными являются 1—5; что касается наблюдений над количеством наносов, то таковые наблюдения могут не производиться лишь в тех случаях, если река не несет сколько-нибудь значительного количества взвешенных частиц; вообще же эти наблюдения также являются необходимыми.

На временных станциях об'ем наблюдений сокращается, а именно, необязательными являются наблюдения уклонов и наносов.

Во время об'ездов, когда производятся определения отдельных расходов, наблюдения ограничиваются исключительно измерениями расходов.

Так как основные методы определения расходов воды описаны ниже, то здесь отметим лишь, что на надлежащую постановку гидрометрических работ должно быть обращено сугубое внимание, так как эти работы являются основными, и на них базируются ответственнейшие части проекта. Не следует забывать, что неправильное или неполное освещение вопроса о водной мощности реки может свести к нулю значение проектируемого сооружения, например, гидроэлектрической станции, если для ее действия не хватит воды.

Определение годового стока. Необходимо еще иметь в виду, что в задачи надлежащего изучения водной мощности реки должно входить не только определение секундных расходов, но и установление того количества воды (стока), которое протекает в год через данное сечение реки. Особенно важным указанное обстоятельство является в тех случаях, когда не удается установить кривую расхода (реки с малым расходом, наличие легко размываемого русла, действие подпоров, сложные явления зимнего режима и пр.).

Организация метеорологических наблюдений.

Если в районе исследуемой реки не имеется метеорологических станций, или если число их незначительно, является целесообразным устроить дополнительные метеорологические наблюдения на основных гидрометрических станциях; в состав метеорологических наблюдений должны войти измерения 1) давления воздуха, 2) температуры и влажности воздуха, 3) осадков, 4) силы и направления ветра, 5) облачности, 6) температуры воды, 7) испарения *).

Выбор гидрометрических приборов.

При организации гидрометрических работ, следует уделить надлежащее внимание вопросу о выборе гидрометрических приборов и выбирать те приборы (см. ниже стр. 108), которые наилучшим образом соответствуют условиям исследуемой реки; вместе с тем, названные приборы должны быть вполне надежными в отношении исправности и точности своего действия. Вопрос о тарировании (определении коэффициентов) вертушек в каждом случае должен быть детально обследован, особенно если приходится вести работы в отдаленных местах; во всяком случае, отдавая предпочтение тарированию вертушек в специальных бассейнах, надо учитывать возможность тарирования вертушек и собственными средствами (см. ниже, стр. 110).

Не следует забывать, что в некоторых случаях может оказаться полезным и даже единственно приемлемым так называемый химический метод определения расходов (см. ниже, стр. 129).

При заказе гидрометрического оборудования, необходимо иметь в виду, что нередко изготовляемые фирмами комплекты вертушек с принадлежностями могут не удовлетворить местным условиям, почему нельзя полагаться лишь на данные каталогов и описаний, а каждый раз подбирать соответствующие комплекты, учитывая при этом наиболее существенные элементы, определяющие тип вертушки: глубины, скорости течения, количество наносов; в большинстве случаев, является целесообразным вести гидрометрические наблюдения при высоких горизонтах приборами одного типа, а при низких — другого. При пользовании вертушками, опускаемыми на тросе, следует также в каждом частном случае изучить вопрос о весе опускаемого с вертушкой груза, не полагаясь на данные каталогов; нередко при значительных скоростях течения вес груза должен быть увеличен, а в соответствии с этим, усилено и прочее оборудование: трос, станина, лебедка и проч.

Связь гидрометрических наблюдений с прочими работами исследований.

Следует сделать еще одно замечание об организации гидрометрических наблюдений, а именно: необходимо, чтобы названные наблюдения, особенно на гидрометрических станциях, тесно связывались со всеми другими работами исследований, а не стояли бы отдельно, ограничиваясь лишь задачами измерений расходов, как это иногда бывает. Необходимо, чтобы гидрометрические станции были в курсе прочих работ партии и дополняли бы те или иные стороны жизни реки; так, например, гидрометрические станции должны принимать непосредственное участие в работах по изучению зимнего режима, ледостава, ледохода; иметь общее наблюдение за водомерными постами и пр. Такая постановка дела, во-первых, будет способствовать накоплению большего количества фактического материала, во-вторых, даст возможность заведывающему гидрометрической станцией более глубоко осветить и те вопросы, которые он изучает по основной своей работе на станции, в виду тесной взаимной связи многих явлений, происходящих в жизни реки.

---

*) См. следующий Выпуск.

2. Главнейшие методы определения скоростей течения и расходов воды.

Общие данные. Вопросами изучения скоростей течения и расходов воды занимается гидрометрия; поэтому, не считая возможным останавливаться на подробном изложении методов определения скоростей течения и расходов воды на гидрометрических станциях, мы все же полагаем полезным привести хотя бы самые краткие данные о наиболее употребительных гидрометрических приборах и методах, поскольку с этими вопросами приходится встречаться при общих исследованиях, рекогносцировках и проч.

В виду изложенного, мы даем описание способов определения скоростей течения и расходов воды лишь посредством вертушек и поплавков, а также химического, прочие же способы, как-то: непосредственным измерением, посредством водосливов и другие мы оставляем без рассмотрения.

При этом мы считаем, что основы гидрологии и гидравлики читателю известны.

А. Определение скоростей течения и расходов воды посредством вертушек.

Типы вертушек. Наиболее употребительные типы вертушек, применяемые при водных исследованиях, могут быть разделены на два класса: 1) вертушки, имеющие лопасти, вращающиеся на горизонтальной оси, и 2) вертушки с лопастями, вращающимися на вертикальной оси. Из вертушек 1-го класса наиболее известны в России вертушки (швейцарские) системы Амслера и вертушки Баварской фирмы Отта; из вертушек 2-го класса—вертушки американские Прайса.

Сущность определения скорости течения. Сущность определения скоростей течения посредством вертушки заключается в следующем: так как число оборотов вертушки в единицу времени является функцией скорости течения воды, поэтому, зная, какому числу оборотов лопастей вертушки в секунду соответствует та или иная скорость, можно определить величину последней.

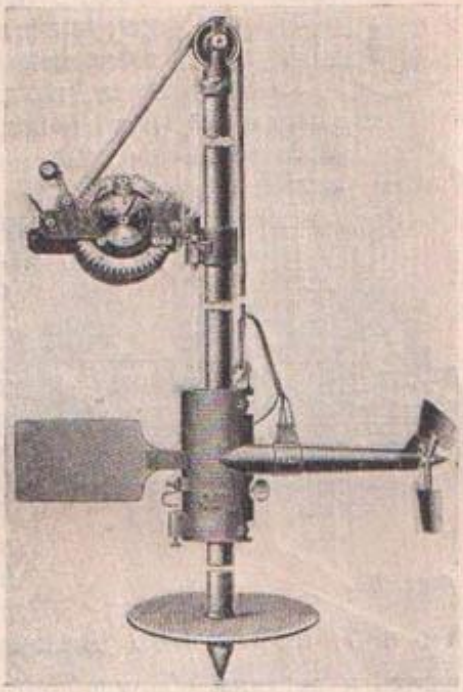
Из формулы расхода воды в реке:

$$Q = \Omega V,$$

где Ω площадь живого сечения, а V средняя скорость для всего сечения, следует, что направление скорости должно быть нормальным к площади поперечного сечения; поэтому вертушка и должна устанавливаться нормально к площади поперечного сечения; в противном случае, необходимо вводить соответствующую поправку, в зависимости от величин углов, составляемых осью вертушки с плоскостью живого сечения в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Вертушки на штанге и на тросе. В виду изложенного, вертушки опускаются на жестких штангах, которые или устанавливаются на дно (фиг. 86) и вертушка скользит по штанге или же, при малых глубинах, вертушка прикрепляется к концу штанги и перемещается вместе со штангой (фиг. 87). При этом сечение штанги не должно быть громоздким, чтобы не было неправильностей в распределении струй и вредного воздействия на работу вертушки.

В случае больших глубин, вертушки опускаются на тросе с грузом соответствующего веса (фиг. 88 и 90) и снабжаются электрическим донным контактом, в момент прикосновения которого ко дну реки раздается звонок.

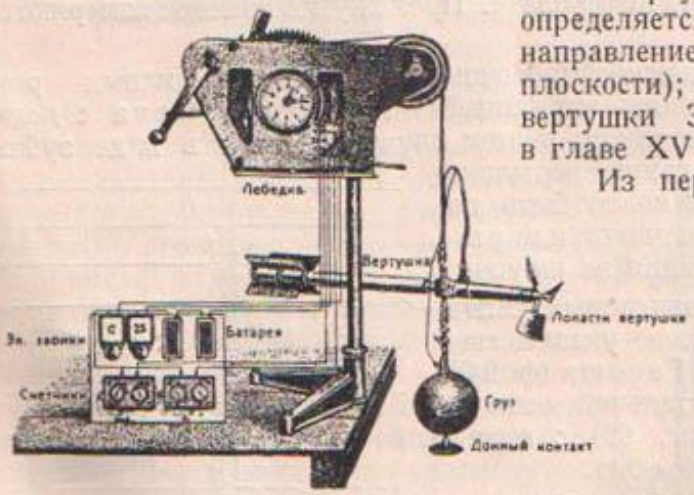


Фиг. 86.



Фиг. 87.

Хотя, как указано выше, в этом случае следует вводить поправки на косое положение вертушки, для чего надо знать величины соответствующих углов, однако обычно такие поправки не делаются,*) тем более, что еще не имеется вполне удобных для применения на практике вертушек, дающих возможность определять означенные углы. При исследованиях морских и озерных течений, где приходится изучать направление течения, применяются специальные типы вертушек, помощью которых определяется и скорость течения и направление его (в горизонтальной плоскости); один из типов такой вертушки Экмана описан ниже, в главе XVII.



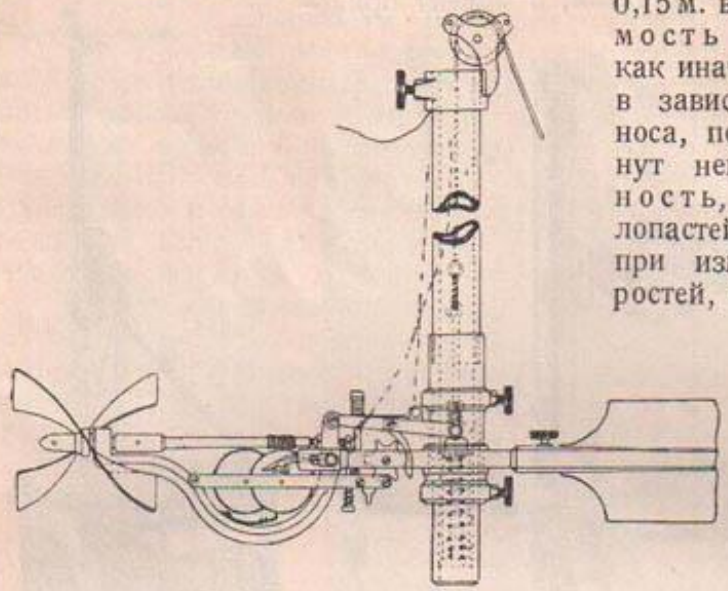
Фиг. 88.

Из перечисленных трех типов вертушка Амслера (фиг. 89, 90) является наименее совершенной; хорошо и детально разработаны типы вертушек Отта (фиг. 86, 87, 88, 93) и Прайса (фиг. 91 и 92); все указанные типы имеют электрическую передачу; а вертушки Прайса имеют также счетчик акустический (фиг. 92) (по звуку, передаваемому по штанге от счетного механизма, имеющего ударный молоточек).

Качества вертушек. Очень важными качествами вертушки являются следующие: 1) чувствительность, т.-е. способность измерять возможно малые скорости течения (в этом отношении

*) Таким образом величины измеренных расходов обычно больше расходов действительных.

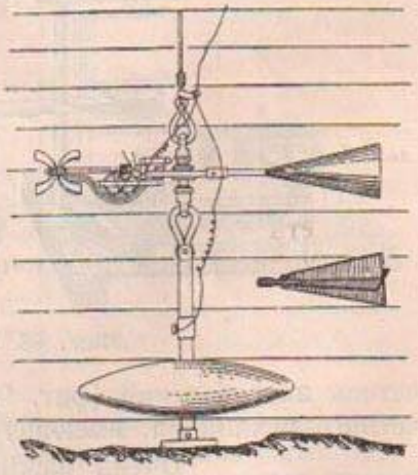
вертушки Прайса имеют некоторые преимущества перед вертушками Отта; минимальная скорость, могущая быть измеренная вертушкой, не ниже 0,15 м. в сек.) 2) неизменяемость подшипников, так как иначе, с течением времени, в зависимости от степени износа, показания вертушки станут неправильны, 3) прочность, особенно прочность лопастей, что очень важно при измерении больших скоростей, 4) защищенность от засорения наносами; в этом отношении хорошо работают вертушки с закрытой камерой и магнитным контактом Отта, (фиг. 86); вертушки Прайса тоже хороши в этом отношении, 5) надежность действия, 6) простота конструкции и 7) возможно меньшая стоимость.



Фиг. 89.

Звонок-счетчик. Обращаясь к деталям оборудования вертушки, следует еще отметить, что определение количества оборотов лопастей вертушки в течение определенного промежутка времени производится или по звонку через известное число оборотов (10 — 25 — 50 — 100) или по специальному электрическому счетчику, показывающему обороты вертушки на циферблате. Промежутки времени измеряются по секундомеру.

Карманные вертушки. Для рекогносцировочных исследований малых рек, можно применять карманный тип вертушки Отта с механическим счетчиком; в этом случае счетчик в виде зубчатых колес помещен на самой вертушке (фиг. 93), ось с лопастями может быть по желанию соединена со счетчиком или разобщена посредством дергания за шнурок.



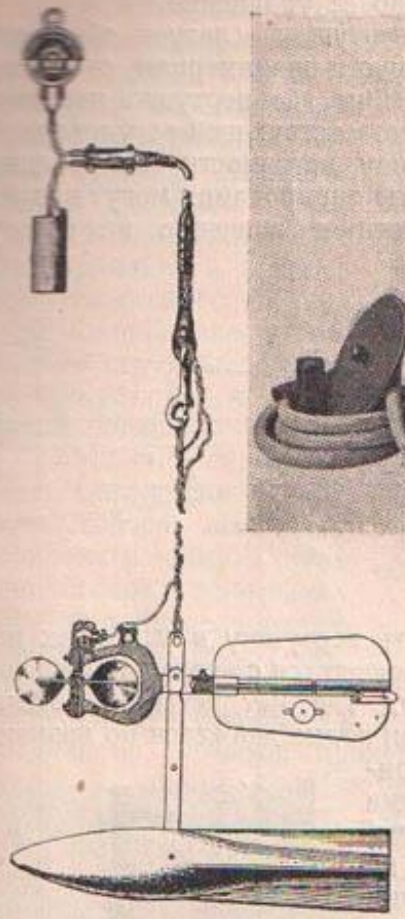
Фиг. 90.

Вертушки Люта, Гайоша. Кроме описанных типов вертушек можно указать еще на вертушки Гайоша (ф. 94), Альбрехта с горизонтальной осью и на вертушку Люта (фиг. 95) с вертикальной и горизонтальной осью.

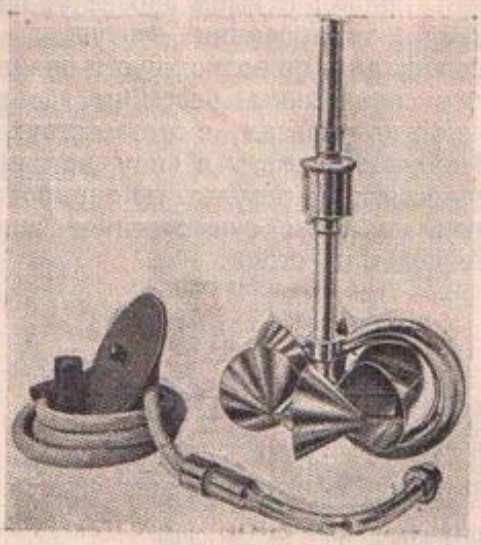
Тарирование вертушек. Чтобы определить скорость течения воды v, зная количество оборотов лопастей вертушки в единицу времени (1 секунду) n, необходимо знать закон зависимости между скоростью течения воды v и числом оборотов вертушки n, иначе говоря, знать так называемое уравнение вертушки; в общем виде указанная зависимость выражается формулой

$$v = a + bn + cn^2,$$

где v скорость течения воды, n число оборотов вертушки в 1 секунду, a, b, c так называемые **постоянные коэффициенты вертушки**; в случае износа подшипников, повреждения осей, погнутия лопастей, коэффициенты могут изменяться.



Фиг. 91.



Фиг. 92.

Обычно третьим членом приведенного уравнения пренебрегают, и уравнение вертушки принимает вид:

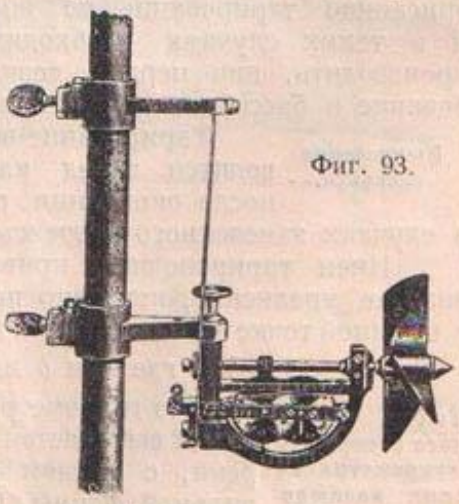
$$v = a + b n.$$

(Известны и другие типы уравнений, как например,

$$v = a n + \sqrt{b n^2 + c}).$$

Нахождение величин коэффициентов вертушки a и b называется **тарированием вертушки**. Тарирование обычно производится в специальных бассейнах, в Ленинграде в Опытывом Бассейне Морского Ведомства, в Москве на Кучинской Гидрологической станции НКЗ и других.

Сущность тарирования заключается в том, что вертушке сообщаются определенные скорости v_1, $v_2 \ldots v_k$ и наблюдаются числа оборотов n_1, $n_2 \ldots n_k$, соответствующие этим скоростям. Сделав k пробегов вертушки (30 — 40), при разных скоростях, наносят графически на клетчатой бумаге по оси Y-ов скорости v_1, $v_2 \ldots v_k$ (фиг. 96), а по оси X-ов соответствующие им n_1, $n_2 \ldots n_k$; затем графически проводят тарировочную кривую прямую) по полученным точкам *); можно также величины коэффициентов a и b вычислить аналитически по способу наименьших квадратов. Необходимо иметь в виду, что обычно часть тарировочной кривой для наименьших скоростей имеет заметную кривизну, почему, если приходится определять вертушкой малые скорости, следует эту часть тарировочной кривой вычертить в более крупном масштабе или применить для вычисления коэффициентов более точный способ, например, подобный тому, который предлагается инженером А. А. Оттом.

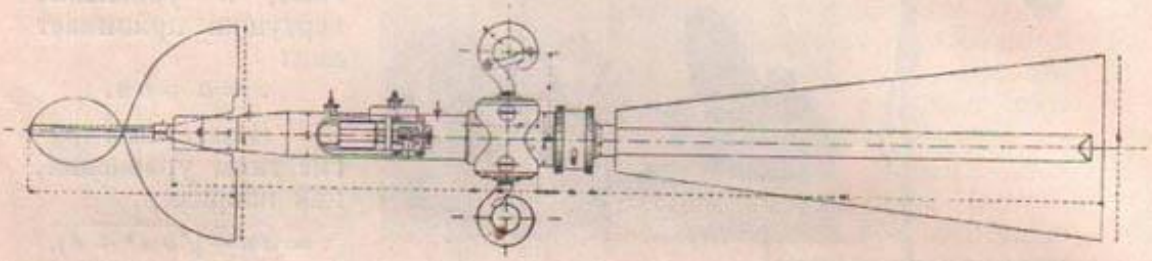


Фиг. 93.

*) Предварительно откидываются точки, дающие значительные отклонения; остальные точки группируются по группам, и в центре тяжести каждой группы берутся средние точки; применительно к последним и проводится тарировочная кривая (прямая).

Если тарирование производится в лаборатории, бассейне, то учреждение, производящее тарирование, выдает так называемый аттестат, где изображена тарировочная кривая и выписано ее уравнение.

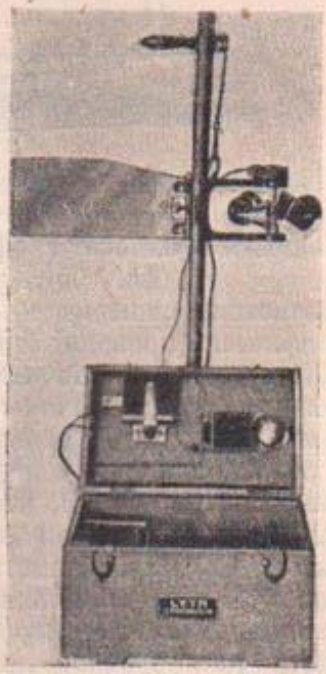
Главное внимание при тарировании вертушки следует обращать на то, чтобы вертушке сообщалась по возможности равномерная скорость; для этого и устраиваются специальные бассейны, где вертушка передвигается совместно с тележкой по рельсам, с соответствующей регулировкой скорости движения. Необходимо иметь в виду неточности тарирования вертушек при малых скоростях; на результаты тарирования могут влиять и размеры тарировочных каналов; существенное значение на работу вертушки имеет и косое действие струй.



Фиг. 94.

Тарирование вертушек в поле.

Если приходится тарировать вертушку в условиях полевых работ, тотарирование производится следующим образом (фиг. 97): выбирают озеро, пруд, где нет течения; устанавливают створы, между которыми лодка движется по возможности равномерно; к корме и носу лодки прикрепляют бечеву, посредством которой лодка передвигается рабочими; наблюдатель помещается в лодке с вертушкой; последняя на штанге опускается в воду; при проходе лодки через створы, замечается время и наблюдается число оборотов вертушки по счетчику или звонку иногда для большей равномерности движения, бечева наматывается на ворот. Однако, описанное тарирование не вполне надежно, и в таких случаях необходимо обязательно производить, при первой возможности, тарирование в бассейне, лаборатории и проч.



Фиг. 95.

Вычисление скорости.

Тарирование вертушки производится перед началом работ и после окончания работ, а также в случаях замеченного повреждения вертушки.

Имея тарировочную кривую вертушки и зная ее уравнение, нетрудно по наблюденному n в данной точке живого сечения вычислить v, ибо

$$v = a + bn,$$ где a и b известны.

Выбор основного створа для гидрометрических наблюдений.

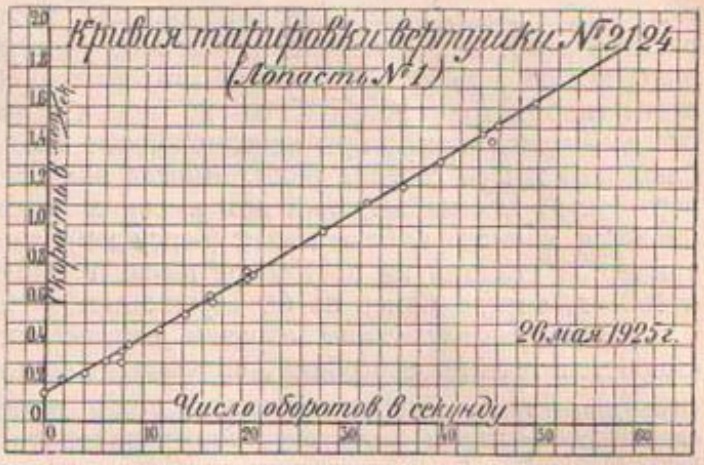
Для гидрометрических наблюдений выбирается прямой участок реки, с руслом возможно правильной формы, без широких разливов и резких изменений глубин, с возможно правильным характером распределения струй по живому сечению.

Как указано выше, очень важно выбирать участок для гидрометрических измерений возможно близко к действующему

водомерному посту, чтобы связать наблюдения гидрометрические с долголетними водомерными наблюдениями (см. выше, стр. 106).

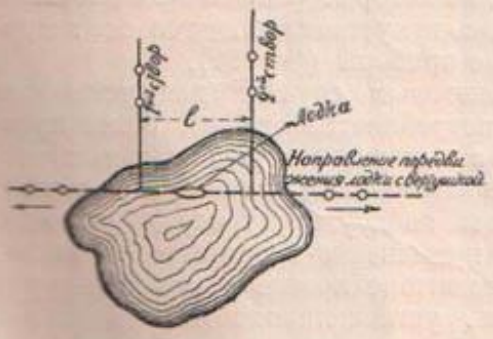
Выбранный участок реки снимается в горизонталях, и на нем производятся промеры глубин с засечками; горизонтали проводятся через 0,50—1,00 м, в зависимости от мощности реки.

По вычерченному плану выбирается основное створное сечение с таким расчетом, чтобы направление створа было нормально к общему направлению струй, т. е. чтобы наибольшее количество струй было перпендикулярно к площади сечения.

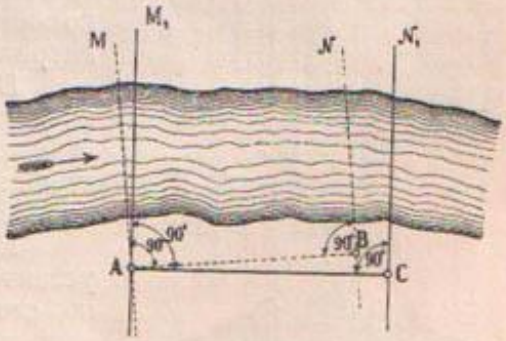


Фиг. 96.

Можно рекомендовать следующий способ для выбора основного гидрометрического створа. На берегу реки намечается и провешивается линия AB (фиг. 98), примерно параллельная общему направлению течения; затем устанавливают два створа AM и BN нормально к этой линии и пускают ряд поплавков, которые проходят через створы AM и BN в разных точках сечений; линии хода поплавков засекаются посредством мензулы и наносятся на планшет, после чего нетрудно наметить более точно общее направление течения, параллельно которому разбивается новый базис AC; а основной гидрометрический створ (AM_1 или CN_1) разбивается нормально к новому базису.



Фиг. 97.



Фиг. 98.

Основной гидрометрический створ закрепляется не менее, чем двумя реперами, и по створу устраивается водомерный пост. С удобством для водомерных наблюдений может применяться самопишущий прибор системы Грейнера, описанный выше, стр. 36.

Число вертикалей.

В характерных точках створа избираются вертикали, число которых зависит от ширины реки и определяется согласно нижеследующих примерных норм.

Для рек,	шириною	до 100	м,	число вертикалей	не менее	5
„	„	от 100 — 300	м „	„	„	7
„	„	„ 300 — 600	м „	„	„	9
„	„	„ 600 — 1000	м „	„	„	11

Для больших рек с резкими переломами русла число вертикалей может доходить до 15.

Указанное предельное число вертикалей (15) выбрано с тем расчетом, чтобы иметь возможность закончить работу по определению одного расхода в течение одного дня, так как уровень воды при высоких горизонтах обычно имеет большие колебания. Однако, если приходится вести гидрометрические работы на реках с очень широкой поймой (несколько километров), при невозможности выбрать более удобное для наблюдений живое сечение реки, иногда значительно увеличивают число вертикалей для наблюдений при высоких водах; в этих случаях увеличивается и число наблюдателей (вертушек); так, например, на гидрометрической станции на р. Днепре выше г. Никополя весенние расходы в 1925 г. определялись по 68 вертикалям тремя вертушками.

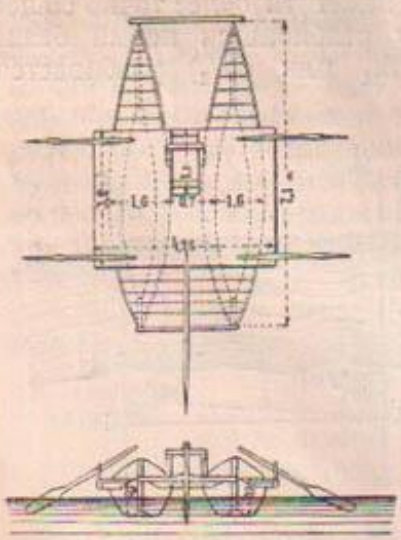
В выбранных таким образом вертикалях производятся измерения скоростей течения способами, описываемыми ниже.

Оборудование гидрометрического створа и приспособления для установки вертушки на вертикали.

Гидрометрический створ должен быть так оборудован, чтобы было возможно установить точно вертушку на каждой вертикали и спокойно производить наблюдения в течение соответствующего промежутка времени.

Если есть возможность протянуть трос с берега на берег, то задача закрепления вертикалей решается просто, посредством соответствующих меток на тросе.

Этот трос на реках нешироких, с тихим течением, служит также и для удержания плавучего понтона, на котором устанавливается вертушка и помещается наблюдатель с рабочими; на малых реках понтон может быть заменен лодкой; обычно же понтон устраивается из двух скрепленных между собою лодок, на которые настилается досчатый помост; здесь же устанавливаются все гидрометрические приборы (фиг. 99).



Фиг. 99.

В некоторых случаях для установки понтона употребляется особый, более прочный трос, а измерение горизонтальных расстояний, в целях нахождения вертикалей, производится по другому тросу (проволоке).

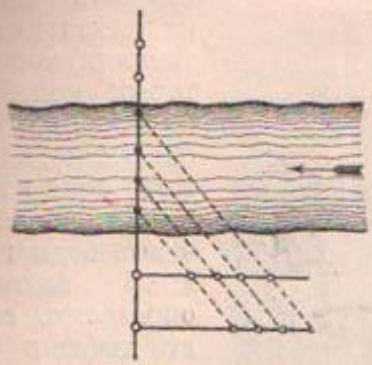
Если применение троса невозможно, то установка понтона производится на якорях по створам, устанавливаемым на берегу и закрепляющим положение вертикалей (фиг. 100 и 101); в этом случае для передвижения понтона желательно иметь паровой барказ или моторную лодку.

На реках большой мощности удобно производить гидрометрические измерения с парохода, сделав на нем соответствующие приспособления.

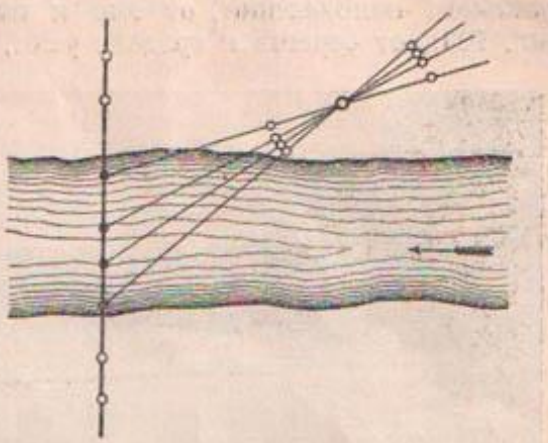
В реках с очень быстрым течением вертушку опускают с подвесной люльки (фиг. 102;) последняя подвешивается к тележке, которая может передвигаться по одному или двум тросам, натянутым поперек реки;

Иногда, при наличии моста, устраивают для помещения наблюдателей и приборов специальную тележку, передвигающуюся по мосту, как это было сделано, например, на р. Аар (фиг. 103).

Иногда в нешироких реках, с небольшими скоростями можно с успехом опускать вертушку со специального мостика фиг. 104).



Фиг. 100.



Фиг. 101.

При выборе того или иного способа установки вертушки на вертикали, каждый раз приходится учитывать местные условия, характер реки, об'ем гидрометрических наблюдений, размер средств и пр; на реках судоходных необходимо также иметь в виду необходимость вести работы без стеснения судоходства.



Фиг. 102.



Фиг. 103.

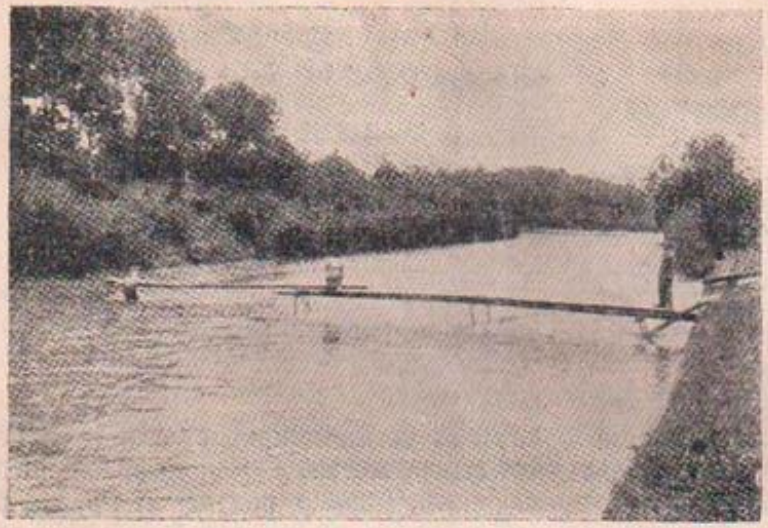
Во всяком случае, одним из описанных способов имеется возможность установить вертушку в любой точке гидрометрического створа и измерить скорость течения.

Производство измерений скоростей течения воды вертушкой.

Прежде чем перейти к описанию методов измерения скоростей течения и расходов воды, следует сказать несколько слов об основах самого определения расхода воды. Выше было указано, что величина расхода выражается следующей формулой:

$$Q = \Omega V,$$

где Ω — площадь поперечного сечения, V — средняя скорость для всего течения. Так как скорости течения меняются как в вертикальном направлении, от дна к поверхности, так в горизонтальном (фиг. 105), от берегов к средине реки, то поэтому приходится измерять скорости течения на нескольких вертикалях, число которых колеблется от 5 до 15 и более (см. выше), а кроме того, при измерении скоростей течения воды на каждой вертикали определять скорости течения в нескольких точках вертикали. Для установления числа точек на вертикали, существует несколько способов, цель которых сводится к тому, чтобы с достаточной степенью точности охарактеризовать кривую измерения скорости течения воды на данной вертикали.



Фиг. 104.

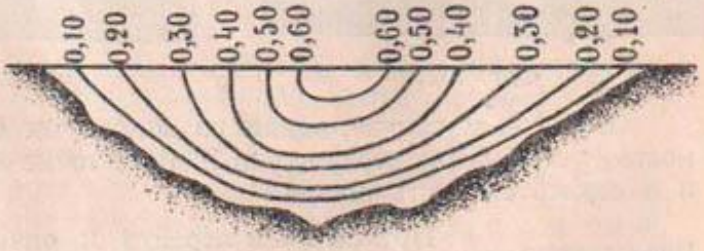
До настоящего времени не установлен вид этой кривой, и гидрометрия продолжает заниматься детальным изучением указанного вопроса. Предполагают, что изменения скоростей на вертикали (фиг. 106) происходят по закону логарифмической линии, и если обозначить через v — скорость на данной вертикали на глубине, равной y, считая от дна, то по Ясмунду $v = a + b\lg(y + c)$.

Чтобы получить величину средней скорости $v_{ср}$ на вертикали, можно и не знать в точности вида кривой, а определить несколько ординат v_1, v_2.... v_k (фиг. 107), вычислить площадь ω фигуры $ABCD$ и разделить ее на величину H; отсюда:

$$v_{ср} = \frac{\omega}{H}.$$

Элементарный расход.

Следует заметить, что величина площади ω представляет собой расход воды, проходящий через бесконечно малый по ширине элемент всего живого сечения реки, а потому называемый элементарным расходом. Таким образом, для получения средней скорости течения на данной вертикали, достаточно разделить величину элементарного расхода на этой вертикали на глубину последней. Следует еще отметить, что положение средней скорости по вертикали примерно определяется величиной $0{,}6H$, считая от поверхности. Эта величина установлена как теоретическими, так главным образом и опытными исследованиями.



Фиг. 105.

Средняя скорость на вертикали.

По данным очень многочисленных опытных наблюдений, расходов, для получения средней скорости на вертикали, достаточно измерить величины скоростей в следующих 5 точках: на поверхности, на $0{,}2H$, $0{,}6H$, $0{,}8H$, считая от поверхности, и у дна и взять арифметическое среднее, т.-е.

$$v_{ср} = \frac{v_{пов.} + v_{0{,}2\,h} + v_{0{,}6\,h} + v_{0{,}8\,h} + v_{дн.}}{5}$$

Достаточно точные результаты получаются при определении скоростей только в двух точках, на $0{,}2\,H$ и на $0{,}8\,H$ от поверхности, т.-е.

$$v_{ср} = \frac{v_{0{,}2\,h} + v_{0{,}8\,h}}{2};$$

хорошие результаты дает также формула:

$$v_{ср} = \frac{v_{0{,}2\,h} + 2\,v_{0{,}6\,h} + v_{0{,}8\,h}}{4}$$

По требованиям инструкции НКПС, основным способом является пятиточечный, при чем если из сравнения величин средних скоростей, определенных по 5 точкам, с таковыми, определенными по 2 точкам, расходимость не будет превосходить 5%, инструкциями разрешается применять двухточечный способ, т.-е.

$$v_{ср} = \frac{v_{0{,}2\,h} + v_{0{,}8\,h}}{2};$$

в большинстве случаев бывает вполне возможно применять этот метод.



Фиг. 106.



Фиг. 107.

Измерение скоростей течения вертушкой.

Самый процесс измерения скоростей вертушкой ведется следующим образом: по установке вертушки на вертикали проверяют глубину вертикали, при чем большинство вертушек (опускаемых на тросе) имеют электрический донный контакт, благодаря которому в момент прикосновения ко дну нижней части поддона получается звонок (фиг. 88 и 90).

Обычно скорость на каждой вертикали начинают измерять со дна, устанавливая вертушку в указанных выше точках.

Пульсация и продолжительность наблюдений.

Что касается продолжительности наблюдений в каждой точке, то таковая зависит от величины пульсации и примерно устанавливается с таким расчетом, чтобы время наблюдения скорости было

не менее 2-х минут на поверхности и на $0{,}2\,H$
„ „ 3-х „ „ „ „ на $0{,}6\,H$
„ „ 4-х „ „ „ „ на $0{,}8\,H$
„ „ 5 минут у дна.

Дело в том, что скорость течения в данной точке непрерывно меняется, „пульсирует", то увеличиваясь, то уменьшаясь, при чем отклонения от средней величины достигают до 30% и более: величина пульсации у дна больше, чем на поверхности, у берегов больше, чем на средине реки.

В некоторых инструкциях дается предел максимальной продолжительности в 8 минут; при этом ставятся еще пределы для числа оборотов

лопастей вертушки: не меньше 100 и не больше 500 в течение указанного промежутка времени.

В других инструкциях, например, в инструкции НКПС, необходимое время наблюдения в каждой точке определяется следующим образом: измерение скорости в каждой точке производится непрерывно, но разбивается на два равных по времени или по числу оборотов периода. Оба эти периода рассматриваются, как два отдельные наблюдения, и скорости, вычисленные по ним, не должны разниться более, чем на 5% от средней их арифметической. При этом записи наблюдений должны производиться через меньшие промежутки времени.

Наблюдения производятся во время тихой погоды и при возможно устойчивом состоянии уровня воды; число вертикалей должно быть выбрано с таким расчетом, чтобы, как указано выше, в течение одного дня могло быть произведено определение одного расхода (примерное число вертикалей указано выше, стр. 114).

Интеграционный метод.

Следует еще упомянуть о так называемом интеграционном методе определения скоростей течения.

При этом методе вертушка не устанавливается в отдельных точках, а медленно опускается и подымается на вертикали с поверхности до дна и обратно; таким образом автоматически получается средняя скорость на вертикали. Указанный способ, при известных условиях, дает вполне удовлетворительные результаты; однако мы не останавливаемся на его описании, так как основным является способ определения расходов воды по отдельным точкам.

Производство записей.

Результаты всех гидрометрических наблюдений записываются в книжках специальной формы, что уменьшает возможность пропусков и ошибок и облегчает дальнейшую обработку материалов. В полевых книжках, при каждом определении расходов, записывается: 1) №№ вертикалей, 2) глубина их, 3) глубина опускания вертушки, 4) время наблюдения в часах и минутах, 5) высота рабочего горизонта, 6) продолжительность наблюдения в секундах, 7) число оборотов вертушки, 8) состояние погоды. Кроме того, желательно производить измерение температуры воды. Форма полевой книжки помещена ниже.

Год, месяц, число — Вертушка №
Река..... — Тип
Лопасть №
Ур-ие вертушки.....

№ вертикали.	Часы и минуты начала наблюдений.	Часы и минуты конца наблюдений.	Продолжительность наблюдений.	Показание водомерного поста.	Глубина вертикали.	Глубина точки наблюдения.	Число оборотов вертушки.	Среднее число оборотов в 1 сек.	Скорость в точке.	Средняя скорость на вертикали.	Элементарн. расх.	Состояние погоды.	Примечание.

Примечание. На гидрометрических станциях применяются другие, более детально разработанные формы записей.

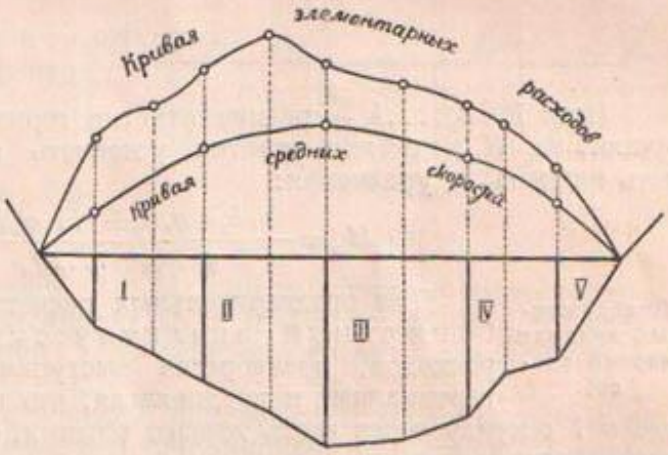
Вычисление секундного расхода.

Для вычисления величины секундного расхода воды существует несколько способов; опишем наиболее точный и самый употребительный из них—способ Гарляхера—графо-аналитический.

После того, как вычислены величины средних скоростей для каждой вертикали, вычерчивают на клетчатке живое сечение в достаточно крупном масштабе (фиг. 108), при чем для вертикальных расстояний берется более крупный масштаб, чем для горизонтальных; для средних рек—примерные масштабы: горизонтальный 1 м в 0,001 м, вертикальный—1 м в 0,01 м; от линии, изображающей уровень воды, откладывают в выбранном произвольном масштабе по направлению вертикалей (I, II, III, IV, V) величины соответствующих средних скоростей на каждой вертикали; соединив концы отложенных отрезков плавной кривой и предполагая, что у уреза (у берегов) скорости равны нулю, получают кривую средних скоростей на вертикалях.

По этой кривой графически можно получить величины средних скоростей для любой (промежуточной вертикали), проходящей через ту или иную точку перегиба дна живого сечения (основные вертикали, как указано выше, выбираются лишь в наиболее характерных точках живого сечения).

Если умножить величину средней скорости на данной вертикали на соответствующую глубину этой вертикали, получим элементарный расход на данной вертикали; отложив вверх от линии уровня воды величины элементарных расходов по направлениям, как основных, так и промежуточных вертикалей, мы получим кривую элементарных расходов; масштаб для отложения отдельных элементарных расходов выбирается произвольный, но с тем расчетом, чтобы линия элементарных расходов расположилась выше линии средних скоростей.



Фиг. 108.

Очевидно, что площадь, ограниченная линией уровня воды и кривой элементарных расходов, равна величине секундного расхода в данном сечении. Эта площадь измеряется посредством планиметра; можно также ее вычислить аналитически, заменяя кривую линию ломаной и вычисляя последовательно площади трапеции. В последнем случае способ вычисления расходов называется аналитическим.

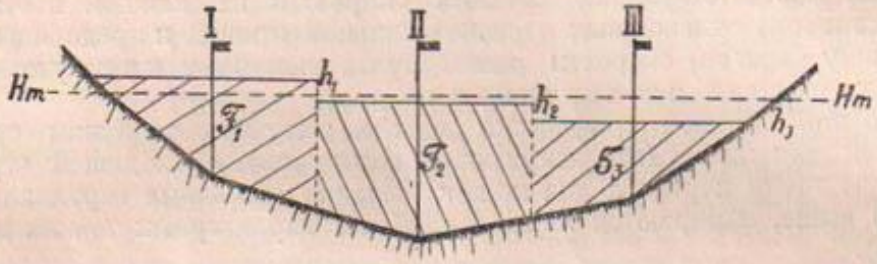
Определение условного среднего рабочего уровня.

Следует еще сказать несколько слов о том, как определяется средний уровень воды для вычисления расхода, если во время наблюдений вертушкой уровень воды колебался. Согласно инструкции НКПС, если изменение горизонта, происшедшее во время определения данного расхода, повело за собой изменение площади живого сечения менее, чем на 1%, то за условный средний рабочий горизонт принимают среднее арифметическое из средних отметок горизонта воды на отдельных вертикалях.

Если указанное изменение было больше 1%, то вводят поправку, применяя следующий прием.

Вычерчивают профиль и наносят вертикали; вычисляют средние скорости на вертикалях; расстояния между вертикалями делятся пополам пунктирными линиями, и для каждой вертикали определяют вычислением площадь между ближайшими к ней пунктирными линиями делений, дном и линией соответствующего данной вертикали горизонта. Суммируя произведения площадей, полученных умножением ($F_1, F_2, \ldots F_n$) (фиг. 109) на средние скорости вертикалей ($v_1, v_2 \ldots v_n$), соответствующих каждой площади, получим приближенное значение расхода Q.

$$Q = F_1 v_1 + F_2 v_2 + \ldots F_n v_n = q_1 + q_2 + \ldots q_n.$$



Фиг. 109.

Если $h_1, h_2 \ldots h_n$—средние отметки горизонта воды на каждой вертикали, то H_m, искомая отметка условного среднего горизонта, может быть найдена из уравнения:

$$H_m = \frac{q_1 h_1 + q_2 h_2 + \ldots q_n h_n}{q_1 + q_2 + \ldots q_n}.$$

Приближенный аналитический способ.

Для предварительных расчетов можно применять приближенный аналитический способ вычисления расходов, пренебрегая выступами дна между основными вертикалями и предполагая, что количество воды, проходящее в 1 секунду через часть живого сечения, ограниченного двумя смежными вертикалями и линией дна, равно произведению площади этой части живого сечения на арифметическую среднюю средних скоростей на указанных смежных вертикалях, т.-е. (фиг. 123).

$$Q = \frac{0 + v_1}{2} \cdot \frac{b_1 h_1}{2} + \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} b_2 + \frac{v_2 + v_3}{2} \cdot \frac{h_2 + h_3}{2} b_3 + \ldots$$

$$\frac{v_{k-1} + v_k}{2} \cdot \frac{h_{k-1} + h_k}{2} b_k + \ldots$$

Построение кривой расходов.

Имея величины расходов $Q_1, Q_2, Q_3 \ldots Q_k$, определенные при стояниях уровня воды $H_1, H_2 \ldots H_k$, строят так называемую, кривую расходов, т.-е. кривую зависимости Q и H.

Кривая строится на клетчатке (фиг. 111), при чем масштабы, вертикальный и горизонтальный, выбираются так, чтобы кривая шла под углом, примерно, в 45° к координатным осям; величины расходов Q откладывают по горизонтальному направлению вправо, величины H — вверх по вертикальному направлению. Если число наблюденных расходов велико, то обычно нанесенные точки располагаются группами и некоторой полосой; поэтому поступают следующим образом: точки разбивают на группы и каждую группу точек заменяют одной точкой, вычислив для нее среднюю арифметическую величину абсциссы и ординаты; затем, по полученным

таким образом точкам, проводят плавную кривую. Точки, далеко выходящие в сторону от той или иной группы, обычно откидываются (см. выше, о построении тарировочной кривой, стр. 111). Если точки располагаются в виде определенно выраженной полосы то целесообразно строить две кривые, внешнюю и внутреннюю. При расчетах следует пользоваться той кривой, которая дает запас, например: для расчетов отверстий— внешней, а для расчетов мощности станций — внутренней.

Иногда приходится строить две кривые расходов: одна из них характеризует зависимость Q и H во время под'ема уровня воды, а другая во время спада.

Кроме графического способа построения кривой расходов, можно применять и аналитический способ, сущность которого сводится к следующему: считая, что зависимость Q и H выражается уравнением:

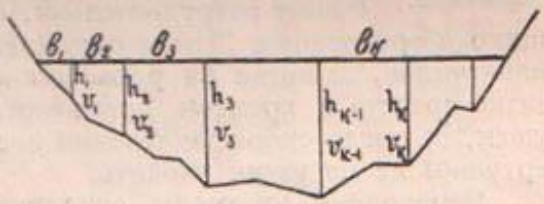
$$Q=a+bH+cH^2,$$

определяют коэфициенты a, b, c по способу наименьших квадратов. Этот способ требует очень утомительных вычислений, и обычно на практике можно ограничиться графическим способом, как более простым и достаточно точным; к тому же графический способ лучше улавливает местные отклонения кривой от теоретически правильного вида, даваемого уравнением: $Q=a+bH+cH^2$.

Кроме указанной выше зависимости Q от H, применяют также зависимость вида:

$$Q=a(H+b)^n,$$

где a, b, n постоянные, при чем величина n обычно колеблется от 1,5 до 1,8.



Фиг. 110.

Кроме кривой зависимости Q и H, вычерчиваются в соответствующих масштабах кривые зависимости Ω от H и V от H, где Ω—величина площади живого сечения, а V—величина средней скорости всего сечения (фиг. 111).

В описанных случаях величины H определяются согласно показаний водомерного поста, устраиваемого в гидрометрическом створе. Существенно важным является получить зависимость между Q и отметками H' соответствующего уровня воды ближайшего постоянного водомерного поста, чтобы, имея кривую расходов $Q=F(H')$ и графики водомерного поста за много лет, можно было охарактеризовать за столько же лет водную мощность исследуемого потока. Зависимость показаний водомерного поста на гидрометрической станции и постоянного водомерного поста устанавливается рядом одновременных наблюдений, производимых на обоих постах.

Необходимо иметь в виду при пользовании графиком долголетних наблюдений на водомерном посту, что в живом чечении реки, гда расположен пост, могут произойти существенные изменения (сильный намыв или размыв), которые могут вызвать изменения в характере зависимости Q от H. В таких случаях важно рассмотреть плановый материал реки, и изучить водомерные графики. В связи с вышеуказанным, очень важно производить многолетние гидрометрические наблюдения.

Совершенно очевидно, что для правильного построения кривой расходов, необходимо иметь величины расходов, наблюденных при разных горизонтах; особенно важно измерить расходы непосредственно наиболее низкие и самые высокие, имея в виду, что экстраполяции кривой вверх и вниз мало желательны.

При определении расходов воды нередко наблюдается, что не всегда одному и тому же уровню воды соответствует один и тот же расход: причиной такого явления служит отмеченная выше изменчивость состояния русла, происходящие в нем размывы и намывы; в некоторых случаях изменения в русле происходят периодически, и тогда для каждого периода может быть построена особая кривая расходов; в других случаях изменения в русле происходят постоянно, и тогда приходится по возможности увеличивать число непосредственных измерений расходов, имея в виду, что в этом случае не получается ясной зависимости Q и H. В гидрометрии изучаются способы построения кривых расходов и для рек, имеющих размываемое русло (способ Стаута, способ линий равных расходов и друг.), однако мы не останавливаемся на этом специальном вопросе, тем более, что самым надежным средством получить надлежащие данные о расходах является прежде всего, как указано выше, увеличение числа непосредственных измерений расходов.

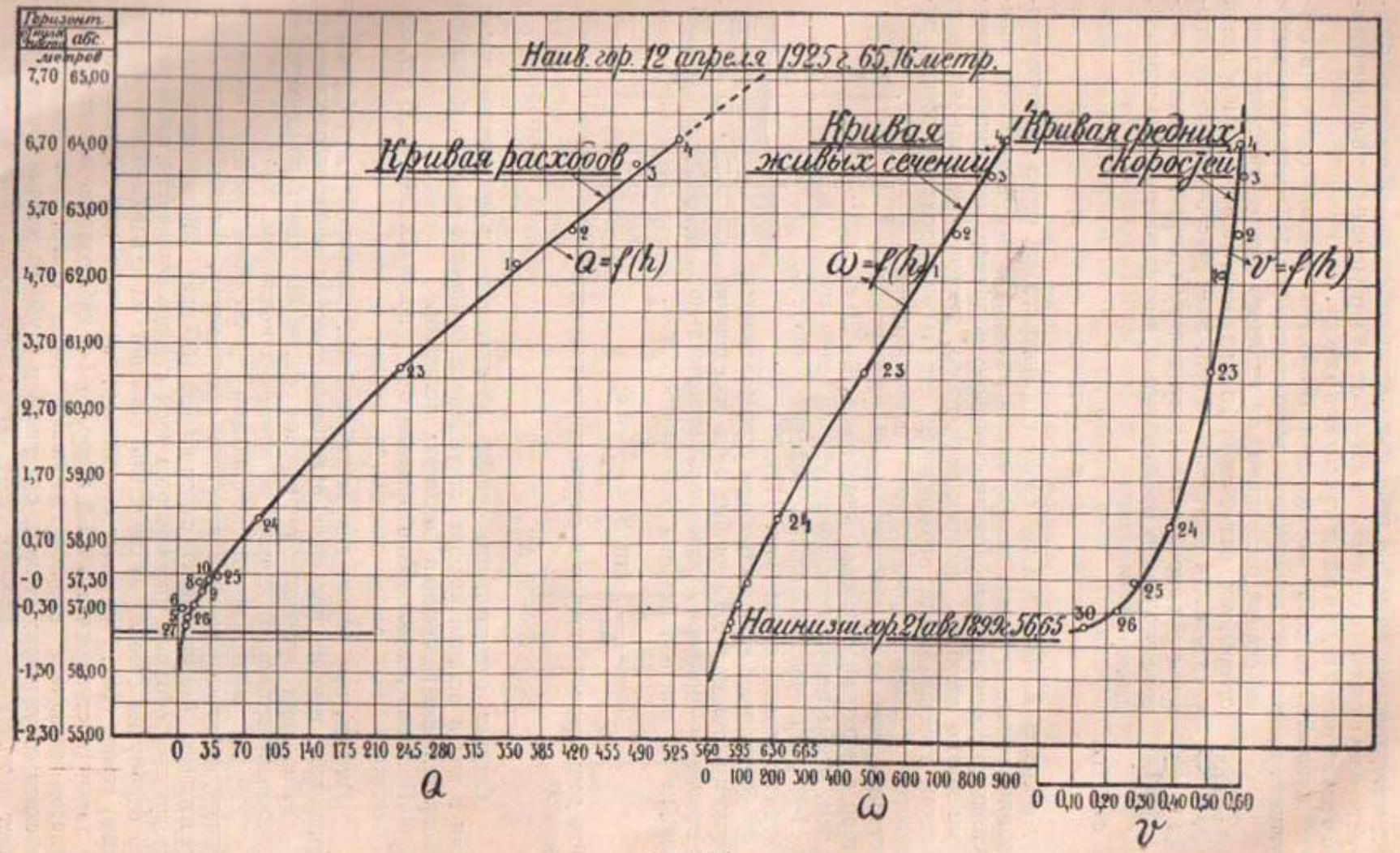
Определение скоростей течения и расходов воды поплавками.

Иногда приходится определять расходы воды поплавками; такие случаи могут иметь место: 1) при необходимости измерения скоростей течения на больших реках с сильным течением, где установка плавучего понтона бывает затруднительна, и не имеется другого соответствующего оборудования, 2) при отсутствии в партии вертушек соответствующих типов, 3) когда на реке идет лед или карчи и пр., 4) при недостатке средств и времени организовать наблюдения посредством вертушек, 5) когда скорости течения настолько незначительны, что лопасти вертушки не могут их уловить.

Переходя к краткому описанию определения скоростей течени и расходов воды посредством поплавков, следует отметить, что этот способ, правильно примененный, дает вполне удовлетворительные результаты.

В общем, поплавковые определения скоростей течения и расходов воды отличаются по общей идее от вертушечных прежде всего тем, что в первом случае измеряются поверхностные скорости, во втором — скорости в разных точках на выбранных вертикалях. Таким образом все предварительные работы при поплавковых определениях совершенно аналогичны таковым при вертушечных; сюда относится выбор участка реки, установление гидрометрического створа, с'емка и промеры, устройство водомерных постов, реперов и пр. При выборе участка реки необходимо иметь в виду, чтобы скорости течения на нем были однообразны в продольном направлении (вверх и вниз по течению). Что касается выбора вертикалей (в данном случае точек на поверхности), то таковой производится лишь приблизительно, так как не имеется возможности пропустить поплавок точно через намеченную точку на гидрометрическом створе; но во всяком случае, поплавками должны быть освещены скорости по всей ширине реки применительно к тому, как это делается при наблюдениях посредством вертушки. Если приходится вести наблюдения на малых реках с большими скоростями течения, то наиболее характерной скоростью является наибольшая поверхностная скорость.

Поплавки применяются в виде кружков, отпиливаемых от сухих бревен, диаметром 10—25 см; высота кружка примерно 5—6 см; для лучшей видимости поплавки окрашиваются белой или ярко красной краской; иногда поплавки применяются кольцевого вида (фиг. 112). Необходимо следить, чтобы поплавок по возможности меньше выступал


Горизонт. воды в абс. метров
7,70 65,00
6,70 64,00
5,70 63,00
4,70 62,00
3,70 61,00
2,70 60,00
1,70 59,00
0,70 58,00
-0 57,30
-0,30 57,00
-1,30 58,00
-2,30 55,00
Наив. гор. 12 апреля 1925 г. 65,16 метр.
Кривая расходов
Q=f(h)
Кривая живых сечений
ω=f(h)
Кривая средних скоростей
v=f(h)
Наинизш. гор. 21 авг. 1899 г. 56,65
0 35 70 105 140 175 210 245 280 315 350 385 420 455 490 525 560 595 630 665
Q
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900
ω
0 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60
v

Фиг. 111.

над поверхностью воды, во избежание влияния ветра. Вообще следует отметить особую важность производства поплавочных наблюдений в тихую погоду.

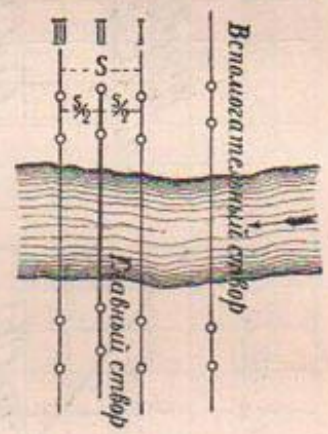
Сущность способа определения скоростей течения состоит в следующем: выше и ниже гидрометрического створа (фиг. 113) устанавливаются на равном расстоянии от главного створа дополнительные створы, так называемые „поплавочные“; таким образом устраивается всего три створа. Зная расстояния между створами S и определив по секундомеру время t, в течение которого поплавком пройден путь S, вычисляют среднюю скорость движения поплавка



Фиг. 112.

$$v = \frac{S}{t};$$

эту скорость v относят к той точке главного створа, через которую прошел поплавок; путь поплавка и место прохождения его через створ определяются засечками или другим способом; например, при малой ширине реки можно натянуть поперек реки тросы, размеченные марками, и по маркам отмечать места прохождения поплавков. Поплавки обычно пускаются с лодки, для которой целесообразно устроить еще один дополнительный (четвертый) створ с верховой стороны (примерно на 10—20 м) с тем, чтобы поплавок к моменту вхождения его в 1-й „поплавочный створ“ принял скорость соответствующей струи (фиг. 113).



Фиг. 113.

Расстояние между створами устанавливается с таким расчетом, чтобы ошибка Δv в определении скорости v примерно равнялась относительной ошибке ΔS при определении расстояния S т.-е.

$$\frac{S}{\Delta S} = \frac{v}{\Delta v}, \text{ или } S = \frac{v}{\Delta v}\Delta S;$$

при допускаемой ошибке в определении скорости $\Delta v = 4\%$,

$$S = 25\ \Delta S.$$

Следует отметить, что ошибка ΔS слагается из неточности пускания в ход и останавливания секундомера (примерно $\pm 0{,}5''$), и ошибки в определении положения поплавка засечками.

Приблизительно можно принимать S в пределах $20\ v$ — $25\ v$ т.-е.

$$S = (20 — 25)\ v.$$

Иногда, при малых скоростях течения, назначают для береговых поплавков, идущих медленно, отдельные створы с меньшим расстоянием.

Поплавки пускают с таким расчетом, чтобы через каждую из намеченных вертикалей прошло не менее 3-х поплавков.

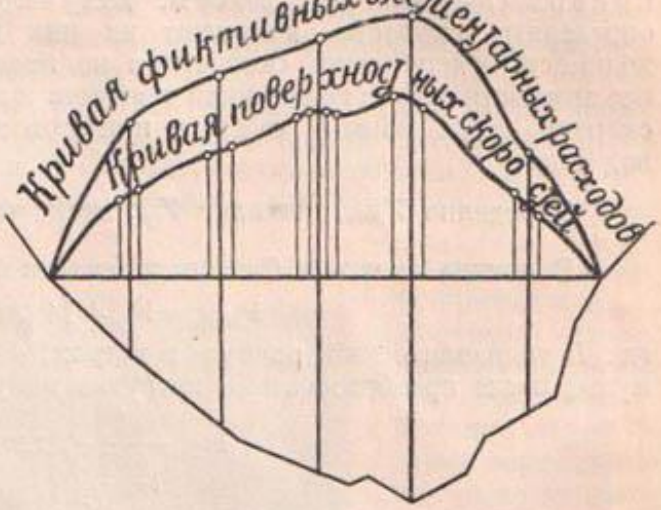
Время прохождения поплавками расстояния между створами определяется по одному и тому же секундомеру, с применением зрительных (не звуковых) сигналов. Обычно работа организуется следующим образом: у каждого из трех створов становятся наблюдатели, по одному на створе; наблюдатель стоящий на III-м (нижнем по течению) створе (фиг. 113) имеет секундомер; после того как поплавок пущен с лодки (мостика и т. п.) в I-й створ, то I-й наблюдатель делает отметку флагом в момент прохода поплавка через створ; 3-й наблюдатель пускает секундомер; техник, следящий в трубу за ходом поплавка, делает в этот момент засечку теодолитом; таким же образом отмечается проход через II-й и III-й створ; в момент прохода через III-й створ

стрелка секундомера останавливается. При описываемых работах очень удобно применять секундомер с двумя стрелками.

Если направление струй, примерно, нормально к главному створу, то прохождение поплавка засекается лишь в главном створе. Вместо теодолита, можно применять и мензулу с кипрегелем.

При определении под нашим руководством расходов на р. Енисее у г. Красноярска (ширина реки свыше 800 м, скорости течения до 3 м в сек.) распределение личного состава было следующее: 1 техник для засечек и 1 рабочий при инструменте; этот рабочий занимался также и перестановкой вех, 1 техник с секундомером, 1 рабочий на створе I, 1 рабочий на створе II (главном), он же наблюдал за колебаниями уровня воды на водомерном посту, 3 рабочих в лодке для пускания поплавков, из них 1 старший, всего 2 техника и 6 рабочих.

Вычисление расходов. Для обработки наблюдений, произведенных поплавками, существует несколько способов; опишем 2 наиболее употребительных: из них один, когда, кроме измерений скоростей поплавками, ведутся измерения скоростей также и посредством вертушек; второй, когда наблюдения производятся только поплавками.



Фиг. 114.

Обработку начинают с вычерчивания живого сечения, так же, как и при наблюдениях посредством вертушки; затем от точек, лежащих на поверхности, через которые прошли поплавки, откладываются вверх по вертикали величины поверхностных скоростей, при чем те наблюдения, которые дают резко несогласные величины скоростей, откидываются; концы отложенных отрезков соединяются плавной кривой, представляющей собою кривую поверхностных скоростей. Пользуясь этой кривой, строят тем же способом, который описан выше при вертушечных наблюдениях, кривую „фиктивных элементарных расходов“ (фиг. 114) и наконец определяют „фиктивный расход“ Q' при соответствующем горизонте; величину Q' можно вычислить также и аналитическим способом, описанным выше; для нахождения величины действительного расхода Q, необходимо Q' умножить на коэффициент k меньший единицы, который получается следующим образом: производят измерения расходов воды вертушкой не менее, чем при трех разных горизонтах и находят величины расходов Q_1, Q_2, и Q_3, а равно и величины „фиктивных расходов“ Q_1', Q_2' и Q_3' по поверхностным скоростям; находят величины коэффициентов

$$k_1 = \frac{Q_1}{Q_1'}, \quad k_2 = \frac{Q_2}{Q_2'} \quad \text{и} \quad k_3 = \frac{Q_3}{Q_2'}$$

и строят кривую зависимости коэффициентов k от высоты стояния уровня воды, для чего откладывают по оси X—ов величины k, а по оси Y—ов величины H (фиг. 115).

Можно также получить уравнение кривой $k = f(H)$ аналитически, а именно:

$$k = a + bH + cH^2,$$

где a, b, c коэффициенты, вычисляемые из трех уравнений; если число уравнений больше 3-х, можно применить способ наименьших квадратов. Получив кривую $k = f(H)$, нетрудно по ней найти величину k для любого из горизонтов H, при котором был определен расход воды лишь поплавками, а затем, вычислив „фиктивный расход“ Q', найти действительный расход $Q =$ по формуле:

$$Q = k\ Q'.$$

В случае, когда не имеется вертушечных наблюдений, для величины коэффициентов k берется приближенная величина

$$k = 0{,}90 \text{ (для больших и средних рек).}$$

Приближенное определение расходов воды

Считаем полезным привести описание следующего приближенного способа, применяемого для определения расходов воды рек преимущественно небольших; а именно: в этом случае ограничиваются определением лишь наибольшей поверхностной скорости, для чего пускают 10—15 поплавков, определяют скорости, выбирают из них две наибольшие и, если расходимость между этими скоростями не превосходит $10^0/_0$, берут их среднее арифметическое; полученная величина и принимается, как наибольшая скорость всего живого сечения; при этом засечки поплавков не производятся.

Определив $V_{макс}$, находят $V_{ср}$, зная, что $\frac{V_{ср}}{V_{макс}} = m$.

Величина m может быть получена из формулы Базена:

$$V_{макс} = V_{ср} + 14\sqrt{RJ},$$

где R гидравлический радиус в метрах, J уклон. Из приведенной формулы, после преобразований, нетрудно получить:

$$m = \frac{1}{1 + \frac{14}{C}}, \text{ где}$$

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \text{ (новая формула Базена)*).}$$

Для шероховатого русла:

при $R = 0{,}10$	$m = 0{,}49$
при $R = 1{,}0$	$m = 0{,}69$
при $R = 20{,}0$	$m = 0{,}82.$

По наблюдениям инж. Д. И. Кочерина в Крыму, m выражалось величиной 0,54, при чем были подробно исследованы потоки шириною до 1,00 м, при средней глубине в 0,10 м, и менее подробно потоки шириною до 20,00 м и средней глубиною до 1,00 м.

По наблюдениям инж. А. А. Труфанова на второстепенных реках Казанского района, $m = 0{,}64$.

Таким образом и эмпирические формулы и наблюдения показывают, что величина m возрастает с увеличением гидравлического радиуса R, или средней глубины русла H.

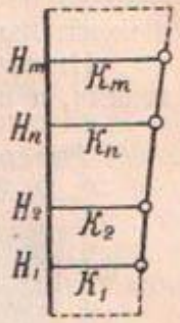
---

*) Величины коэфициента C можно найти в справочных книгах, например, в «Транспортном Hütte», часть I, стр. 239, издан. 1926 г. Отдел гидравлики, составленный под нашей редакцией.

Донные скорости. Нередко приходится определять величину донной скорости, например, при расчетах укреплений русла и т. п. В таких случаях можно пользоваться следующей формулой:

$$V_{дон} = 2\ V_{ср} - V_{пов}$$ (Дюбуа).

Дальнейшая обработка расходов, определенных поплавками, построение кривой расходов и пр. ничем не отличаются от обработки расходов, определенных вертушкой.



Фиг. 115.

Определение зимних расходов. Методы определения и обработки расходов воды под ледяным покровом изучены далеко не так подробно, как методы определения расходов, когда река свободна ото льда; в особенности, для рек СССР имеется чрезвычайно мало данных о зимних расходах; это об'ясняется тем, что вообще изучением зимнего режима рек стали интересоваться сравнительно недавно, главным образом в связи с развитием вопроса использования водных сил. Между тем, явления зимней жизни реки имеют много особенностей и отличаются большой сложностью. Так как вопросу зимних исследований посвящена особая глава в следующем Выпуске нашего труда, то мы здесь остановимся лишь на общем описании метода измерения скоростей течения и расходов воды.

Прежде всего, необходимо обратить внимание, что наличие под ледяным покровом игольчатого и донного льда крайне затрудняет производство зимних наблюдений и делает результаты измерений мало точными; поэтому нередко приходится избирать для зимних наблюдений другой, более удобный, створ.

Что касается оборудования, то для зимних измерений необходимо устроить передвижную отапливаемую будку (фиг. 116), во избежание обмерзания вертушки по извлечении ее из воды; кроме того, в распоряжении наблюдателя должны иметься пешни для пробивки лунок и рейка для измерения толщины льда (ледомерные рейки описаны в главе о зимних исследованиях) *); в остальном оборудование остается то же, что и при летних наблюдениях. Необходимо отметить следующее существенное обстоятельство, а именно: характер распределения скоростей под ледяным покровом отличается от такового в открытом русле, а именно, скорости точек более близких к поверхности становятся меньше, а глубинных больше (фиг. 117);


Фиг. 116.

*) В следующем Выпуске.

вообще наибольшая скорость расположена на некоторой глубине; поэтому следует обратить внимание на надлежащее измерение придонных скоростей, вводя, если требуется, соответствующие изменения в конструкцию вертушки, особенно если она опускается на тросе, и контактовые донные устройства вместе с поддоном имеют значительную высоту (так, например, вертушка, применявшаяся нами для работ на Енисее, не доходила до дна на 0,85 м., что для зимних наблюдений нежелательно).

Имеется еще одна существенная особенность при зимних наблюдениях, а именно, при определении глубины вертикали, из измеренной глубины воды вычитается толщина льда под поверхностью воды в лунке, иначе говоря, глубина вертикали считается от нижней поверхности льда.



Фиг. 117.

В остальном метод определения зимних расходов ничем не отличается от такового, применяемого при определении расходов воды в реке, свободной ото льда.

Обработка наблюдений ведется тем же графо-аналитическим способом, который описан выше. Что касается построения кривой расходов, то для зимних наблюдений строится особая кривая, с отнесением величин наблюденных расходов к средней отметке нижней поверхности льда, соответствующей данному определению расхода.

Нередко не получается никакой определенной зависимости Q от H, что обычно наблюдается при наличии в живом сечении игольчатого или донного льда; иногда для каждого года получается особая кривая, зависящая от ряда обстоятельств, и, в частности, от условий замерзания реки. Иногда получается кривая при отнесении Q к отметкам уровня воды в лунке, а не к поверхности льда, почему в таких случаях рекомендуется построить эту кривую (вместе с кривой расходов, отнесенных к нижней поверхности льда, каковая кривая считается основной).

Из приведенного описания способов обработки зимних расходов видно, что вопрос об измерении толщины льда имеет существенное значение. Так как в местах, очищенных от снега, толщина льда нарастает сильнее, чем в местах, покрытых снегом (это одинаково относится и к лункам, вокруг контура которых образуются наросты — «манжеты»), то при измерении зимних расходов необходимо обратить внимание на вопрос расчистки главного профиля от снега, влияющего на толщину ледяного покрова.

В инструкции НКПС мы находим по этому вопросу следующие указания.

При производстве зимних работ по определению расходов воды рекомендуется два приема. Выбор того или другого зависит от местных условий.

1) Главный рабочий профиль на всем своем протяжении очищается от снега полосой, шириною около 3 м, по 1,50 м от главного рабочего

профиля. Тогда на нижней поверхности льда образуется ровный ледяной гребень. Иногда постоянные лунки размываются и образуются воронкообразные впадины. Поэтому, при первом методе работ, смотря по силе явления, надо время от времени делать контрольные лунки на новых местах главного рабочего профиля.

2) По всей длине главного рабочего профиля снеговой покров тщательно сохраняется, и рабочие лунки закрывают особыми щитами, регулируя толщину закрытия так, чтобы лед у лунок имел ту же толщину, что и в естественных условиях

Толщина льда определяется не только на главном рабочем профиле, но и вблизи профиля. Поэтому, выше и ниже профиля, на створах ему параллельных, в расстояниях от него, от 3 м до 20 м, разбиваются лунки, для каждого измерения обязательно новые. Число их не менее числа вертикалей на главном рабочем профиле, а место их определяется, как точки пересечения створа лунок с перпендикулярами по главному рабочему профилю в местах вертикалей. В этих лунках делаются измерения: а) толщины плотного снегового и кристаллического льда в лунке, б) расстояния от нижней поверхности кристаллического льда до поверхности льда, в) отмечают характер нижней ледяной поверхности (гладкая, шероховатая, очень неровная), г) определяют наличие игольчатого и донного льда (эти наблюдения производятся и на главном рабочем створе при определении расходов).

Эти измерения, по возможности, следует делать во время определения расходов и, во всяком случае, они должны производиться не менее одного раза в неделю, в определенные дни недели, от ледостава до ледохода на реке, и, кроме этих обычных дней, в возможно близкие по времени к этим явлениям.

Описанные измерения дадут возможность надлежаще определить среднюю толщину льда.

Окончательные результаты определений зимних расходов наносятся в виде кривых, для наглядности, на той же эпюре, где изображены летние расходы; кроме того, составляются более детальные эпюры.

Принимая во внимание, что нередко кривые зимних расходов получают для разных годов разный вид, (т.-е. одному и тому же зимнему горизонту могут соответствовать разные расходы), — для получения сколько-нибудь надежных данных о зимних расходах необходимы долголетние наблюдения.

Химический способ определения расхода воды.

Выше было указано, что в некоторых случаях, для определения расхода воды, с успехом применяется химический способ. Главное применение этого способа на водных потоках с бурным течением, например, на горных реках. Сущность химического способа заключается в следующем.

Выше того сечения реки, где предполагается определить расход Q, вводится некоторый постоянный расход q раствора поваренной соли ($NaCl$), с таким расчетом, чтобы в месте определения расхода произошло перемешивание раствора соли с водой реки и чтобы таким образом концентрация раствора соли в реке была однообразна по всему живому сечению реки в этом месте.

Обозначив концентрацию соляного раствора, вводимого в реку через C, а концентрацию раствора после смешения с водой реки в исследуемом сечении через c, будем иметь:

$$Qc = qC.$$

Так как в речной воде обычно содержится некоторое количество хлористого натрия, то $c = c_1 - c_2$,
где c_1—содержание соли в исследуемой пробе, c_2—содержание соли в речной воде.

$$\text{Отсюда } Q = q\frac{C}{c_1 - c_2}.$$

Концентрацию соляного раствора C можно довести до 300 гр на 1 литр; обычно же берется раствор меньшей концентрации. Чтобы получить величину Q постоянной, можно с удобством применить сифон на поплавке.

Концентрация раствора обычно определяется электрическим способом, имея в виду, что увеличение концентрации соли уменьшает сопротивление для прохождения тока; измерения величины сопротивления производятся посредством мостика Кольрауша или Ниппольда. Сперва определяют величину сопротивления раствора чистой воды, а затем величину сопротивления проб из реки. Пробы берут с лодки или забрасывают ведро с берега и затем наливают воду в бутыли. При определении электропроводности проб измеряется и температура с точностью до 0,1° Ц.

Из новейших работ, где с успехом был применен электрохимический способ определения расходов воды, следует указать на определения расходов воды р. Тквибули (на Кавказе) в 1924 г., под руководством инженера Н. М. Бернадского.

Вычисление суточных, месячных и годовых расходов.

Имея кривую секундных расходов $Q = f(H)$ и наблюдения на водомерном посту, нетрудно вычислить количество воды, протекающей в сутки, месяц, год.

В этих случаях наиболее точные результаты могут быть получены при пользовании самопишущими водомерными приборами, дающими непрерывную запись колебаний уровня воды.

Если наблюдения на водомерном посту производятся в отдельные сроки, то высота среднего уровня воды в течение суток может быть определена по формуле:

$$H_{ср} = \frac{h_1 n_1 + h_2 n_2 + \ldots h_k n_k}{24},$$

где $h_1, h_2 \ldots h_k$—горизонты воды, наблюденные на водомерном посту в течение суток в сроки 1-й, 2-й... k; $n_1, n_2 \ldots n_k$ промежутки времени (в часах), характеризующие состояние уровня воды за время между сроками $h_k - h_1, h_1 - h_2 \ldots h_{k-1} - h_k$; как было указано выше в главе IV, число наблюдений k колеблется от 1 до 6 и более.

Если 1-й срок наблюдений 7 час., второй 13 час., третий 21 час., то $n_1 = 10$ час., $n_2 = 6$ час. и $n_3 = 8$ час.

Для величины $H_{ср}$ в этом случае будет иметь

$$H_{ср} = \frac{10h_1 + 6h_2 + 8h_3}{24}.$$

Можно, для упрощения, $H_{ср}$ вычислять, как среднее арифметическое $h_1, h_2 \ldots h_k$, т.-е. считать, что

$$H_{ср} = \frac{h_1 + h_2 + \ldots h_k}{K}.$$

Следует отметить, что во многих случаях, когда приходится освещать те или иные водохозяйственные вопросы, (при орошении, обводнении, устройстве гидростанций, водоснабжений), нахождение $H_{ср}$ с требуемой точностью приобретает большой практический интерес; поэтому в таких

случаях число наблюдений на водомерных постах должно быть увеличиваемо, по крайней мере, до 3-х раз в день; установка лимниграфа в таких случаях особенно желательна.

Получив $H_{ср}$ для каждого числа месяца и определив по кривой расходов величину секундного расхода Q, соответствующую $H_{ср}$, находят величину суточного расхода:

$$Q_{сут} = Q_{сек} \times 24 \times 60 \times 60 = 86400\ Q_{сек}.$$

Данные вычислений выписываются в таблицы и суммируются; таким образом получаются расходы воды месячные, годовые или, по другому названию, месячный, годовой сток.

Если для некоторых периодов не имеется кривой расходов (размыв или намыв русла, замерзание реки и проч.), то пользуются непосредственно измеренными расходами или строят способами, излагаемыми в курсе гидрометрии, кривые поправок и по ним определяют величины расходов воды.

Коэффициент стока. Определив, согласно вышеизложенного, величину годового стока ΣQ, вычислив площадь бассейна реки F и зная высоту слоя атмосферных осадков h, выпавших в течение года в этом бассейне, находят так называемый коэффициент стока из следующего уравнения:

$$K = \frac{\Sigma Q}{1000\ F.\ h.},$$

где ΣQ величина годового стока в течение года в кб. м.

h высота осадков в течение года в мм.

F площадь бассейна в квадр. километрах.

Так как изучением стока занимается гидрология, то мы не останавливаемся на дальнейших деталях.

3. Наблюдения над наносами.

Общие данные. Выше было указано, что в состав работ гидрометрических станций входят наблюдения над наносами. Следует отметить, что работы по наблюдению наносов имеют серьезнейшее значение как теоретическое, так и практическое, например, при проектировании землечерпательных прорезей, шлюзования рек, гидростанций, орошения и друг. Во многих случаях, недостаточность изучения наносов может явиться причиной коренных ошибок при проектировании. Главной целью этих наблюдений является определение количества взвешенных наносов (частиц грунта), заключающихся в исследуемом водном потоке. Для того, чтобы произвести указанное определение, необходимо знать расход воды в течение известного промежутка времени и среднее количество наносов в единице об'ема воды за тот же промежуток.

Способы определения расходов воды описаны выше. Сущность же определения количества взвешенных наносов сводится к нижеследующему: 1) берется „проба" воды посредством специального прибора, называемого батометром; 2) лабораторными методами определяется количество взвешенных наносов; 3) найденное количество наносов по отношению к единице об'ема воды (1 литр) выражается либо в об'емных мерах (об'емный способ), либо в весовых мерах (весовой способ).

Об'емный и весовой способы. Обычно количество наносов выражается в процентах как по об'ему, так и по весу, т.-е.

$$K_o = \frac{M}{V} 100\%_0$$

и

$$K_e = \frac{N}{V\gamma} 100\%_0,$$

где K_o — процентное содержание наносов по об'ему,
K_e — процентное содержание наносов по весу,
M — об'ем наносов, содержащихся в в данном об'еме воды V,
N — вес наносов, содержащихся в данном об'еме воды V,
γ — удельный вес воды.

Влекомые наносы. Следует еще указать на так называемые влекомые наносы, которые представляют собою частицы грунта, передвигающиеся в придонных слоях, непосредственно соприкасающихся с дном реки. К сожалению, вопрос об этих наносах изучен очень мало, что об'ясняется трудностью экспериментальных наблюдений в придонных слоях; между тем, как известно, именно нижние слои являются наиболее насыщенными наносами. Считая вопрос о влекомых наносах вопросом специальным, мы на нем не останавливаемся.

Растворенные вещества. Кроме наносов взвешенных, в воде имеются еще растворенные вещества, как-то: разные соли, кислоты, газы. Для гидротехнических работ изучение означенного вопроса также может представить интерес в некоторых специальных случаях, а именно: при постройке санитарно-технических сооружений, при наличии в воде веществ, могущих вредно действовать на вяжущие растворы, при устройстве ирригаций и т. п. Однако на этих вопросах, как специальных, мы не будем останавливаться и перейдем к краткому описанию батометров и способов определения количества наносов.

Батометры. Батометры могут быть разделены на два класса: 1) мгновенного наполнения, и 2) длительного наполнения.

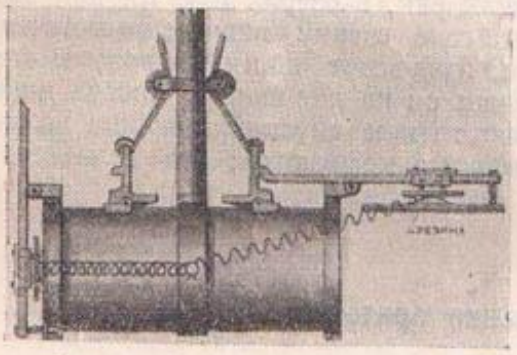
На фиг. 118 изображен батометр (мгновенный) системы инженера Н. Н. Жуковского, на фиг. 119 батометр (мгновенный) системы профессора Колле. Оба батометра по идее конструкции—сходны; опустив батометр на требуемую глубину с открытыми крышками так, чтобы продольная ось прибора была параллельна течению, дергают за шнур и таким образом освобождают рычаги крышек от задерживающих их собачек (в батометре инж. Жуковского, после чего, под действием пружин, крышки, снабженные резиновыми прокладками, захлопываются и плотно закрывают цилиндр с обоих его концов; по взятии пробы, прибор подымается наружу.

Батометр длительного наполнения, системы проф. В. Г. Глушкова, называемый батометром-тахиметром, так как он одновременно служит и для определения скоростей течения, изображен на фиг. 120, 121, 122. Он состоит из гибкого резинового баллона a, об'емом около 900 кб. см и вставленной в него трубочки b, диаметром 6 мм, через которую вода может поступать в баллон; при больших скоростях, применяется трубочка, диаметром 4 мм, для увеличения времени наполнения баллона. Прибор прикрепляется к перекладине c, и на штанге (диаметром 5,8 см) опускается на требуемую глубину; ось перекладины параллельна оси штанги. Перед опусканием батометра, штанга поворачивается таким образом, чтобы трубочка была отвернута на 90—120° от нормали к живому сечению реки, во избежание попадания воды в баллон во время опускания батометра. По установке на требуемой глубине, штанга

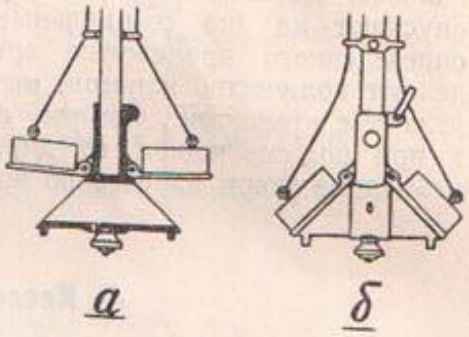
быстро поворачивается в такое положение, чтобы трубочка приняла горизонтальное положение нормально к живому сечению реки; момент поворота отмечается по секундомеру; по прошествии некоторого промежутка времени, штангу быстро поворачивают на 90—120°, отмечают время по секундомеру и извлекают прибор на поверхность; посредством мензурки нетрудно измерить об'ем пробы и определить количество наносов в этом об'еме; зная же время наполнения баллона t и количество влившейся в баллон воды A, нетрудно найти секундный приток воды

$$q = \frac{A}{t};$$

если произвести тарировку прибора, т.-е. если определить, какие скорости v соответствуют разным q, можно определить v.



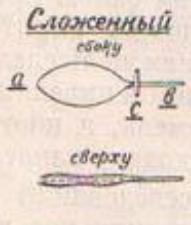
Фиг. 118.



Фиг. 119.

Можно на одной штанге укрепить несколько батометров (фиг. 122) и таким образом сразу исследовать несколько точек на вертикали.

Простое по идее взятие пробы представляет ряд затруднений при осуществлении на практике; прежде всего надлежит отметить, что наносы распределяются далеко неравномерно по вертикали, и наиболее богатыми по содержанию взвешенных частиц являются, как указано выше, придонные слои, почему точки, близкие к дну реки, должны быть изучаемы особо тщательно; между тем, взятие проб у самого дна наиболее затруднительно; затем, в случае больших глубин, опускание и точная установка батометра на штанге делается невозможным, и приходится опускать батометр на тросе, каковое обстоятельство, несомненно, может влиять на точность наблюдений. Для таких работ батометр-тахиметр непригоден.



Фиг. 120.



Фиг. 121.



Фиг. 122.

В виду важности взятия придонных проб, является целесообразным снабжение батометров грузом и электрическим донным контактом такого же устройства, как и в вертушках.

Способы определения количества наносов. Переходя к способу производства работ по определению количества наносов, следует указать, что применяются два способа: 1) детальный; 2) суммарный. В детальном способе берутся отдельные пробы для каждой исследуемой точки; в суммарном — ежедневные пробы сливаются в течение определенного промежутка времени (7 дней) вместе, и обработка ведется этой

суммарной пробы. Не останавливаясь на деталях, необходимо отметить, что каждая проба (об'емом не меньше 500 кб. см), слитая в бутылку, снабжается ярлыком, где указываются все необходимые данные.

По доставке проб в лабораторию, последняя определяет количество взвешенных частиц (мути) в каждой пробе и таким образом находит величины K_0 и K_e.

Зная коэффициенты мутности в разных точках вертикали и величины элементарных расходов на вертикали, нетрудно определить элементарный расход наносов сначала через данную вертикаль, а затем и через все сечение способами, аналогичными тем, которые описаны выше при вычислении расходов воды.

Нередко является необходимым определить интенсивность отложения наносов, особенно в устьевых участках рек, в озерах и т. п.; для этого опускают на дно специальные открытые сверху ящики; по истечении определенного промежутка времени, извлекают ящик из воды и определяют количество наносов, отложившихся на дне ящика. Иногда ящики делают с крышками, которые снимаются при опускании ящика на дно; а при под'еме ящика со дна, крышки закрываются; это делается, во избежание утери наносов во время под'ема ящиков.

4. Исследования притоков.

Общие данные. Притоки, впадающие в исследуемую реку, должны быть исследованы в об'еме и на протяжении, в зависимости от задания; нередко исследования главнейших притоков включаются в программу работ партии, и тогда эти исследования ничем существенно не отличаются от исследований главной реки; при этом в задании указывается протяжение, на котором приток должен быть исследован.

Об'ем исследований притоков. Более часто встречаются случаи, когда об'ем и протяжение подлежащего исследованию притока определяется требованиями проекта, что имеет место главным образом при проектировании на главной реке водоподпорных сооружений, дающих под'ем воды на притоке; иногда то или иное сооружение должно быть запроектировано на самом притоке. В указанных случаях протяжение подлежащего исследованию притока определяется обычно длиной распространения подпора; об'ем же исследований зависит от требований проекта; иногда производят с'емки и нивеллировки, лишь с целью выяснения количества затопляемых земель, а иногда намечают более обширные задачи: получить данные о расходах, наносах, стоке и т. д.

Если при производстве исследований никаких определенных проектов не имеется в виду, то минимальное протяжение исследуемых притоков должно быть, согласно Инструкции НКПС, не менее 2 км для судоходных рек, не менее 1 км для сплавных и в пределах контурной с'емки для остальных.

Однако эти требования Инструкции крайне недостаточны, и мы полагаем, что независимо от требований проекта, необходимо дать хотя бы общую характеристику более значительных притоков, а именно, установить его водную мощность, что впрочем отчасти вытекает и из предыдущего описания гидрометрических работ, затем надо выяснить средний уклон притока, что даст возможность определить величину падения притока хотя бы на нижнем его течении, собрать данные о глубинах, длине притока, высоте берегов и пр.

Исследования озер. Кроме исследований притоков, необходимо изучать еще в том или ином об'еме и озера, находящиеся в непосредственной близости от исследуемой реки; при отсутствии требований проекта, необходимо, во всяком случае, дать хотя бы общую характеристику озера посредством с'емки, общего промера и краткого описания *).

Литература к главе XI.

1. Инструкция для производства работ на постоянных гидрометрических станциях Управл. Внутр. водн. пут. и шос. дор. 1914.
2. А. А. Зиринг. (под редакцией Е. В. Близняка). Описание работ по определению расходов воды р. Енисея у г. Красноярска Обь-Енисейской партией в 1911 г.
3. Hoyt and Grorer. River discharge. 1921.
4. Hogan. River Gauging. A Report on Methods and Appliances suitable for Use in Great Britain. 1924.
5. Handbuch der Ingenieurwissenschaft. B. III, т. I. Gewässerkunde.
6. С. И. Коллупайло. Гидрометрия.
7. В. И. Владычанский. Гидрометрия. 1924.
8. Manitoba. Hydrometrie Surwey for the Calendar Year. 1924.
9. Д. И. Кочерин. Материалы по водным изысканиям в Крыму. 1916.
10. Д. А. Дубах. Жизнь реки. 1925.
11. Е. В. Близняк. Исследования В. Г. Гойта зимнего состояния рек в Соединенных Штатах С. А.
12. Каталоги фирмы А. Отт.
13. Каталоги фирмы Люта.
14. А. И. Крылов. Гидрометрия.
15. Инструкция О. З. У. для устройства створных сечений.
16. Инструкция О. З. У. для измерения расхода воды вертушкой
17. Инструкция О. З. У. для измерения расхода воды поплавками.
18. А. А. Труфанов. Очерк главных сплавных рек и транспортирования древесины Казанского края. 1923.
19. L. A. Ott. Theorie und Konstantenbestimmung des hydrometrischen Flügels 1925.
20. В. Г. Глушков. Складной батометр — тахимер проф. Глушкова для измерения скорости течения и одновременного взятия пробы воды со взвешенными наносами.
21. L. Collet. Les lacs. 1925.
22. В. В. Валединский. Полевая инетрукция для наблюдений над наносами в устье р. Волги. 1922.
23. Материалы по вопросу о применении химического метода к измерению расходов воды. С.-Петербургск. Окр. П. С. 1914.
24. Инж. Бернадский и лаборант Юрков. Измерения расходов воды химическим методом. 1913.
25. Инж. Паталеев и Нуров. Электрохимический метод определения расходов воды. «Закавказский Транспорт» 1925 г. № 9—10 и № 11—12.
26. Schweizerische Bauzeitung. 1926. № 1.

*) Производство исследований озер описано в главе XVII.

ГЛАВА XII.

Фотографические работы.

Значение фотографических работ. Прежде всего необходимо отметить, что при водных исследованиях фотографические работы всегда должны занимать видное место среди других работ, так как фотографические снимки во многих случаях дополняют данные топографических с'емок наглядностью изображения; нередко фотографические снимки являются ценным пособием для ориентировки судоводителям в низовьях рек, устьевых участках; фотографии бывают также полезны при отыскании месторасположения реперов; вообще фотографический снимок оживляет материалы исследований и в особенности облегчает общее ознакомление с характером природы исследуемого района, населения и проч.; мы не можем представить описания реки, озера, водораздела без иллюстрирования их фотографическими снимками. Особый интерес приобретают фотографические работы, если исследования производятся в мало изученных местностях.

В виду изложенного, нельзя смотреть на фотографические работы, как на какой-либо „придаток", а следует отнестись к ним серьезно и требовать соответствующего качества отчетных документов—фотографических снимков.

Общие данные. При организации фотографических работ, необходимо выбрать одного—двух техников из состава партии и возложить на них производство фотографических снимков; кроме того, следует поощрять теми или иными способами фотографические работы и других техников. Необходимо, чтобы и начальник партии во время своих об'ездов всегда имел при себе фотографический аппарат. Очень важно, чтобы фотографическими работами занимались по возможности наиболее опытные в этом деле люди; следует помнить, что научиться хорошо снимать трудно, а поэтому к этому делу надо подходить внимательно и серьезно.

Во всех случаях, предварительно выезда на работы, непременно следует детально изучить свойства той фотографической камеры, которую намечается применять, и исполнить несколько пробных снимков; в особенности это важно в тех случаях, если приобретена новая камера, так как могут быть обнаружены те или иные ее недостатки; но и помимо того, надо привыкнуть к камере и пластинкам и научиться правильно с ними обращаться.

На выбор аппарата и вообще всего снаряжения надо также обратить должное внимание, ибо иначе можно затратить не мало труда и средств, а в результате получить плохие снимки. Следует еще иметь в виду, что несколько десятков хороших снимков во много раз ценнее, чем сотни плохих или посредственных.

Не останавливаясь на деталях фотографирования, мы рассмотрим лишь главнейшие вопросы, относящиеся к фотографическим работам.

Тип аппарата и его детали. Размеры.

Начнем с вопроса о типе аппаратов.

Необходимо иметь не менее двух аппаратов: один со штативом для более серьезных снимков, размером 13 × 18 см (половина пластинки) или 18 × 24 см (целая пластинка), а другой ручной, размерами 9×12 см.

Аппарат для пластинок, размерами 18×24 см, является довольно громоздким, а потому вообще может применяться лишь в тех случаях, если имеется возможность иметь такое оборудование; поэтому основным размером следует считать 13×18 см.

Названные размеры удобны еще и по той причине, что они являются наиболее ходовыми, почему приобретение таких пластинок не встречает затруднений.

Что касается вопроса о применении пленок, то мы не можем их рекомендовать для ответственных снимков, в виду их меньшей устойчивости и надежности, по сравнению с пластинками; однако учитывая ценные качества пленок—их портативность и малый вес,—можно приобретать некоторое количество их для менее ответственных работ; основные же снимки—обязательно производить на пластинках.

Обращаясь к типу камеры, следует рекомендовать так называемые универсальные типы, пригодные для снимков со штатива и с руки; камера должна иметь двойное растяжение меха, уклон матового стекла, достаточное количество кассет; очень удобны так называемые магазинные кассеты. Обязательно надо иметь сукно для затемнения при наведении на фокус. Для моментальных снимков особенно удобны так называемые зеркальные камеры.

Штатив должен быть надлежащей устойчивости; не следует увлекаться особо портативными, но мало устойчивами штативами.

Об'ективы применяются универсальные, преимущественно анастигматы со светосилой *) не менее 1:8 (например, Герца, Цейсса); хороши об'ективы со светосилой 1:4,5, а также 1:6,8.

Что касается затвора, то обязательно иметь затвор моментальный — надежной конструкции; например, Торнтон-Пикара; особенно большими скоростями увлекаться не следует, так как в обычных условиях скорости менее $^1/_{200}$ сек. не требуется применять.

Фотографическое оборудование.

Очень важно иметь оборудование для проявления снимков на месте, чтобы быть уверенным, что фотографирование ведется правильно; кроме того, такой способ дает возможность закрепить на месте хотя бы наиболее ценные снимки; наконец, в некоторых случаях, особенно при далеких путешествиях, фотографический снимок может служить ценным подарком.

Фотографическое оборудование вообще должно быть портативное; если партия размещается на брандвахте, то всегда в таких случаях следует устраивать оборудованную для фотографии темную комнату; если в распоряжении партии имеются только палатки, то проявление пластинок производится в палатке; при большом об'еме фотографических работ, например, при фотос'емке, желательно иметь особую палатку; для возможности удобно заряжать кассеты на свету, можно рекомендовать применение складной „темной комнаты".

Из фотографического оборудования следует иметь красный фонарь (лучше иметь два: один — стеклянный складной, а другой из красного неактиничного холста), удобны также неактиничные листы желатина; ванночки (целлулоидные), бак для промывки негативов на 12 пластинок,

---

*) Светосила определяется отношением действующего диаметра отверстия диафрагмы к главному фокусному расстоянию.

мензурку (целлулоидную), весы, копировальную рамку, мягкую кисть, запас проявителя (в патронах), фиксажа (кислого) и пр.

Пластинки. При закупке пластинок следует выбирать пластинки известных зарекомендовавших себя фирм, принимая во внимание что качество пластинки—основа всех фотографических работ.

Что касается степени чувствительности пластинок, то следует вообще отдавать предпочтение пластинкам обыкновенной чувствительности, как более устойчивым; все пластинки желательно иметь одинаковые, одной фирмы; желательно даже, чтобы пластинки имели один и тот же номер эмульсии. Очень хорошие результаты получаются при применении так называемых ортохроматических пластинок; в нужных случаях следует пользоваться светофильтром.

Необходимо обратить серьезное внимание на упаковку пластинок для предохранения их от сырости и высокой температуры; для этого целесообразно устанавливать пластинки по 3—4 пачки в жестяные или свинцовые ящики, с запайкой стыков; для предохранения от высоких температур, эти ящики вставляются в другие деревянные, обитые сукном.

Пленки требуют еще более тщательной упаковки.

Экспонированные пластинки упаковываются так же, как они были упакованы фирмой.

Очень полезно (а иногда и необходимо) применять искусственное просушивание экспонированных пластинок; Боровский рекомендует помещать пластинки в ящик (плотно защищенный от света), на дне которого ставится блюдце с хлористым кальцием; последний перед употреблением должен быть прокален на огне или куске железа. Хлористый кальций поглощает влажность.

Очень важно, для сохранности негативов, наблюдать за тщательностью промывки.

Производство с'емки. Переходя к краткому описанию способов с'емки, мы должны прежде всего отметить, что наиболее важным вопросом является время экспозиции; не увлекаясь формулами, приборами, актинометрами, следует опытным путем и практикой устанавливать это время. Не надо забывать о разной силе света в разных широтах в разное время дня; следует учитывать и влияние прозрачности воздуха в горных районах и проч. Во всех этих случаях пробные снимки окажут неоценимую услугу. Вообще же, если имеется какое-либо сомнение в установлении времени экспозиции, лучше допускать передержку, чем недодержку.

Необходимо обратить внимание на получение резкости снимка, особенно если производятся снимки геологические и гидрологические; в этих случаях и вообще во всех случаях более или менее ответственных снимков следует производить с'емку с наводкой на матовое стекло.

Во избежание возможности вторичной с'емки на пластинку, уже экспонированную, полезно снабжать кассеты небольшими ленточками из бумаги, вставляемыми в кассету при заряжении пластинок так, чтобы конец их выступал наружу; при экспонировании бумажка выпадает, и таким образом легко отличить кассеты с экспонированными пластинками.

Очень полезно, для наглядности и для получения на снимке масштаба, ставить при с'емках рейку или другой предмет, размеры которого известны.

Обязательно каждый негатив должен номероваться, с записью времени производства с'емки, места ее и прочих обстоятельств; в подлежащих случаях места с'емки отмечаются на картах и планах. Можно рекомендовать следующую форму журнала фотографической с'емки.

№	Год, число, месяц.	Время дня.	Предмет с'емки.	Освещение.	Река, Озеро		Результат.	Примечание.
					Экспозиция			
					Диафр.	Время.		

Сюжеты для с'емки.

Обращаясь к выбору самих сюжетов для с'емки, следует сказать, что дать сколько-нибудь исчерпывающие указания—невозможно. Во всяком случае, надо иметь в виду, чтобы фотографический снимок явился ценным отчетным материалом для иллюстрации, в первую очередь, реки, природы района, ею омываемого, судоходства, сооружений на реке, способов производства исследований и пр.

Можно наметить следующие примерные сюжеты, о которых фотограф не должен забывать при водных исследованиях: общие виды долины реки, виды берегов, приметных утесов; острова, типичные косы, спрямления, подмывы, лесные заломы; перекаты, пороги; явления из зимней жизни реки; ледоход; зажоры; сооружения на реке; пристани, зимовки; обстановка фарвартера; производящиеся на реке работы (землечерпание и др.); типы судов и способы их постройки; лесосплав, типы плотов; способы производства промеров, с'емки, бурения и проч.; типы реперов, месторасположение наиболее важных реперов; детали геологические (складки, трещины, сбросы, провалы и пр.); типы населения; этнографические снимки (одежда, жилище и пр.); типичные пейзажи; животные, растения и т. д. и т. п.

Отчетные документы.

Отчетным документом по фотографическим работам являются негативы и отпечатки. Последние по окончании годового периода работы наклеиваются в альбомы, с подробными надписями, наименованиями снимка, его номера, точного обозначения места (берег, километр и пр.) и времени производства снимка. Альбомы номеруются, с обозначением наименования партии и года производства исследований.

Негативы хранятся в специальных конвертах из провощенной бумаги; на негативе надписывается (специальным карандашем) №, год, наименование сюжета.

Литература к главе XII.

1. Справочная книжка для путешественников. 1905.
2. В. Залеман. Фототеодолитная с'емка при железнодорожных изысканиях 1912.
3. E. Miron. Photographie. 1925.

ГЛАВА XIII.

Собирание дополнительных сведений, топографических, гидрологических, технических, судоходных, по использованию водных сил, мелиорации, рыбному хозяйству и проч.

Общие данные. Кроме выполняемых перечисленных выше работ (Гл. IV—XII), в состав водных исследований входит еще собирание разного рода сведений, относящихся к исследуемой реке (озеру, водоразделу); примерная программа сведений экономических и статистических помещена в главе об экономических исследованиях; там же указана программа собирания главнейших сведений экономического и эксплоатационного характера по судоходству *); поэтому в настоящей главе мы остановимся главным образом на собирании сведений топографических, гидрологических, технических и судоходных (технической части). Само собой разумеется, что помещаемая ниже программа является примерной и должна быть видоизменяема, в зависимости от местных условий.

Переходя к изложению перечня тех вопросов, которые подлежат изучению, необходимо вкратце коснуться самой техники собирания сведений. Обычно, для означенной цели в партии не имеется специальных лиц, а работа распределяется между наличным техническим персоналом партии, для чего каждый из техников снабжается специальной книжкой, где в виде дневника и ведутся соответствующие записи; значительное количество данных собирается Начальником партии во время его об'ездов. При собирании сведений необходимо установить такой порядок, чтобы собираемые данные записывались по возможности без промедления; для записи цифрового материала это требование обязательно.

Но, кроме непосредственного собирания требуемых данных, иногда бывает целесообразно организовать рассылку анкет по главнейшим вопросам.

Во всех случаях собирание сведений облегчается, если заранее выработана соответствующая программа и форма ведомостей, которые остается заполнить. Но при этом надлежит иметь в виду, что ни в коем случае нельзя увлекаться большим количеством ведомостей, форм, анкет, так как иначе может пострадать основная техническая работа, притом нередко собираются ненужные материалы, остающиеся часто без обработки.

Топографические и картографические сведения. Топографические и картографические сведения должны заключать в своем составе данные об имеющихся в исследуемом районе картографических материалах, плановых и высотных с'емках и реперах, астрономических пунктах, с указанием когда, кем производились те или иные

*) См. следующий Выпуск.

с'емки, исследования и наблюдения и где хранятся соответствующие материалы; с наиболее ценных материалов следует снять копии.

Представляют интерес данные о расстоянии и высоте водоразделов двух смежных водных систем и, хотя при исследованиях рек получение указанных данных не входит в задачи исследований, но все же является желательным произвести хотя бы рекогносцировку с барометрическим нивеллированием, как это было сделано, например, при исследованиях р. Енисея от Минусинска до Красноярска на водоразделе между р. Енисеем и р. Чулымом, в месте наибольшего сближения названных рек.

Кроме исследований рельефа речной (озерной) поймы, целесообразно, дать хотя бы самые краткие сведения о рельефе всего исследуемого района, об имеющихся перевалах, водоразделах, высотах приметных командующих вершин и проч.

Гидрологические сведения.

Гидрологические сведения настолько разнообразны по своему составу, что можно дать лишь самую краткую программу, которую прежде всего можно разбить на вопросы, относящиеся к водам поверхностным, и вопросы, относящиеся к подземным водам.

По водам поверхностным—особого внимания заслуживает вопрос об установлении наивысших и наинизших горизонтов и выяснении минимальных глубин, имевших место; равным образом следует обратить внимание на собирание данных, характеризующих затруднительные для судоходства места: пороги, перекаты, мели; требуют подробного освещения и скорости течения; вопросы замерзания, ледохода, зажоров и прочих зимних явлений также должны быть освещены, в особенности, если по тем или иным причинам не производятся специальные зимние исследования; попутно должны быть собраны данные об имеющихся в районе исследований метеорологических станциях, при чем, в случае если предполагается использовать материалы той или иной станции для целей водных исследований, необходимо непосредственное ознакомление с состоянием этой станции и с постановкой наблюдений на ней.

Собирание сведений о размыве русла, интенсивности размыва, о передвижении наносов заслуживает особого внимания.

Необходимо собрать возможно более подробные сведения за возможно более продолжительный период времени о перемещениях русла в пределах поймы, с выяснением месторасположения главного судового хода. Эти данные могут оказать большую помощь при проектировании сооружений.

Получение данных, характеризуюших высоту стояния и колебания уровня грунтовых вод, также имеет существенное значение; для этой цели могут быть использованы имеющиеся в исследуемом районе колодцы и буровые скважины.

Наконец, должны быть собираемы сведения и метеорологические: об осадках, ливнях, засухах и пр.

Технические сведения.

Сведения технические должны в первую очередь охватить данные о строительных материалах; необходимо собрать сведения о лесе, камне, кирпиче, извести, песке, цементе; необходимо выяснить породу, сорт, качество, размеры, место и способ добычи, имеющиеся запасы, места нахождения рынков и складов, карьеров, цены за добычу и доставку, способы и расстояния доставки в требуемое место, адреса предприятий и владельцев.

Большое значение имеет собирание сведений о рабочей силе и способах передвижения: какое количество рабочих и подвод можно получить в исследуемом районе в различное время года, какой специальности имеются на месте рабочие, какое число можно получить специальных строительных рабочих (каменщиков, каменотесов, плотников, землекопов, печников и пр.); каковая покупная стоимость рабочей лошади с упряжью и сколько стоит ее содержание; какое число лошадей может быть закуплено и сколько подвод может быть нанято в разные времена года; как организовать снабжение людей продовольствием, а лошадей фуражем и пр.

Означенные сведения имеют существенное значение для разработки планов производства строительных работ.

Кроме этих сведений, собираются технические данные о сооружениях, имеющихся на исследуемой реке (озере), производящихся работах (землечерпательных, выправительных и других), обстановке фарватера, пристанских устройствах и проч. и проч.

Судоходные сведения.

В состав сведений судоходных, кроме тех, которые, как указано выше, описаны в главе об экономических исследованиях*), необходимо собрать более подробные данные об условиях плавания по исследуемой реке для изучения фарватеров и для составления лоции; подлежат также описанию технические особенности в устройстве судов и плотов, способы судовождения и сплава плотов, детали их устройства; очень полезно с картой, составленной на основании исследований, проплыть по реке, стоя на мостике парохода или на плоту рядом с лоцманом. Таким способом можно собрать много ценных судоходных сведений.

Исторические сведения по судоходству на исследуемой реке также должны быть собираемы.

Кроме плаваний в дневное время, желательно ознакомиться с условиями плавания и в ночное время и собрать соответствующие данные. Равным образом желательно собрать сведения о плавании, как при низкой, так и при высокой воде.

Сведения по использованию водных сил.

Сведения по использованию водных сил следует разделить на две части: а) сведения о существующих гидросиловых установках и б) сведения, необходимые, в связи с будущим развитием использования гидравлической энергии.

Если река исследуется главным образом в целях использования ее водных сил, то работы по исследованиям имеют в этом случае некоторые особенности, вкратце описанные в Главе XIX. Здесь же мы остановимся лишь на тех сведениях, которые во всех случаях исследования рек (озер) должны быть собраны.

Сведения о существующих гидросиловых установках.

Обращаясь к первой части сведений, относящихся к существующим гидросиловым установкам, следует отметить, что эти сведения целесообразнее всего собирать путем заполнения ведомостей-анкет, при чем должны быть освещены следующие вопросы:

1. Тип плотины (длина, материал, главнейшие размеры).
2. Величина подпора наибольшая, наименьшая, средняя.
3. Отметки горизонтов у плотины: наинизшего, наивысшего подпорного, наивысшего весеннего.
4. Отверстие и конструкция водосливов и водоспусков.
5. Состояние сооружений.

---

*) См. следующий Выпуск.

6. Подводящий канал (лоток). Его конструкция, основные размеры, скорости течения.
7. Расход воды в канале.
8. Типы гидравлических двигателей.
9. Прочее оборудование.
10. Способы регулирования расходов.
11. Назначение установки и распределение энергии. Ее загрузка. Стоимость сооружения и эксплоатации. Стоимость энергии.
12. Перспективы развития.
13. Влияние установки на судоходство и сплав и способы пропуска плотов и судов через плотину.
14. Влияние установки на заболачиваемость местности.
15. Пропуск рыбы через плотину.

Вопросы будущего развития гидросиловых установок.

Что касается выяснения вопросов, связанных с будущим развитием гидроэлектрических установок, то учитывая примерный масштаб возможного использования водных сил исследуемой реки, необходимо собрать следующие главнейшие сведения:

1. Сведения о минимальных расходах воды (зимних и летних).
2. Данные о ледоходе, прохождении весенних вод и пр.
3. Возможность получения больших подпоров по местным условиям.
4. Количество потребляемой энергии и ее стоимость в исследуемом районе и пр.
5. Характер нагрузки будущей гидросиловой установки.
6. Куда и в каком количестве могла бы быть направлена энергия.

Сведения мелиоративные.

Сведения по мелиорации следует собирать, имея в виду две главные группы работ: а) по осушению, б) по орошению земель. В состав сведений по этим группам должны войти данные, характеризующие расположение и размеры болот и заболоченным мест, глубину болот, высоту горизонтов грунтовых вод, направление возможных стоков для подпочвенной воды и пр.; собираются также общие данные о составе и характере почв, хлебных и других культурах, о применяющихся в исследуемых районах оросительных и осушительных работах и сооружениях, водном хозяйстве и пр.

Сведения по рыбному хозяйству.

Сведения по рыбному хозяйству содержат краткие данные об условиях рыболовства, рыбоводства, рыбной торговли, с выяснением тех факторов, которые должны быть учтены при составлении проектов тех или иных гидротехнических сооружений.

Санитарно-технические сведения.

Сведения по санитарной технике собираются в тех случаях, если исследуемой рекой (озером) пользуются, как источником водоснабжения или для спуска сточных вод; в обоих случаях представляет интерес тот максимальный расход, который соответственно берется из реки или поступает в реку; заслуживает внимания химический состав воды, количество микроорганизмов и пр.

Прочие сведения.

Хотя выше приведен довольно подробный перечень сведений, который желательно иметь в виду при производстве водных исследований, однако он не является полным и, если имеется возможность, собирание разного рода материалов может быть расширено, особенно, если водные исследования производятся в мало изученных местах. В таких случаях желательно, предварительно выезда на работы, снестись с соответствующими научными учреждениями, которые

могут командировать тех или иных специалистов; некоторые сведения, при пользовании соответствующими программами и указаниями специалистов, можно собрать попутно, например, материалы по этнографии, зоологии, ботанике, археологии и проч.

Цель собирания сведений.

Заканчивая настоящую главу, считаем нелишним еще раз отметить, что на приведенный перечень следует смотреть лишь, как на примерный, отнюдь не требуя собирания всех без исключения сведений, выше перечисленных; надо в каждом случае выбрать наиболее важное, сообразуясь с имеющимися средствами и личным составом, имея в виду, что главной задачей исследований является точное и обстоятельное выполнение основных работ по изучению реки. Собирание же сведений, как это видно и из самого названия, является работой лишь вспомогательной.

Литература к главе XIII.

1. Л. Штукенберг. Производство железнодорожных изысканий. 1904.
2. В. В. Гаврилов. Инструкция для рекогносцировочных исследований рек в целях использования силы падения воды для сельского хозяйства и промышленности.
3. Справочная книжка для путешественников. 1905.

ГЛАВА XIV.

Обработка материалов исследований. Главнейшие отчетные документы. Нормы кабинетных работ.

I. Обработка материалов исследований.

Общие данные. Законченные обработкой полевые материалы исследований и доставленные в контору партии, должны быть обработаны для дальнейшего их использования (для издания в печати, для проектирования и т. п.)

При этом необходимо иметь в виду, что обработка материалов является не менее важной работой, чем полевые работы, потому что как бы тщательно ни были произведены те или иные операции в поле, ненадлежащая обработка может обесценить результаты исследований.

Первое условие, которому должна удовлетворять обработка материалов — отсутствие ошибок.

На второе место должна быть поставлена срочность работы, так как, обычно, законченные обработкой материалы поступают в распоряжение проектировщика; нередко материалы исследований одного года требуются для исследований следующего года; иногда требуется, по окончании летнего периода работ, произвести обработку материалов, затем составить эскизный проект и, на основании последнего, на следующее лето произвести дополнительные исследования в местах сооружений и т. п.

Не мене важно также, чтобы стоимость обработки была наименьшая, однако, ни в коем случае не в ущерб точности и всем другим выше и ниже указанным условиям.

На видном месте следует также поставить требование, чтобы обработанные материалы отличались четкостью, наглядностью, простотой, изяществом и удобством для пользования и издания в печати.

Чтобы удовлетворить всем перечисленным требованиям, надо правильно и целесообразно организовать работы, уделив серьезное внимание надлежащему подбору личного состава.

Правильность обработки. Начнем с вопроса об устранении возможности ошибок. Это достигается прежде всего путем производства двойных подсчетов разными лицами, которые должны работать отнюдь не совместно, а обязательно порознь, сверяя время от времени (но не слишком часто) результаты своих вычислений; очень важно также вести все вычисления по определенной системе, располагая подсчеты в известном порядке, в виде таблиц, колонн и пр.; надо стараться так вести вычисления, чтобы они служили отчетным документом, ибо переписка является источником ошибок, заметить которые очень трудно при наличии сложных выкладок; очень облегчает работы применение

разного рода печатных бланок, ведомостей, расход на изготовление которых всегда окупается экономией во времени, затраченном на обработку.

Срочность обработки. Срочность обработки достигается ведением ее по заранее установленному плану, который прежде всего должен учесть необходимость соблюдения известной последовательности работ.

Очень важно установить также правильный учет работы и периодическую (обычно на 1-е число каждого месяца) отчетность; для этой цели с успехом могут быть применяемы отчетные графики, на которых наносится процент работ выполненных на данное число.

Примерная форма такой ведомости, применявшейся при исследованиях р. Волхова в 1923—1925 г., помещается ниже. (Стр. 147 и 148).

Дешевизна обработки. Дешевизна обработки также зависит прежде всего от правильной организации и надлежащего оборудования работ. Вся обработка материалов должна быть разделена, на отдельные операции, исполнителям должны быть даны точные указания, какие методы обработки рекомендуется применять, должны быть даны образцы отчетных документов, порядок расположения надписей и т. п.

Особое внимание необходимо обратить на однобразие форматов, о чем более подробно говорится ниже, в главе XXI.

Не менее важно также установить в самом начале обработки условные обозначения для планов, чертежей, графиков и т. п. Если те или иные надписи и обозначения часто повторяются, можно выполнить их или типографским (литографским) способом, или посредством штемпелей, при чем лучше применять штемпеля металлические для пользования прочной типографской краской, в виду малой долговечности обычной штемпельной краски; для номерации страниц, листов и пр. удобно применять специальные нумераторы. Иногда можно пользоваться для надписей особыми трафаретами.

Оборудование. Так как на продуктивность, а значит, и на стоимость работы влияет качество и состав оборудования, то это обстоятельство также должно быть учтено, и партия должна быть снабжена достаточным числом арифмометров, логарифмических линеек, чертежных принадлежностей, таблиц, пособий и пр. На правильное устройство и расположение чертежных столов, их освещение также необходимо обратить внимание.

Во многих случаях следует применять выполнение работ в сдельном порядке, однако, при обязательном условии строгой их проверки при приемке.

Изящество внешнего вида. Обращаясь к вопросу о придании материалам исследований (планам, картам графикам) простого, изящного вида, следует заметить, что указанное требование в значительной мере облегчает пользование материалами и удешевляет издание в печати.

Очень важно иметь в составе партии хотя бы одного сотрудника с художественной подготовкой, знакомого с техникой печатания, знающего каллиграфию, умеющего изящно и экономно расположить материалы, подобрать шрифты, тоны окраски и пр.

Ход обработки материалов. **Опись полевых материалов.** Обработка материалов начинается с проверки полевых книжек и планшетов и с составления окончательной их описи, что особенно бывает необходимо, если исследования производятся несколькими партиями (предварительные описи книжек и планшетов по каждой партии должны быть произведены непосредственно по окончании полевых работ).

ГРАФИК

состояния обработки материалов исследований.

Наименование партии . . . . . .

Река (озеро) . . . . . .

Состояние работ на 1-е . . . . . .

Наименование работ.	РАЙОН РАБОТ. №№ планшетов.						
Магистр.	Поверка книжек измерен. углов . .						
	Поверка книжек пикетажных. . . .						
Координ.	Поверка вычислений						
	Поверка нанесения						
Мензул. тахеометр. съемка.	Подсчет книжек						
	Проверка книжек						
	Пересчет книжек						
	Нанесение на планшеты						
	Закрепление подробностей						
	Закрепление отметок						
	Рабочий горизонт						
Продольн. нивеллир.	Проверка книжек						
	Увязка реперов						
	Пересчет книжек.						
	Выписывание отметок.						
	Вычисление срезки						
Поперечная нивеллировка.	Подсчет книжек						
	Проверка книжек						
	Пересчет книжек.						
	Нанесение на планшеты						
	Закреплен. направлений и точек . .						
	Закрепление отметок и точек. . . .						
	Рабочий горизонт						
Промеры.	Вычисление глубин.						
	Проверка вычислений						
	Нанесение отметок и точек						
	Закреплен. промери. данных						
	Нанесение продольн. промеров . . .						
	Нанесение линий равных глубин . .						
	Нанесение судового хода						
Горизонт.	Проведение горизонтал. в каранд. .						
	Проверка горизонталей						
	Закреплен. горизонталей						

Р А Й О Н Р А Б О Т.							
Наименование работ.	№№ планшетов.						
Н а д п и с и.							
Разные работы.	Нанесение водомерн. постов						
	Кривые невязок нивеллировки . .						
	Ведомость реперов						
	Ведомость невязок						
	Километраж						
	Составлен. описи планшетов						
	Сборная карта						
	Карта бассейна.						
	Отчетность						
	Опись полевых книжек.						

Подсчет отметок. Так как нивеллировка реперов и горизонтов воды является основной работой для дальнейшей обработки планшетов и для составления продольного профиля, то в первую очередь производится окончательный подсчет отметок реперов и рабочих горизонтов воды; все подсчеты, как указано выше, производятся дважды. Если нивеллировка велась по замкнутому полигону, то необходимо произвести увязку отметок реперов. Вычисления отметок реперов и уровня воды ведутся по книжкам I-го и II-го нивеллиров; за окончательные отметки обычно принимается полусумма отметок.

Вычисленные отметки реперов воды вписываются в ведомости реперов, (см. стр. 47), отметки же горизонтов воды в журнале продольного профиля и на планшетах. (См. выше, стр. 104).

Имея окончательно установленные отметки реперов, можно приступить к подсчетам и увязке отметок точек местности по данным тахеометрической с'емки или поперечной нивеллировки и к нанесению отметок на планшеты.

Срезка. Вычисление срезки производится после того, как отметки реперов установлены, проверена связка низкого уровня воды с реперами и выбран условный горизонт срезки. Вычисленные величины срезок выписываются в журнал продольного профиля (см. стр. 104) на планшетах и в промерных книжках. По введении поправок в глубины на величину срезки и на прогиб лотлиня (для глубин, измеренных лотом), вычисляют окончательные глубины, которые и выписываются на планшеты, на линиях поперечных профилей, как описано в главе IX. Если дно изображается в горизонталях, то вычисляются отметки дна и также выписываются на планшетах.

Проведение линий равных глубин и линии судового хода. Таким образом на планшетах наносятся все главнейшие данные, необходимые для проведения линий равных глубин и горизонтов.

По нанесении линий равных глубин, проводится линия судового хода, при чем в качестве последней принимается линия, соединяющая точки наибольших глубин на промерных профилях (галсах); особо крутые переломы линии наибольших глубин плавно

спрямляются; на пересечении линии судового хода с промерными профилями (галсами) выписываются наибольшие глубины в сантиметрах.

По проведении линии судового хода, на ней разбиваются пикеты через 100 м и километры; за начальную точку, от которой ведется счет километров, принимается основной репер, расположенный в крупном населенном пункте, в начале исследуемого участка, или же счет ведется от истока исследуемой реки, или от устья какого-либо значительного притока, или от государственной границы и т. п.

Продольный профиль. Когда на судовом ходе разбиты пикеты и километры, можно приступить к завершению составления журнала продольного профиля, где некоторые данные, как указано выше, уже были выписаны.

Имея законченный составлением журнал продольного профиля (см. стр. 104), нетрудно вычертить последний.

Сокращенный продольный профиль. Затем составляется и вычерчивается сокращенный продольный профиль. Профили вычерчиваются на клетчатой бумаге, с соблюдением установленных обозначений и форматов.

Если с'емка производится несколькими мензульщиками, из которых один идет по главному руслу, а другие по второстепенным протокам, то при обработке планов реки необходимо произвести сборку планшетов и их увязку; за основу принимается с'емка, ведущаяся по главному руслу и опирающаяся на точки магистрали или триангуляции, и к ней привязывается с'емка второстепенных протоков и проч.; увязки производятся по правилам, излагаемых в геодезии.

Условные обозначения. Прежде чем приступить к окончательной отделке и раскрашиванию планшетов, необходимо установить однообразные условные обозначения, приняв в основу установленные обозначения например, действующие по НКПС, и введя в них дополнения, соответствующие местным условиям.

Географические названия. Необходимо обратить внимание на правильное начертание названий рек, озер, населенных пунктов, урочищ и пр., пользуясь строго проверенными данными, полученными из надежных источников; если исследования производятся в мало изученной местности, изобилующей притом названиями на разных языках, необходимо установить правильную транскрипцию собственных имен, для чего следует воспользоваться указаниями специалистов.

Сборная карта планшетов и карта бассейна. Сборная карта планшетов и карта бассейна исследуемой реки составляются после того, как закончены обработкой планы реки. Подробности их составления указаны ниже.

Обработка материалов водомерных наблюдений, геологических, зимних исследований. Что касается общего хода обработки водомерных наблюдений, геологических исследований, зимних исследований и пр., то об этом помещено описание в соответствующих главах.

Перечень отчетных документов. В конечном результате обработки материалов исследований должны быть получены следующие отчетные документы: 1) журналы и графики водомерных постов, 2) ведомости реперов, 3) планы реки, 4) сборная карта планшетов, 5) карта бассейна, 6) продольный профиль, 7) гидрометрические данные, 8) описание реки с общей обработкой собранных партией материалов и пояснительная записка по исследованиям, с данными об их стоимости, 9) данные

геологических исследований, 10) данные зимних исследований, 11) экономическая записка (может быть включена в общую записку, п. 8), 12) коллекция фотографических снимков.

Кроме перечисленных документов, составляемых на основании полевых материалов, отчетными документами являются полевые материалы, книжки, журналы, а также вспомогательные ведомости и журналы, которые были применены при вычислениях.

II. Главнейшие отчетные документы.

Общие данные. В дальнейшем мы будем рассматривать способы составления лишь следующих главнейших отчетных документов: 1) планов реки, 2) сборной карты планшетов, 3) карты бассейна, 4) продольного профиля, имея в виду, что перечисленные документы не могли быть описаны выше при рассмотрении отдельных операций работ по (нивеллировке, с'емке, промерам), так как они составляются на основании совокупности данных, получаемых отдельными операциями; так, например, для составления планов реки, необходимо использовать данные с'емки, нивеллировки, промеров и т. д.

1. Планы реки.

Планы реки. Общий ход обработки описан выше. В окончательном виде планшет (фиг. 123) должен иметь следующие данные.

1. Сверху рамки в левом верхнем углу название реки; километры с обозначением, откуда ведется их счет, указание той части реки, к атласу которой план относится; в правом углу обозначается № планшета. Внизу под рамкой помещается указание, что планшет составлен по с'емкам такой-то партии, в течение таких-то лет и подпись начальника партии.

2. На каждом планшете должны быть обозначены: синим цветом отметки условной поверхности воды в тех точках, где они получены на основании инструментальных определений; месяц и число, к которому относится эта условная поверхность, а также соответствующая высота воды на ниже и выше лежащих постоянных водомерных постах над их нулями; направление течения и, по возможности, все отметки высотных точек, а также наиболее характерные глубины русла по поперечным профилям или галсам.

Отметки высотных точек выписываются черным цветом в сотых долях метра.

3. Вершины углов обозначаются в виде кружков, центрами которых должны быть нанесенные по координатам точки вершин углов; №№ углов надписываются согласно общей номерации.

4. Магистральная линия и стороны треугольников при триангуляции изображаются красными линиями, которые доводятся лишь до окружности кружков, обозначающих углы.

5. Направление поперечных профилей берегов и разлива обозначается на планшетах красной сплошной чертой.

При каждом профиле на планшете подписывается красным цветом его номер.

6. Горизонтали вычерчиваются сиенной.

7. Направление профилей русла реки и галсов обозначается на планшетах синими тонкими сплошными чертами. Урез воды при рабочем горизонте (мензульной с'емки) обозначается синим пунктиром. Урез воды, приведенный к условному горизонту воды, обозначается сплошной синею чертой, и до этой черты делается раскраска русла. Отметки уровня воды надписываются синим цветом, земли—черным, горизонталей—сиенной и реперов—красным цветом.

8. По линии фарватера выписываются глубины в точках пересечения этой линии с поперечными профилями или галсами.

В тех случаях, когда срезка промеров не производится, русло изображается в горизонталях через 1,0 м, с указанием времени производства промеров.

9. Линии равных глубин назначаются в зависимости от задания исследований, но не реже, как через 0,5 метр. до глубины в 2 метра включительно, а далее через 1—2 метра.


Р. ПОЛА. 66,5-68,0 КИЛОМ. ОТ NN.
Л. 8
ЛИСТ 7.
с. НАЛЮЧЬЕ
Поп. №32
Поп. №33
КУРГАНЫ
Урочище Сопки
Налючьевский вод. пост.
Нуль поста 20,430
Море „Сухое"
Болото
Река
БРОД
ПОЛЕВЫЕ ГОРИЗОНТАЛИ (Кроки съемщика)
оз. Синец.
мельница
Пруд
Пруд Волокуша
оз. Клин
Кустарник
Скалистый берег
Пир. №7
Л. 9.
Начат 16-го Июня 1924 г.
Окончен 19 „ „
Съемку производил
Составлено
Примеч
№ репера.
31 XVI
Е. В. БЛИЗНЯК. Производство исследований.
Фиг. 123.

азвание.	Отмет.	Повыш. репера над сред. горизон.	Координаты. X.	Координаты. У.	Километ. от истока.
столб. (1924г)	23,521				66,5
ин. марка (1908г)	28,425	7,34	3255.72	2742.00	»

тки исчислены в абсолютных отм.
ровнем Балт. моря от марки Гл. Шт.
г. на водомерном здании ст. Чудово с
отм. 29,066 м.

фарватеру показаны в сантиметрах.
ных глубин проведены через 0.50; 1,00 и 1,50 м.
ли проведены через 1,00 м.

еры отнесены к гориз. воды
л. дня.... 15/X 1924 г. и соот-
вуют показаниям водом. поста

	над О графика	абс. отм. О
чьевский	+65	20.430
ский	+45	19.350

МАСШТАБ $\left(\frac{1}{5000}\right)$

50 25 0 50 100 150 м.

по данным исследований NN партии в 1924 году.

ание. На верхней части плана реки проведены горизонтали и изобаты, на нижней — только изобаты.

Печатано в 1926 году.

Километры от N.N.	Отметки дна по фарватеру.	Время нивелировки.	Отметки условн. гориз. в. (гориз. срезки 14 окт. 1924 г.)	Отметки рабочего горизонта воды.	Отметки низкого горизонта воды.	Отметки высокого горизонта воды.	Отметки реперов и нулей водомерных постов.	Отметки правого берега.	Отметки левого берега.	Падение на километр.	Скорости на поверхности мгтр. в сек. к.м. в час.
67	18.20	21/VI.	21.104	21.515	21.100			25.42	33.70		
	19.60									0.041	$\frac{0.18}{0.30}$
	19.40		21.100	21.410					24.90		
	19.60										
	18.18		21.096	21.504			20.430	23.18			
			21.080	21.488			23.591				
	19.52						23.465			2.26	
68	18.50		21.055	21.465	20.639			23.12	31.87		
			20.950	21.055							
			20.639	21.044							
	18.11							23.71		0.067	$\frac{0.19}{0.33}$
	18.30										
69	17.67										
	18.95		20.852	20.956		21.804			28.15		
	17.90							27.00			
							27.112				
70	18.53									0.532	$\frac{0.57}{1.59}$
	17.61		20.165	20.595				26.43			
								26.60	28.02		
71	17.90										
	17.54		19.811	20.205	19.811	21.007		24.30			
							25.001				
								25.37	28.65		
72	16.81			20.135							
	17.05									0.132	$\frac{0.95}{0.70}$
	17.90			19.993				25.91	25.65		
73	17.51										
	17.72										
74	17.00		19.481	19.870	19.420	20.600	23.007	22.90	27.50		

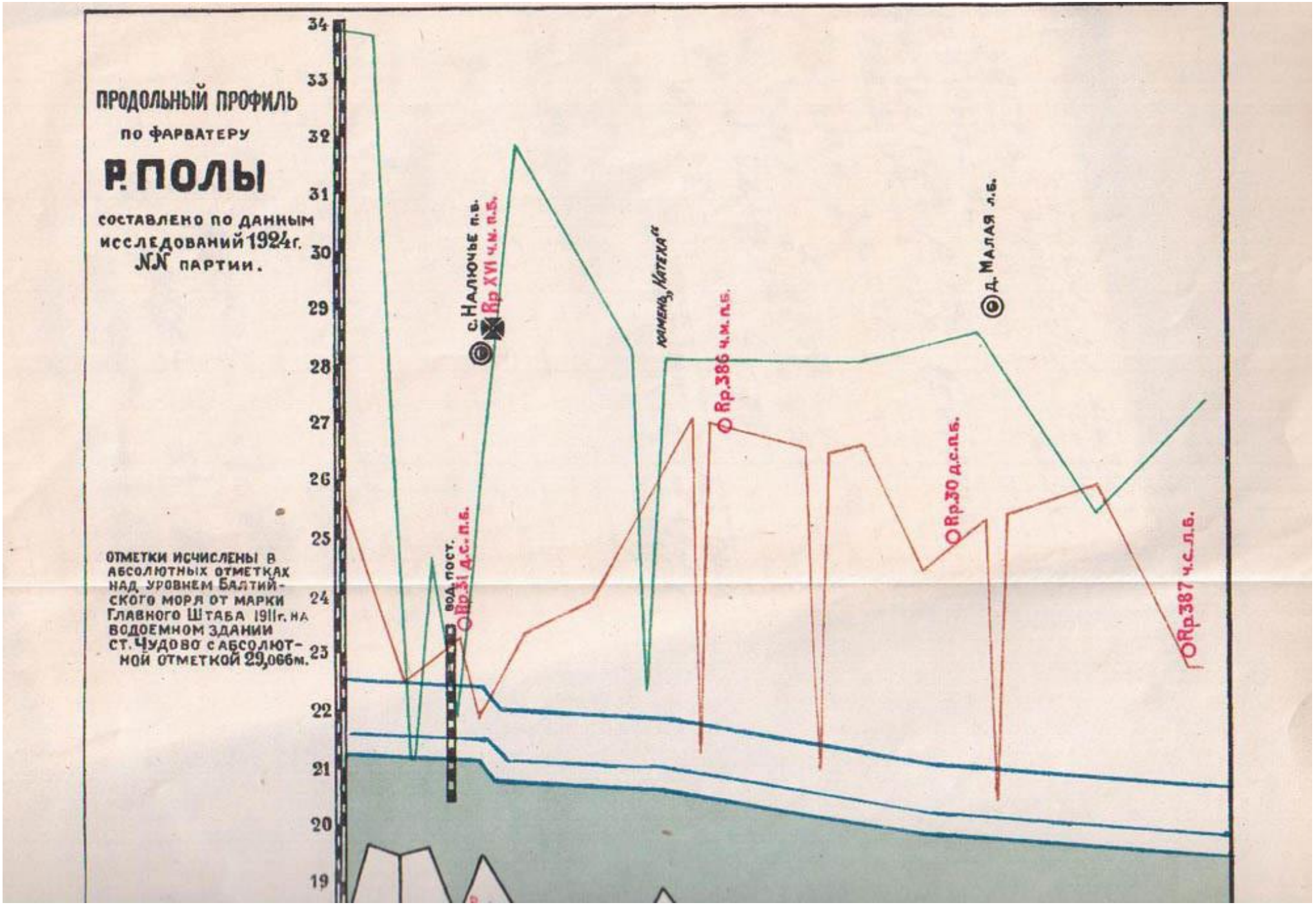
Фиг. 125.

МАСШТАБЫ:
горизонтальный 1км. в 0.02 м.
вертикальный 1м. в 0.01 м.

14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

...ского моря от марки Главного Штаба 1911 г. на водоемном здании ст. Чудово с абсолютной отметкой 29.086 м.

ПЕРЕКАТ
ПОРОГ „СУХОЙ"
ВОДА
ORp.1
ручей л.б.
ПЕРЕКАТ
ручей пр.б.
ручей пр.б.
ручей пр.б.
ПЕРЕКАТ
ORp.387


ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ
ПО ФАРВАТЕРУ
Р. ПОЛЫ
СОСТАВЛЕНО ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЙ 1924 г. NN ПАРТИИ.
ОТМЕТКИ ИСЧИСЛЕНЫ В АБСОЛЮТНЫХ ОТМЕТКАХ НАД УРОВНЕМ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ ОТ МАРКИ ГЛАВНОГО ШТАБА 1911 г. НА ВОДОЕМНОМ ЗДАНИИ СТ. ЧУДОВО С АБСОЛЮТНОЙ ОТМЕТКОЙ 29,066 м.
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
с. Налючье п.в.
Rp XVI ч.м. п.б.
Rp.31 д.с. п.б.
вод. пост.
камень „Катеха"
Rp.386 ч.м. п.б.
д. Малая л.б.
Rp.30 д.с.п.б.
Rp.387 ч.с.л.б.

10. Урез высоких вод наносится лишь в тех случаях, где он определен инструментально, с надписью соответствующей отметки синим цветом.

11. На планшете по руслу реки обозначается по плавной линии черным пунктиром или направление судового хода, намечаемого, по возможности, по линии наибольших глубин, или положение средней линии.

12. На каждом планшете должны быть указаны отметка и название исходной нивеллировочной точки.

13. В точках определения истинного меридиана, последний проводится красною чертою через весь планшет. Равным образом на каждом планшете должен быть указан черной линией магнитный меридиан.

В местах, где наблюдались магнитные аномалии, это обстоятельство должно отмечаться графически на планшетах.

14. Места буровых скважин показываются условными знаками, с указанием отметок их устьев.

15. На каждом планшете надписывается время производства с'емки.

16. Если на планшете партии делаются дополнения на основании планшетов Главного Штаба, межевых и других планов и карт, то эти дополнения должны быть особо оговорены на самом планшете.

17. На планшете должны быть помещены таблицы: 1) отметок высотных реперов и 2) координат плановых реперов.

Невязки между определениями астрономических и тригонометрических пунктов, сделанными какими-либо ранее бывшими исследованиями и определениями, произведенными партией, указываются в отчетных документах не менее, как для 2-х точек, по возможности, ближайших к концевым участкам годового района с'емки партии.

2. Сборная карта планшетов.

Общие данные. Сборная карта планшетов (фиг. 124) составляется в масштабе от 1 : 250 000 до 1 : 5 000; на ней показываются границы отдельных планшетов. Сборная карта имеет двоякое назначение: 1) она облегчает пользование подробными планами, в целях нахождения того или иного требующегося планшета; 2) она служит для соответствующих дополнений и исправлений имеющихся географических карт.

Чтобы карта удовлетворяла первому требованию, она должна быть компактна, и на ней должны быть нанесены №№ планшетов и главнейшие пункты для ориентировки: населенные места, притоки, репера, астрономические пункты.

На сборной карте вычерчиваются также профили разлива, с обозначением высотных точек, и границы разлива с отметками высоких вод, с указанием, в каком году были эти высокие воды.

Общая схема построения географической сетки. Для того, чтобы карта удовлетворяла второму назначению, т.-е. чтобы имеющиеся на сборной карте данные можно было бы нанести на географическую карту, необходимо построить сборную карту на географической сетке; (в картографической проекции) таким образом, можно будет без труда графически найти географические координаты (широту и долготу) любой точки.

Однако для нанесения планшетов с'емки на географической сетке в большинстве случаев имеется очень мало данных; обычно, число встречаемых в районе с'емки астрономических и тригонометрических пунктов бывает не велико; между тем для надлежащего ориентирования каждого планшета по географической сетке необходимо иметь географические координаты (широту и долготу), хотя бы одной точки и величину угла, составляемого между осью Y-ов и направлением меридиана. Следует заметить, что громадное большинство водных исследований производится без тригонометрической триангуляции, и общую увязку с'емки приходится

делать лишь по окончании полевых работ. При этом могут быть применяемы разные способы: графический, аналитический или графо-аналитический.

Чтобы иметь представление о величине тех невязок, которые получаются в итоге технических водных с'емок, можно привести следующие данные: при исследованиях р. Северного Донца (с'емка с магистралью) наибольшая величина расходимости между координатами астрономических пунктов получилась равной по широте 84″,95 и по долготе 113″,36; при исследованиях р. Дона (с'емка с магистралью) невязка была равна 85″,22 по широте, 116″,56 по долготе; при исследованиях р. Енисея от Красноярска до Енисейска (с'емка с триангуляцией) невязка—по широте 12″, по долготе 24″, невязка угловая 1′ 49″.

Схема построения сборной карты. Для построения сборной карты, можно привести в виде примера следующий способ, который был применен нами при исследованиях р. Енисея.

Выбирают систему картографической проекции; обычно для простоты применяют проекцию цилиндрическую; выбирают основную параллель; если с'емка вытянута в направлении по меридиану, то во избежание больших искажений, пользуются разными основными параллелями.

В выбранном для сборной карты масштабе вычерчивают географическую сетку, с прямоугольниками по широте и долготе 30′; величины 1″ по широте и долготе берутся из таблиц *).

На географической сетке наносят по данным географическим координатам (широте и долготе) астрономические пункты, которые были определены засечками при с'емке реки, и для которых имеются вычисленные прямоугольные координаты.

Выбирают в промежутке между каждой парой астрономических пунктов точки (плановые реперы, углы магистрали), прямоугольные координаты которых известны; на каждом планшете должна быть выбрана хотя бы одна такая „закладная" точка.

Таким образом получаются полигоны, начало и конец которых опираются на астрономические пункты, а точки перелома расположены на планшетах с'емки.

Остается решить следующую задачу: зная прямоугольные координаты всех точек полигона и географические координаты начальной и конечной точек, требуется определить географические координаты закладных точек и географические азимуты сторон полигона.

Если бы не было невязок, т.-е. если бы конечная точка полигона, нанесенная по географическим координатам, точно совпала бы с точкой, нанесенной по прямоугольным координатам конечной точки полигона, то определение географических координат закладных точек было бы произведено просто. Но так как фактически всегда имеется невязка, то приходится сделать надлежащую увязку, а затем вычислить требуемые вышеуказанные элементы. При решении этой задачи, можно применить способ увязки нивеллир-теодолитного ряда, детально описанный в „Практической Геодезии" В. Витковского, стр. 722 и следующие**).

Полигоны увязываются последовательно, при чем начальная точка каждого полигона считается совмещенной с соответствующим астрономическим пунктом. Схема увязки между двумя астрономическими пунктами состоит в следующем.

---

*) См. Витковский. Картография.

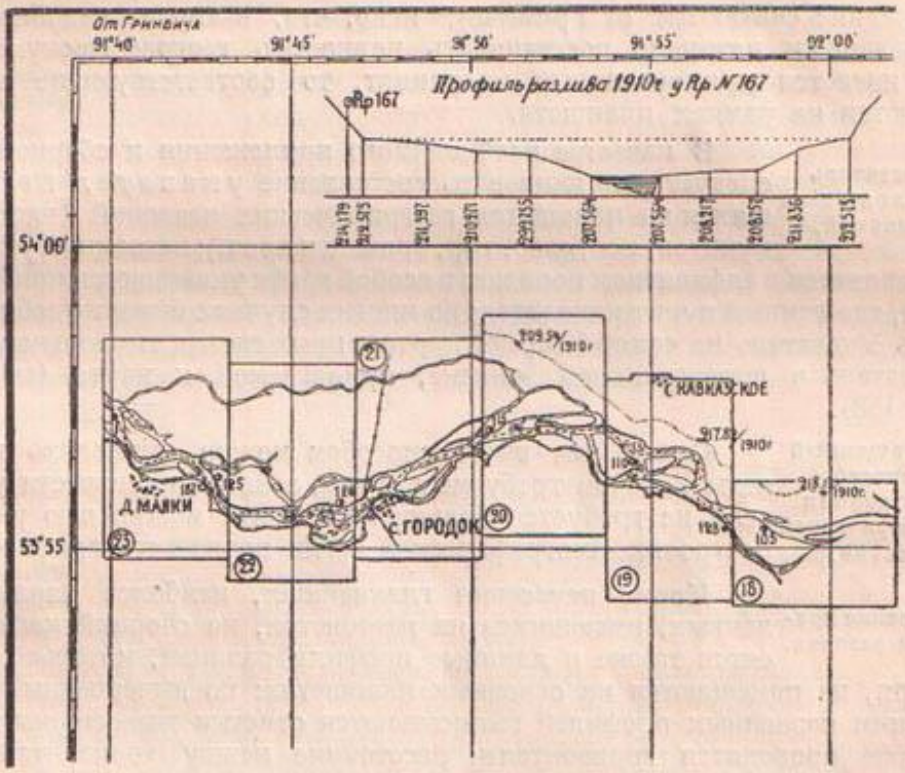
**) Численный пример приведен в следующем Выпуске.

По данным географическим координатам двух астрономических пунктов решают „обратную геодезическую задачу“, т.-е. вычисляют азимут и расстояние на другой астрономический пункт.

Пользуясь координатами в прямоугольных осях, вычисляют для тех же астрономических пунктов расстояние между ними и азимут линии, их соединяющей, и определяют величину невязки и проекции последней в прямоугольных осях.

Вычисляют длины и азимуты в прямоугольных осях.

Составляют и решают „условные уравнения“ (см. В. Витковский, Практическая геодезия, стр. 722 и следующ.).



Фиг. 124.

Определив из „условных уравнений“ величины поправок для координат закладных точек и азимутов, решают последовательно „прямые геодезические задачи“ и находят географические координаты точек и искомые азимуты требуемых направлений.

Получив географические координаты закладных точек и вычислив углы наклона прямоугольных осей к географическим, наносят на каждом планшете (в масштабе с'емки) географическую сетку через 30″ по широте и долготе.

Графически наносят на сетку сборной карты планшеты, с соответствующим уменьшением масштаба.

Производят графическую увязку в стыках планшетов; имея в виду мелкий масштаб сборной карты, таковую увязку сделать нетрудно.

Для увеличения точности, можно разбить каждый планшет на 2 и более частей, на каждой из частей наметить по закладной точке и дальнейшую работу вести согласно вышеизложенного. Для получения же наиболее удовлетворительных результатов, можно в качестве закладных точек взять углы магистрали (или вершины треугольников при триангуляции)

и произвести увязку, как указано выше; однако такой способ следует признать слишком громоздким по об'ему вычислительной работы.

Можно также применить и графические приемы.

Обычно, географическая сетка не вычерчивается полностью на планшетах, во избежание затемнения планшета; равным образом, на планшетах не проводятся и сетки прямоугольных координат; обычно ограничиваются нанесением лишь направлений одного меридиана и одной параллели, с отложением от точки пересечения отрезков, длиною 30″ по долготе и 30″ по широте; из той же точки проводится и магнитный меридиан; таким образом, графически на каждом планшете определяется склонение магнитной стрелки; там же обозначаются широты и долготы (последние считаются от Гринича); ясно, что, в случае надобности, по этим данным нетрудно восстановить полностью географическую сетку; что касается прямоугольных координат, то соответствующие надписи делаются на рамках планшета.

Указатель географических названий. В качестве необходимого приложения к сборной карте, следует рекомендовать составление указателя встречающихся на планшетах географических названий (населенных пунктов, рек, озер, гор, урочищ и проч.); названный указатель составляется в алфавитном порядке; в особой графе указывается номер планшета, где данный пункт находится; во многих случаях бывает удобно поместить Указатель на самой Сборной карте; в иных случаях можно напечатать Указатель в пояснительной записке, прилагаемой к карте (см. ниже, стр. 158).

Упрощенный способ построения географической сетки. Описанным выше способом можно вычислить координаты реперов требуемых точек, а затем произвести увязку; если не требуется большой точности, можно всю увязку и построение географической сетки произвести графически.

Нанесение профилей разлива. Кроме нанесения главнейших, наиболее характерных данных, имеющихся на планшетах, на сборной карте наносятся также и длинные профили разлива, которые, вообще говоря, не помещаются на основных планшетах; по вычерченным направлениям названных профилей выписываются отметки характерных точек, а затем проводятся горизонтали; расстояние между горизонталями по высоте выбирается, в соответствии с имеющимися картами того же масштаба, но не реже, чем через 5 м.

3. Карта бассейна.

Общие данные. Карта бассейна (района) имеет главной целью 1) дать общее представление о всем исследуемом бассейне или районе; 2) служить вместе со сборной картой материалом для дополнения и исправления существующих географических карт. Следует заметить, что так как в общем физико-географическом описании бассейна исследуемой реки, а особенно, при экономических исследованиях приходится касаться районов, иногда значительно удаленных от данного бассейна или района, то поэтому желательно, чтобы на названной карте был изображен соответствующий район; в некоторых случаях, если район очень обширен, приходится ограничиваться освещением на карте лишь бассейна исследуемой реки (озера), а для общей ориентировки пользоваться картами более мелкого масштаба.

Прежде чем приступить к составлению карты бассейна (района), необходимо собрать имеющиеся картографические материалы, составить

опись этих материалов и установить степень их достоверности. Затем в основу составляемой карты избирается одна из имеющихся карт, и на ней наносятся соответствующие добавления и исправления. При этом необходимо пользоваться условными обозначениями, установленными для карт.

Масштаб. Что касается масштаба, то таковой избирается как в соответствии с площадью исследуемого района, так и в соответствии с масштабами имеющихся карт. Можно рекомендовать, как основной масштаб 1 : 1 000 000; в этом масштабе производится составление общей карты СССР; кроме того, для Европейской части СССР могут быть временно принимаемы масштабы 1 : 840 000, а для малых районов 1 : 420 000; для Азиатской — 1 : 1 680 000 и 1 : 2 252 000.

Карта малоисследованных районов. Если водные исследования захватывают обширные районы, притом мало изученные, необходимо составить соответствующую карту заново, с использованием имеющихся картографических материалов. Способы составления и обработки изложены в специальных курсах геодезии и картографии.

Основные указания. Во всех случаях составления и издания карт необходимо указывать на самой карте, по каким источникам (основным и вспомогательным) составлена карта, какой организацией и в каком году; если карта составляется заново, необходимо приложить к ней краткую пояснительную записку, с указанием способов составления карты и перечнем использованных материалов.

4. Продольный профиль.

Подробный продольный профиль. Продольный профиль составляется в двух видах: 1) подробный и 2) сокращенный.

Остановимся сначала на составлении подробного продольного профиля (фиг. 125).

Как указано выше, продольный профиль составляется по линии судового хода применительно к линии наибольших глубин; в случаях, если река намечается для шлюзования, можно составлять продольный профиль и по средней линии, т.-е. по линии проходящей на равном расстоянии от уреза левого и правого берегов; последнее имеет место лишь при исследованиях малых рек, с незначительной шириной русла; в большинстве же случаев за основную линию принимается линия наибольших глубин (для судоходных рек—судовой ход).

Масштабы. Масштабы для подробного продольного профиля назначаются следующие: горизонтальный — 0,5 км в 0,01 м, вертикальный—1 м в 0,01 или 0,5 м в 0,01 м.

На продольном профиле должны быть помещены следующие данные (фиг. 125):

1. Частные (на километр) падения реки и уклоны. При изображении частных падений и уклонов, следует относить их не к расстояниям между каждыми двумя смежными отметками воды, а к расстояниям, на которых существуют однообразные, примерно, падения. Падения и уклоны исчисляются для условного горизонта; а если срезка не сделана, то для рабочего.
2. Отметки рабочего горизонта.
3. Отметки условного горизонта по данным срезки, с указанием отметок точек его перелома.
4. Отметки низкого горизонта воды, если производились над ним наблюдения. Отметки горизонтов воды пишутся в тысячных долях метра синим цветом.
5. Глубины от условного горизонта по линии судового хода, обозначенные на плане; цифры глубин пишутся черным цветом. В случаях, когда профиль предназначается для проектов шлюзования, выписываются отметки дна по профилю.

Следует обратить внимание, чтобы данные профиля сходились с планами: иногда получаются несходимости, вследствие того, что составление продольного профиля ведется параллельно с составлением планов, которые в процессе работы иногда подвергаются некоторым исправлениям.

Указанные в п.п. 1—5 данные помещаются в отдельных горизонтальных графах, располагаемых в нижней части профиля.

6. Отметки высоких вод и год, к которому они относятся, выписываются синим цветом сверху профиля при горизонтальной черте, которая графически показывает стояние высоких вод в том месте, где оно определялось.

7. Номера профилей разлива пишутся красным цветом.

8. Нумерация километров по судовому ходу, а если он не показан, то по средней линии, пишется черным цветом.

9. Номера реперов и отметки их пишутся красным цветом.

10. Отметки гребня правого и левого берега пишутся различными друг от друга цветами (зеленым—левый берег и коричневым—правый берег).

Нередко нанесение отметок гребня правого и левого берега встречает затруднения по той причине, что понятие «гребень» точно не установлено; имеются такие берега, где гребень отстоит на большом расстоянии от уреза; в случаях крутых высоких берегов, этот вопрос также не имеет определенности. Поэтому иногда применяют следующий способ нанесения отметок берегов: задаются определенной шириной береговой полосы, считая от уреза, и на продольном профиле наносят отметки крайних точек этой полосы; такой способ имеет то достоинство, что здесь довольно наглядно изображается, на каком расстоянии от уреза получаются те или иные высотные отметки; таким образом пологие берега, если они имеют высокую отметку гребня, но на большом удалении от уреза, будут охарактеризованы на продольном профиле сравнительно низкими отметками. Так как данные о береговых высотах особенно интересны для установления пределов затоплений при проектировании плотин, то изображение на продольном профиле не только высотных данных, но и данных, как бы характеризующих поперечный уклон, иногда может быть полезно.

Переходя к вопросу об условных обозначениях для продольного профиля, следует отметить, что на помещаемом образце (фиг. 125) изображены лишь наиболее существенные данные.

Во всяком случае, на подробном продольном профиле должны быть показаны следующие данные:

1. Высокий и низкий горизонты, обозначаемые короткою синею толстою чертой в том месте, где они определялись инструментально, с соответствующими надписями, а также горизонты высокого и низкого ледоходов, обозначаемые красным пунктиром в тех местах, где они определялись инструментально, с соответствующими над ними надписями.

2. Рабочий и условный горизонты наносятся ломаной линией синего цвета.

3. Профиль дна наносится по глубинам графически черным цветом.

Если продольный профиль должен служить материалом для проектирования шлюзования, то на профиле полезно нанести (пунктиром) профиль дна по краю судоходной трассы, задавачсь соответствующей ее шириной; таким образом будут ясно охарактеризованы те глубины (отметки), которые имеются в русле реки, на ширине наиболее интересной для судоходства.

4. Меженние гребни обоих берегов обозначаются различными друг от друга красками (зеленым—левый берег и коричневым—правый берег).

5. Реперы, изображаемые соответствующими знаками, с обозначением над ними мест, к которым относятся отметки реперов; названия реперов выписываются тут же рядом.

6. Сверху графического изображения профиля обозначаются надписями черным цветом: деревни, села, города, названия мостов и т. п.; названия перекатов, порогов и других препятствий судоходству надписываются красным цветом. При постоянных мостах вычерчивается схематически очертание отверстия моста, определяющее свободную для прохода судов, над условным горизонтом, площадь отверстия. При наплавных мостах—отверстие его и ширина разводной части.

7. В соответствующих местах обозначаются: нивеллировочные отметки нулей графиков водомерных постов, а также обозначается репер водомерного поста и нивеллировочная отметка этого репера. Кроме того, выписывается отметка воды у водомерного поста при условной поверхности воды.

8. В тех местах, где определялся расход воды, выписываются наибольшая скорость на поверхности, средняя скорость в секунду, площадь живого сечения в кв. метрах, расход воды в куб. метрах в секунду и высота воды, при которой определен расход над принятым условным уровнем. (Результаты наблюдений гидрометрических станций вычерчиваются особо).

9. В тех местах, где расход не определялся, а определялась только скорость течения, выписывается наибольшая скорость на поверхности, и указывается высота воды, при которой производились определения.

10. В начале продольного профиля должно быть отмечено: наименование реки, где производились работы; наименование производившей исследования партии; время, к которому относится условная поверхность, показанная на профиле; а также отметка, от которой исчислены все отметки.

Законченный составлением продольный профиль обычно наклеивается на полотно и складывается в виде гармоники.

Сокращенный продольный профиль.

Сокращенный продольный профиль имеет назначение облегчить пользование подробным продольным профилем для отыскания тех или иных данных, что может представить некоторые затруднения, если протяжение исследуемой реки значительно: так, при длине реки в 300 км продольный профиль представляет ленту длиною 6 метров; кроме того, сокращенным продольным профилем пользуются и для проектировки. Масштабы, в которых составляется сокращенный продольный профиль, зависят от протяжения исследуемой реки; они выбираются с тем расчетом, чтобы продольный профиль поместился на одном листе; примерные масштабы: горизонтальные 5 или 10 км в 0,01 м, вертикальные 2—5 м. в 0,01 м.

На сокращенном продольном профиле показываются лишь наиболее существенные данные.

5. Прочие отчетные документы. Лоцманские карты.

Общие данные.

Выше было указано, что в настоящей главе помещено описание лишь тех отчетных документов, которые не вошли в соответствующие главы. Чтобы иметь общее представление о совокупности отчетных документов по исследованиям рек, считаем полезным привести перечень документов, относящихся к исследованиям одной какой-либо реки; для примера возьмем р. Енисей, на протяжении от г. Красноярска до Енисейска, который был исследован под нашим руководством в 1911—1912 г.; исследования имели в виду исключительно судоходные цели. Ниже приведен перечень главнейших отчетных документов (значительная часть которых издана в печати).

Перечень главнейших отчетных документов исследований р. Енисея от Красноярска до Енисейска.

I—Судоходная карта р. Енисея от Красноярска до г. Енисейска. — Издана в виде альбома, размерами 70 × 48,5 см. В состав альбома входят:

1) Пояснительная записка к судоходной карте, формат 30 × 22 см. 2) Заглавный лист. 3) Карта бассейна Среднего Енисея. 4) Сборный лист судоходной карты. 5) Условные знаки судоходной карты. 6) Судоходная карта, 73 листа. 7) Продольный профиль, 15 листов. — Сокращенный продольный профиль помещен на листе 1. 8) Живые сечения у водомерных постов, 2 листа. 9) Графики колебания воды на водомерных постах, 2 листа. 10) Совмещенный график колебания воды на водомерных постах. 11) Гидрометрические данные Красноярской гидрометрической станции, 2 листа. 12) Гидрометрические данные Маклаковской гидрометрической станции, 2 листа. 13) Гидрометрические данные Ангарской гидрометрической станции, 2 листа — всего 104 листа.

II — Енисей от Красноярска до Енисейска. (Описание реки и судоходства).

Ч. первая. Общее описание реки и судоходства (не напечатано).

Ч. вторая. Геологические исследования р. Енисея от Красноярска до Енисейска, формат 35 × 26,5 см, с приложением геологической карты берегов р. Енисея. (Напечатано).

Ч. третья. Зимние исследования р. Енисея от Красноярска до Енисейска. Затоны. Зимовки. (Напечатано).

III — Лоцманская карта р. Енисея от Красноярска до Енисейска. Масштаб, 1 верста в 0,01 саж. (Напечатано).

IV — Лоция р. Енисея от Красноярска до Енисейска. (Напечатано).

V — Притоки р. Енисея, Кан и Мана. (Напечатано).

Альбом р. Рейна.

Изданный в 1899 г. альбом р. Рейна (Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse) содержит следующие материалы: Лист 1-ый. Политическая карта бассейна Рейна. Гидрографическая карта, с указанием бассейнов притоков. Лист 2-й. Гипсометрическая карта. Геологическая карта.

Лист 3-й. Карта лесистости. Карта распределения осадков. Лист 4-й. Геологические разрезы. (Все карты в масштабе 1 : 2 000 000). Лист 5-й. Продольный профиль Рейна и его притоков (в совмещенном виде); масштабы: горизонтальный 1 : 1 00 0 000, вертикальный 1 : 2 000. Лист 6-й. Схематический план ширины поймы (разлива); масштабы: длины 1 : 1 000 000, ширины 1 : 50 000. Листы 7—22. Планы реки в масштабе 1 : 100000; на планах нанесен и продольный профиль, в масштабе: горизонтальн. 1 : 150000, вертикальный 1 : 750; здесь же показаны и профили поймы, в масштабе: горизонтальный 1 : 5 000 и вертикальный 1 : 500.

Из числа перечисленных выше документов необходимо остановиться более подробно: 1) на Пояснительной Записке к Судоходной карте и 2) Лоцманской карте и Лоции, так как составление этих документов имеет некоторые особенности.

Пояснительная записка. Назначение пояснительной записки не требует особых пояснений; поэтому достаточно привести, в виде примера, нижеследующее содержание записки к судоходной карте р. Енисея, а именно:

Предисловие.

Краткое описание р. Енисея от Красноярска до Енисейска Сведения о произведенных Обь-Енисейской партией исследованиях р. Енисея от Красноярска до Енисейска в 1911 и 1912 г. г.

Состав исследований. Стоимость версты исследований. Устройство водомерных постов. Установка реперов. Триангуляция. Астрономические пункты. Определение истинного меридиана. Нивеллировка. Мензульная с'емка. Промеры глубин. Приведение работ к условному горизонту. Продольный профиль. Определение расходов воды и скоростей течения. Геологические исследования. Исследование зимнего состояния реки. Ведомость реперов.

Лоцманская карта и лоция. Назначение лоцманских карт и лоций—служить пособием для судоходства; поэтому они должны быть составлены отчетливо, ясно, кратко, без загромождения деталями. Наиболее употребительный масштаб для лоцманской карты 1 : 50 000 (500 м в 1 см). В таком масштабе изданы лоцманские карты р. Волги и многих других рек. На лоцманской карте особое внимание должно быть обращено на изображение тех элементов, которые представляют интерес для судоходства: характер берегов, приметные пункты, пристани, обстановка фарватера, затруднительные места в русле и отдельные препятствия, варианты судового хода и пр. и пр. Иногда на лоцманской карте помещаются краткие сведения из лоции, а именно, печатаются перевалки фарватера, дается описание условий прохождения затруднительных мест, характеристика скоростей течения и проч.

Если в выбранном для лоцманской карты масштабе ширина реки получается слишком незначительной и мало наглядной, то ширину реки иногда изображают с некоторым искажением в сторону увеличения (о чем должна быть сделана соответствующая оговорка на карте).

Лоцманская карта вычерчивается на рулоне в виде непрерывной ленты; в таком же виде производится и окончательная ее обработка, с соблюдением установленного формата (по высоте ленты), если намечено издание лоцманской карты выполнять именно в виде ленты (см. ниже, главу XXI); если же намечено издавать лоцманскую карту в виде альбома, на отдельных листах, то в таком виде должна производиться и окончательная обработка, так как иначе при печатании неизбежно потребуются переделки (расположение надписей, стыков и пр.).

На фиг. 126 изображена часть лоцманской карты р. Енисея от Енисейска до о-ва Диксон, изданной в виде ленты.

Лоция. Лоция — составляется, как приложение к лоцманской карте; иногда, как указано выше, лоция заменяется соответственными пояснениями на самой карте; вообще следует заметить, что лоции составляются преимущественно, как пособие для плавания морского

и озерного; что касается рек, то для них лоции составляются сравнительно редко, главным образом, вследствие малой устойчивости речного фарватера и необходимости поэтому частых изменений в лоции.

В виде примеров речных лоций можно привести лоции р. Енисея, изданные б. Управл. внутр. водн. пут. М. П. С.

1155. Берегов коса, п. б.

1179—1202. От с. Конощель два хода: первый, более мелкий, у левого берега; второй, более глубокий, ближе к правому берегу; последним надо итти в малую воду.

1210—1230. Два хода: если надо остановиться у Усть-Курейского, итти левым ходом.



Фиг. 126.

III. Нормы кабинетных работ.

Общие данные. Выше было отмечено то значение, которое имеет учет работ. К сожалению, в этой области не имеется никаких твердых норм, почему обычно руководствуются нормами, устанавливаемыми в процессе обработки. Следует еще заметить, что установление общих норм для всех исследований очень затруднительно, в виду большого разнообразия условий производства работ.

Ниже приводятся, для общего ориентирования, но отнюдь не для строгого руководства, нормы, принятые в «Урочном положении для изыскательских работ в области водного хозяйства на Юго-Востоке России» (утв. 20 мая 1924 г.), с некоторыми поправками, сделанными на основании нашего опыта.

Примерные нормы кабинетных работ.

	Техник.	
	млад.	стар.
1. Вычисление координат магистралей, с составлением ведомостей координат на основании данных полевых книжек, на один пункт (угол):	0,03	—
2. Вычисления координат триангуляционных пунктов, координат точек, полученных засечками угломерным инструментом, на точку . .	—	0,07
Примечание. На увязку координат полигона полагать $^1/_5$ количества рабочей силы, по сравнению с п. 1.		
3. Вычисление расстояний, определенных дальномером, на 100 вычисленных расстояний	0,30	—
4. Вычисление отметок промежуточных нивеллировочных точек, на каждые 100 отметок	0,30	—
5. Вычисление отметок промерных точек, на каждые 100 отметок .	0,10	—

	Техник. млад.	Техник. стар.
6. Вычисление отметок точек, определенных тахеометром или кипрегелем, на каждые 100 точек	0,60	—
7. Накладка на план в карандаше поперечных профилей с ситуацией по вычисленным точкам и кроки полевых книжек, на каждые 100 точек	0,50	—
8. Накладка на план в карандаше промером по вычисленным точкам, на каждые 100 точек	0,25	—
9. Накладка точек веерной с'емки, расположенных вне профилей, на каждые 100 точек	0,65	—
10. Нанесение в карандаше горизонталей по выписанным отметкам точек:		
а) для местности с простым рельефом, на 100 кв. см чертежа	—	0,06
б) для местности со слабым рельефом, слегка заросшей, с более сложной ситуацией	—	0,07
в) для местности с пересеченным рельефом, покрытой растительностью или застроенной, со сложной ситуацией	—	0,10
г) местности с весьма сложными рельефом и ситуацией	—	0,15
11. Закрепление тушью точек магистралей и триангуляционной сети, точек поперечных профилей, буровых скважин и пр., нанесенных на план в карандаше, с выписыванием их отметок и номеров, на каждые 100 точек	0,35	—
12. Обводка тушью ситуации и горизонталей со всеми надписями, но без раскраски:		
а) при ситуации и рельефе средней сложности, на 100 кв. см чертежа	0,08	—
б) тоже, но при ситуации и рельефе большей сложности, на 100 кв. см чертежа	0,16	—

Хотя имеются способы учета чертежных работ путем разложения сложной чертежной операции на отдельные элементы, с установлением определенных норм для этих операций, однако, в виду специального характера этого вопроса, мы на нем не останавливаемся.

Литература к главе XIV.

1. В. Витковский. Практическая Геодезия. 1911.
2. В. Витковский. Картография. 1907.
3. Е. В. Близняк. Судоходная карта р. Енисея от Красноярска до Енисейска. 1913.
4. Е. В. Близняк. Пояснительная записка к судоходной карте р. Енисея от Красноярска до Енисейска. 1915.
5. Е. В. Близняк. Сокращенная лоцманская карта р. Енисея от г. Енисейска до о-ва Диксон. 1912.
6. Е. В. Близняк. Лоция р. Енисея от г. Красноярска до г. Енисейска.
7. Е. В. Близняк. Енисей от Минусинска до Красноярска. 1911.
8. Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse. 1899.
9. Урочное Положение для изыскательских работ в области водного хозяйства на Юго-Востоке России. 1924.

ГЛАВА XV.

Облегченные исследования рек.

Задачи облегченных исследований рек.

Облегченные иследования рек отличаются от подробных исследований главным образом об'емом работ; что касается цели исследований, то таковой является—получение материалов, как для суждения о судоходном состоянии рек, так и для составления навигационно-описных карт; определение препятствий, затруднений и неудобств для судоходства и сплава, существующих на исследуемом водном пути или предполагаемом; выяснение мер, устраняющих эти препятствия, и собирание сведений и данных, необходимых для составления проектов улучшения судоходных и сплавных рек; собирание общих технических данных, характеризующих реку с точки зрения возможности использования ее гидравлических сил, а также собирание хотя бы кратких данных, учитывающих основные требования мелиорации; собирание общих экономическо-статистических материалов, относящихся к исследуемой реке.

Основные работы.

Как и другие категории исследований, облегченные исследования рек имеют в своем составе работы: 1) предварительные кабинетные, 2) полевые и 3) кабинетные окончательные.

Состав полевых работ.

В состав полевых работ входят следующие: 1. Устройство водомерных постов и производство наблюдений над колебаниями уровня воды. 2. Установка реперов. 3. Нивеллировка: а) реперов, б) горизонтов воды. 4. С'емка местности: а) контуров, б) рельефа. 5. Промеры глубины. 6. Гидрометрические наблюдения на временных гидрометрических станциях, определение расходов воды и скоростей течения. 7. Исследование протоков. 8. Геологические исследования. 9. Фотографические работы. 10. Собирание дополнительных сведений: геологических, топографических, метеорологических, гидрологических, технических, судоходных и сплавных. 11. Экономические и статистические исследования.

Отличие облегченных исследований от подробных.

Если сравнить перечень приведенных работ с теми работами, которые входят в состав подробных исследований рек, то окажется, что в состав работ при облегченных исследованиях не входит проведение магистрали*) или триангуляции (с вычислением координат). Это и является первым отличием облегченных исследований от подробных.

Вторым существенным отличием являются облегчения в с'емке рельефа: при облегченных исследованиях инструкцией НКПС не

*) Фактически магистраль ведется, но посредством мензулы и кипрегеля с дальномером, как указано ниже, стр. 162—163.

требуется проведения горизонталей, а с'емка рельефа ограничивается определением высот характерных точек.

Третье облегчение заключается в том, что промеры глубин вообще производятся без засечек.

В остальном—облегченные исследования отличаются от подробных 1) уменьшением количества работ: меньше реперов, меньшая ширина с'емки, меньший об'ем гидрометрических работ и т. д. и 2) уменьшением точности работ.

Нивеллировка реперов и горизонтов воды.

Так как нивеллировка реперов является основной работой при исследованиях и так как важно иметь материалы достаточной точности, в случаях продолжения дальнейших работ или дополнения данных облегченных исследований, то нивеллировка реперов и горизонтов воды при облегченных исследованиях производится с тою же точностью и такими же инструментами, как это требуется при подробных исследованиях рек. Это требование имеет большое значение в тех случаях, когда приходится производить увязку нивеллировок разных партий, при взаимном замыкании пронивеллированных полигонов.

Общие замечания.

Переходя к более подробному описанию производства облегченных исследований, следует указать, что, согласно вышеизложенного, является возможным остановиться лишь на тех особенностях, которые имеются в названных исследованиях, так как приемы работ в общем не отличаются от таковых при подробных исследованиях рек.

1. Устройство водомерных постов и производство водомерных наблюдений.

Работы по устройству водомерных постов и по производству водомерных наблюдений, в отношении типов устраиваемых постов и точности наблюдений, ничем не отличаются от таковых, принятых в подробных исследованиях рек. Это относится также и к наблюдениям на передвижном (баржевом) водомерном посту в пунктах, где партия имела стоянку.

Единственное отличие заключается в густоте устраиваемых постов, которые при облегченных исследованиях обычно устраиваются реже, чем при подробных исследованиях, но во всяком случае, и здесь посты устраиваются в количестве не менее одного на каждом из участков рек, отличающихся характером поймы русла, при чем посты учреждаются при начале работ на всем протяжении назначенной к обследованию части реки.

2. Установка реперов.

Типы реперов и способы их установки—те же, что и при подробных исследованиях. Все прочие требования, предъявляемые к реперам, описанные в главе V, остаются в силе и при облегченных исследованиях; единственным отличием является то, что при облегченных исследованиях основные реперы ставятся не реже, чем 10 км друг от друга, а временные не реже, чем через 5 км.

3. Нивеллировка реперов и горизонтов воды.

Как указано выше, нивеллировка реперов и горизонтов воды производится по тем же правилам, которые приняты при подробных исследованиях рек и которые были описаны в главе VII.

4. С'емка местности. Общие данные.

Так как, согласно вышеизложенного, магистральная линия, с измерением длин линий лентой, а углов теодолитом не проводится, то основной работой, с которой связываются все работы партии, является мензульная с'емка. Поэтому воздушная магистраль, с измерением длин линий посредством дальномера кипрегеля, а углов посредством мензулы с кипрегелем, должна прокладываться особо тщательно, с применением тех приемов, которые в обыкновенной мензульной с'емке не употребляются.

Прежде всего, надлежит отметить, что в данном случае применение алюминевых планшетов особенно необходимо, так как иначе получится накопление ошибок от усадки бумаги, что при большом протяжении с'емки может дать существенную конечную ошибку.

Проверка инструментов. Затем, необходимо обратить особое внимание на определение коэффициента дальномера и определять таковой не менее трех раз в течение рабочего сезона: перед началом, в середине и конце работ.

Необходимо также выверять и рейки, как это указано выше, в главе VII.

Что касается поверки кипрегеля, то таковая производится ежедневно перед приступом к работе или реже, в зависимости от качества инструмента.

Разбивка рамок планшетов. Рамки планшетов 0,50×0,50 м, должны быть разбиты в конторе с возможной точностью и проверены по нормальной мере длины.

Определение истинного меридиана. Перед началом с'емки определяется истинный меридиан способом, описанным в главе VI.

Линия меридиана обозначается вехами. На место стоянки теодолита ставится мензула, кипрегель прикладывается точно к рамке планшета, и мензула ориентируется по линии истинного меридиана. На планшете проводится линия магнитного меридиана. При определении магнитного меридиана теодолитом, необходимо прочесть азимут меридиональной линии по буссоли теодолита, для получения величины склонения магнитной стрелки.

Полевой журнал. В отличие от обычной мензульной с'емки, ведется журнал, где записываются чтения по рейке и проч. данные, согласно помещаемой ниже форме.

Месяц . . . . . число . . час . .
Место нуля
Коэффициент дальномера . . . . . .
№ планшета . . . . .

С'емщик . . . . . .
Погода . . . . . .
Грунт . . . . . .

(Левая страница)

№№ стоянки.	Высота инструм. J.	№№ визирования.	Волоски.	Чтение по волоскам.	Вычислен. расстояние.	Высота визирования V.	Чтение по вертик. лимбу	Вертик. угол $\pm a$.	$i = L^1/_2 \sin 2a$.
			В						
			С						
			Н						

(Правая страница).

Повышение $J - V \pm i$.	Отметка стоянки.	Условные отметки точек.	Отметки над уровн. моря.		Примечание.

Примечание. Книжка годна и для записей тахеометрических определений высот кипрегелем.

Ведение магистрали. Магистраль ведется линиями возможно большей длины; длины линий измеряются дальномером кипрегеля с возможной точностью; величины отсчетов по дальномеру не должны превышать 500 м, каковое расстояние уменьшается, в зависимости от условий освещения и прочих обстоятельств, имеющих влияние на точность отсчетов.

Отсчеты по дальномеру делаются по трем волоскам кипрегеля в 2 приема следующим образом: верхний волосок наводится на деление рейки, кратное десяти, и делаются отсчеты по среднему и крайнему волоскам. Отсчеты записываются в журнал; стоянки номеруются по порядку; затем, не производя подсчетов, наводят верхний волосок на другое деление рейки, делают новые отсчеты по рейке и записывают их в журнал. Умножив на коэффициент дальномера арифметическое среднее из разностей сделанных отсчетов, полученную величину длины магистрали откладывают с возможной точностью на планшете по прочерченному направлению, пользуясь специальным масштабиком (со скошенным краем) и лупой.

Перед уходом со стоянки, делается новая поверка длины магистрали, для чего по выставляемой снова рейке делается новый поверочный (третий) отсчет по трем волоскам.

Результаты этого поверочного определения выписываются во второй части журнала, для чего перед работой журнал делится на две части. В случае расходимости большей 1,0 м, все отсчеты делаются снова в 1-й части журнала, с надписью „bis“, и вновь полученное расстояние откладывается указанным выше способом по линии магистрали.

При ориентировке кипрегеля по имеющимся на планшете визирным линиям, пользуются лупой, для большей точности.

Переход с одного планшета на другой. Особого внимания заслуживает способ перехода с одного планшета на другой; в случае, если длины магистральной линии не велики, при переходе с одного планшета на другой может получиться заметная ошибка, если не будут приняты особые меры.

Можно рекомендовать делать переход с планшета на планшет следующим образом. (фиг. 127):

а) Случай, когда стоянка *Б*, следующая за последней стоянкой *А* на старом планшете, помещается на поле старого планшета (за рамкой).

В этом случае, установив точно мензулу со старым планшетом на стоянке *Б*, прикладывают кипрегель точно к рамке планшета, измеряют длину *Б*, и по направлению рамки *Р—Р* выставляют веху на расстоянии, определяемом из следующей таблицы:

Длина *д-Б*	Расстояние *д-К*
0,006 метра.	не менее 50 метров.
0,012 »	» » 100 »
0,018 »	» » 150 »
0,02 »	» » 200 »
0,04 »	» » 300 »
0,05 »	» » 400 »
0,06 »	» » 500 »
0,068 »	» » 600 »

Установив веху *К* и сделав визирование на новую стоянку *В*, снимают старый планшет, навинчивают новый и делают грубую ориентировку на веху *К*; при этом точка *д* намечается на планшете, в зависимости наиудобнейшего расположения с'емки на планшете полевом. Затем помощью вилки устанавливают доску над стоянкой *Б* и ориентируют мензулу точно микрометром на веху *К*.

Расстояние *д-Б* на новом планшете откладывается по масштабу точно.

Положение точки *К* намечается на планшете.

б) Случай, когда стоянка *Б* не помещается на поле старого планшета.

В этом случае веха *К* выставляется при стоянке мензулы на стоянке *А*. На этой же точке происходит замена нового планшета. Все остальные операции производятся по предыдущему.

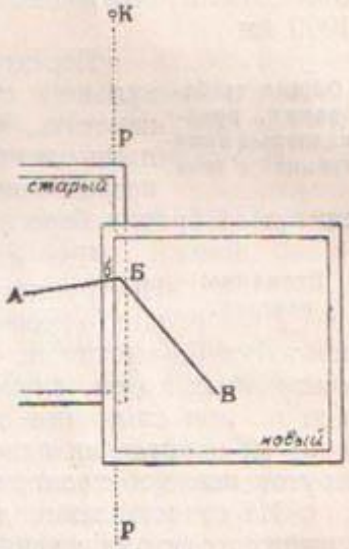
Для контроля точности с'емки, для лучшей связки планшетов друг с другом, рекомендуется засекать возможно чаще отдаленные, хорошо видимые предметы.

Связка с'емок двух мензульных ходов.

При связке с'емок двух мензульщиков или вообще двух мензульных ходов, мензульщик, подошедший со с'емкой к стоянке другой мензулы, должен встать со своей мензулой на одну из стоянок предшественника (напр. № n) и провести ориентировочную линию, визируя на стоянку № n—1 или № n + 1 своего предшественника; лучше визировать на обе, чтобы иметь для связки общую стоянку и два направления; это очень важно для точности связки.

Для удобства связок, мензула, идущая по главному руслу, в устьях протоков должна выставлять дополнительные флаги и проводить, в направлении на последние, ориентировочные линии. Если же мензульщик, идущий со с'емкой по протоку, выходит на главное русло раньше 1-й мензулы, он должен сделать на главном русле стоянку вблизи устья протока и дать направление с последней стоянки на другой вспомогательный флаг, устанавливаемый им же на главном русле.

В этом случае главная мензула делает свою стоянку на последней стоянке второй мензулы и берет направления на предыдущую и последующую стоянки своего предшественника.



Фиг. 127.

Точность ведения воздушной магистрали.

Вопросу, какова точность ведения магистрали посредством кипрегеля и мензулы, много внимания было уделено инж. А. И. Фидманом. Хотя на коротких расстояниях точность измерения лентой выше, но если расстояние увеличивается, то при принятии соответствующих мер и при пользовании хорошим кипрегелем можно получить результаты не менее точные, чем при пользовании лентой, особенно если измерение магистрали лентой ведется в неблагоприятной (пересеченной, лесистой) местности. Действительно, можно считать, что при увеличении трубы в 30—40 раз возможно на расстоянии 200 м отсчитывать 2 мм, что дает ошибку в определении указанного расстояния в 0,2—0.4 м. Произведенные инж. А. И. Фидманом специальные определения коэффициента дальномера (фирмы Герлях) для двух разных инструментов двумя разными наблюдениями дали среднюю ошибку отдельных наблюдений ± 0,36 м, при длине базы 213—320 м; считая среднюю ошибку (для 200 м) даже 0,40 м, при трех отсчетах эта ошибка будет не свыше 0,24 м. Если проанализировать точность измерения магистрали лентой и дальномером, то пользуясь формулами допускаемых невязок для обоих случаев, инж. Фидман выводит, что определение расстояний дальномером по точности результатов уступает мерной ленте при расстояниях до 10 км *); при расстояниях от 10 до 15 км дальномерные измерения не уступают по точности измерениям мерною лентою; наконец при длине измеряемой линии свыше 50 км работа дальномером вполне удовлетворяет требованиям водных исследований.

Обращаясь к вопросу, с какой точностью измеряются углы при ведении магистрали посредством мензулы и кипрегеля, следует отметить, что по тем же опытам, средняя ошибка из сравнения измерения одного и того же угла теодолитом и мензулой (с применением в последнем случае для измерения сторон треугольника швейцарской линейки, после чего

*) 1 верста принята для округления 1 км.

величина угла определялась аналитически) получалась равной около $^1/_2$ минуты.

Само собой разумеется, при полевых работах указанные выше средние ошибки при измерении длин линии и измерении величин углов будут больше, но, во всяком случае, способ ведения магистрали без теодолита и ленты может дать вполне удовлетворительные результаты, если, конечно, вести работы с соблюдением вышеуказанных требований.

Графическое определение координат.

Чтобы было возможно решать разного рода задачи по увязкам и проч. аналитически, целесообразно на разбитых, согласно вышеуказанного, рамках планшетов надписать расстояния от выбранных координатных осей, а затем графически посредством измерений швейцарской линейкой определить координаты реперов и других пунктов (астрономических, триангуляционных и проч.); такой метод был с успехом применен нами при исследованиях Обь-Енисейского водного пути в 1913—1914 году, на протяжении свыше 1000 км.

Общие требования, предъявляемые к мензульной с'емке.

Переходя к общим требованиям, пред'являемым к мензульной с'емке при облегченных исследованиях, следует заметить, что они отличаются от подробных исследований лишь меньшей подробностью; кроме того, в облегченных исследованиях уменьшена и ширина с'емки до 100 м (не менее), считая от бровки берега.

Величины невязок.

Что касается величины допускаемых невязок, то, по Инструкции НКПС, ошибка в нанесении отдельных связующих и несвязующих точек не должна превышать 0,0008 м, при чем точки на местности определяются в зависимости от этой точности; для мензульных ходов, служащих для с'емки отдельных рукавов, староречий и т. п., при смыкании допускается невязка в общих точках не более 0,003 м, в пределах одного планшета; для магнитно-глазомерных маршрутов невязка с основной с'емкой не должна быть более $^1/_{50}$ длины хода.

Из сопоставления допускаемых Инструкцией НКПС ошибок для связующих точек с изложенными выше требованиями, пред'являемыми к магистрали, следует указать, что такие ошибки не должны быть допущены, так как работу можно и следует вести с большей точностью; лишь в особых случаях, в виде исключения, могут допускаться такие невязки, как указано в Инструкции.

С'емка второстепенных протоков.

Согласно вышеизложенных требований, ведется с'емка главного русла и протоков, имеющих судоходное значение; что же касается второстепенных протоков, а также староречий, то при с'емке их вводятся следующие облегчения: 1) для с'емки применяется ватманская бумага, наклеенная на холст, 2) точность определения связующих точек может быть понижена до норм, указанных выше, 3) об'ем с'емки также уменьшается, в зависимости от протока и интереса его в том или ином отношении (об'ем с'емки указывается начальником партии).

Связка планшетов делается обычным способом (три последние стоянки повторяются на старом и новом планшетах, со стоянкой на средней и направлениями на предыдущую и последующую).

Увязка.

По окончании с'емки каждого протока, с'емка собирается на кальку и переносится на алюминиевые листы. Увязка должна делаться в поле на брандвахте; если по местным условиям такую увязку сделать нельзя, то сборка с'емок на кальку все же необходима, чтобы судить, нет ли пропусков, которые во многих случаях легко могут

обнаружиться, особенно в отношении поперечных протоков, соединяющих главное русло с боковыми протоками и рукавами; равным образом, такая сборка дает возможность судить о том, нет ли недопустимой невязки.

5. С'емка рельефа. Общие данные. Об'ем с'емки рельефа при облегченных исследованиях значительно меньше, чем при исследованиях подробных, ибо здесь не требуется проведения горизонталей через определенные по высоте промежутки; согласно Инструкции НКПС, об'ем с'емки устанавливается от предполагаемого способа улучшения судоходных условий реки; если таковой способ заранее неизвестен, число высотных точек назначается с таким расчетом, чтобы было возможно получить общую характеристику рельефа местности в пределах с'емки берегов. Если же река исследуется с целью составления навигационной карты, то согласно требований Инструкции НКПС, с'емка рельефа может ограничиться лишь инструментальными определениями видимых с реки характерных точек по берегам главного русла, с выражением рельефа условными горизонталями.

Отмечая некоторую неопределенность указанных требований Инструкции, необходимо прежде всего подчеркнуть крайнюю нежелательность чрезмерного уменьшения об'ема высотной с'емки, особенно если иметь в виду во многих случаях важность освещения вопросов также использования водных сил одновременно с вопросами судоходства. Поэтому указанное выше послабление при исследованиях рек, с целью получения навигационных планов, можно допускать, как исключение, например, в случаях производства исследований рек в отдаленных местах, не имеющих перспектив широкого экономического развития в ближайшем будущем, притом, в случаях, когда приходится вести исследования на больших протяжениях, при малом размере средств, отпущенных на исследования.

Во всех случаях надо требовать, чтобы высоты бровок берегов обязательно определялись; с удобством эту работу можно поручать отряду, производящему промеры глубин; для этого промерный отряд снабжается рейками и ватерпасом; кроме того, следует использовать нивеллировщиков реперов, требуя установки ими в характерных пронивеллированных точках специальных знаков (вех), засекаемых мензулой; таким образом, эти точки попадут на план; наконец, мензульщик, ведущий плановую с'емку, должен определять высоты особо характерных точек, видимых со стоянок; однако загружать основную мензульную с'емку определением высот нерационально, так как это отразится на успехе всех работ. Но во всяком случае, основная мензула должна зарисовывать на планшете общий характер берегов условными горизонталями, определяя места логов, падей, устьев ручьев и проч., а также отмечая направление последних; основная мензула засекает также и вершины отдельных сопок и проч.

Если, в дополнение к вышеизложенному, включить в состав партии еще одного техника-нивеллировщика с тремя (четырьмя) рабочими для нивеллировки берегов, то можно считать, что общий характер рельефа берегов реки будет освещен. В этих случаях очень удобно применять нивеллиры с буссолью и дальномером, как это нами с успехом делалось при Обь-Енисейских исследованиях в 1912—1914 г.г.

Обследования поймы. Кроме освещения рельефа берегов, необходимо выяснить и общий характер речной поймы в пределах под'ема самых высоких вод; с этой целью снимаются поперечные профили (по прямым или ломанным линиям); места профилей выбираются в характерных пунктах, по указанию начальника партии.

Дополнительные данные. При с'емке рельефа необходимо отмечать положение горизонтов высоких вод, ледохода (высокого и низкого и время, когда они имели место), обращая особое внимание на исторические высокие горизонты. Время с'емки записывается в журнал. Форма журнала для мензульной с'емки приведена выше (в указанном журнале добавлены графы для помещения данных по высотной с'емке).

В холмистой и пересеченной местности высоты можно определять барометрически, согласно указаний, помещенных в следующем Выпуске.

Точность с'емки рельефа. Обращаясь к точности с'емки рельефа, следует указать, что эта точность зависит от применяемых способов с'емки, а также она должна находиться в связи с целями исследований. По Инструкции НКПС высоты отдельных точек определяются с точностью не менее 0,50 м; само собой разумеется, точность определения высот отдельных вершин, сопок может быть меньшая, до 3—4 м, особенно если высоты их определяются барометрически.

Далее, по Инструкции НКПС, расходимость между двумя нивеллировками по поперечным профилям или тахеометрическими ходами и и расходимость при примыкании их к высотным реперам, а также при их взаимном смыкании не должна превосходить

$$h = 0{,}1\sqrt{L},$$

где h в метрах, а L — число километров, пройденных поперечной нивеллировкой или тахеометрически.

Меры контроля. Так как с'емка рельефа вообще ведется одиночными отсчетами, то во избежание грубых ошибок необходимо принимать меры для контроля этой работы; с этой целью целесообразно вести с'емку по замкнутым полигонам, проводить, в особо важных случаях, дополнительные связующие магистрали, с нивеллировкой по ним, производить привязку к реперам, установленным как партией, так и другими нивеллировками, связываться с уровнем воды, полотном железной дороги, искусственными сооружениями и проч.

6. Промеры глубин. Общие данные. Согласно Инструкции НКПС, на реках, шириною до 30 м, может быть применяем лишь продольный промер; реки, шириною до 50 м, а равно все второстепенные протоки промеряются по способу, избираемому начальником партии; на реках, шириною более 50 м, промеры производятся по поперечным профилям и по косым галсам, а также по бечеве или стальному тросу, натягиваемым поперек реки; при этом засечки промерных точек обязательны лишь в случае значительных скоростей, как говорится в Инструкции.

Из изложенного видно, что вообще, как правило, промеры глубин при облегченных исследованиях могут производятся без засечек.

Расстояние между профилями. Что касается расстояний между поперечными профилями или косыми галсами, считая большее расстояние по берегу, то таковые по инструкции НКПС не должны превышать:

а) на плесах: для рек, шириною от 50 до 200 м, тройной ширины реки, а для рек, шириною больше 200 м.—600 м.

б) на перекатах и других затруднительных для судоходства местах это расстояние не должно превосходить 100 м.

Однако, желательно профили разбивать чаще, чем выше указано, особенно, если производятся исследования мало изученной реки; в таких случаях можно рекомендовать разбивать профили на расстоянии друг от друга в 1—1½ ширины реки.

Расстояние между промерными точками. Расстояния между промерными точками по каждому галсу или профилю определяются следующими нормами:

для рек, шириною от 50 до 200 м, не более 10 м.
» » » » 200 » 500 » » » 20 »
» » » » 500 и более » » » 40 »

В затруднительных для судоходства местах расстояние между промерными точками делается меньше.

Рекомендуется указанные нормы считать предельными и уменьшать расстояние между промерными точками; необходимо это делать при промерах той части главного русла, которая служит судовым ходом, не допуская расстояния между промерными точками больше 10 м.

Способы производства промеров. Что касается инструментов и прочего оборудования, формы полевых журналов и записей, то в общем таковые ничем существенным не отличаются от применяемых при подробных исследованиях рек и описанных выше. в главе IX.

Если же река имеет значительные скорости течения, то как указано выше, промеры глубин должны производиться с инструментальными засечками (или по бечеве), и в этом случае промеры ведутся так же, как и при подробных исследованиях (глава IX).

Производство промеров без засечек. В виду изложенного, необходимо остановиться на более подробном описании производства промеров без засечек; при этом надлежит указать, что если в распоряжении партии имеется судно с механическим двигателем, то промеры возможно производить с судна по поперечным профилям (если, конечно, осадка судна допускает это); в противном случае, промеры производятся по косым галсам; наиболее распространенным способом при речных исследованиях являются промеры на обыкновенной лодке, в виду чего мы и остановимся на этом именно случае, с рассмотрением производства промеров по косым галсам, как это применялось нами на р. Енисее в 1907—1910 г.г. (от устья р. Кемчика до г. Красноярска).

Описание промеров без засечек на р. Енисее. Енисей в верхнем своем течении (в Саянских горах) имеет характер горной реки; дно его—скалистое, берега крутые, скорость течения на плесах 5—8 км в час, а на порогах 11—14 км в час, ширина реки 70—200 м; по выходе из гор, ширина реки 200—300 м, скорость течения 5—7 км в час; на последних 100 км перед Красноярском ширина реки 600—1000 м, течение 4—7 км в час, а на перекатах до 10 км в час.

Из приведенного описания видно, что производство точных промеров при указанных условиях — очень затруднительно: не говоря уже о том, что применение троса совершенно невозможно, даже переезд поперек реки (нормально к продольной ее оси) в лодке без механического двигателя невыполним, вследствие большой скорости течения. Если же принять во внимание нередко косые направления струй, водовороты, неравномерность распределения скоростей, то можно притти к заключению, что лодке без механического двигателя трудно выдержать точно даже косой створ (галс), поэтому единственным точным способом производства промеров при указанных условиях надо признать промеры с засечками точек одновременно двумя мензулами, и только мензулами, так как применение угломерных инструментов при большой скорости движения лодки невозможно. Ясно, что способ производства промеров с засечками по указанной схеме и дальнейшая обработка полученных данных, при нанесении их на планшеты, очень усложняются и становятся дорогими.

Поэтому, приняв во внимание: 1) высокую стоимость точных промеров; 2) наличие сравнительно больших глубин, за исключением немногих затруднительных для судоходства мест; 3) то обстоятельство, что, в связи с значительными глубинами и скоростями течения, можно применять для промеров (особенно на горном участке) почти исключительно лот, дающий ошибку на Енисее не менее 10%, 4) неимение моторной лодки, было признано возможным применять, при указанных условиях, способ промеров без засечек по косым галсам.

Способ производства самой работы ясен из помещаемой ниже (в извлечении) инструкции; сущность способа заключается в том, что при производстве промера по

косому галсу отмечается по секундомеру время каждого опускания наметки или лота. При нанесении глубин на планшет галс считается исполненным по прямой линии, а движение лодки — равномерным.

В упомянутой Инструкции говорится:

1. Промеры производятся с лодки, имеющей 2-х гребцов, одного футшточника и рулевого. Гребцы сидят — один ближе к носу лодки, другой ближе к корме; по средине располагаются футшточник и техник, ведущий промеры.

2. Промеры производятся футштоком, длиною до 6,5 м;

3. При больших глубинах употребляются лоты весом в 4 кг; в местах с очень быстрым течением и порожистых применяется лот в 8 кг.

4. Лотлинь накручивается на рогатку; конец лотлиня нельзя привязывать к лодке, в виду опасности зацепления лота за дно на быстром месте; на случай потери лота, в лодке надо иметь запасный лот и шпагат для лотлиня.

5. При работе лот забрасывается с низовой (по течению) стороны лодки вперед и в сторону с расчетом, чтобы линь стал вертикально, когда лот дойдет до дна.

6. Промеры судоходных протоков, производятся перекрестными галсами двумя промерщиками. Несудоходные протоки промеряются одиночным галсом.

7. Каждый из промерщиков ставит флаги одного какого-либо цвета и забивает вровень с уровнем воды кол, отмечая время его забивки (часы и минуты).

8. При правильных перекрестных галсах, флаг одного промерщика приходится против флага другого, на другом берегу реки.

9. В случае течений, непараллельных продольной оси реки, галсы, идущие по направлению течения, получаются круче, нежели галсы, это течение пересекающие; следует выравнивать галсы усиленной работой веслами при неблагоприятном их расположении относительно течений; в противном случае, пересечение галсов получится ближе к одному из берегов, у другого же останется большой необследованный промерами участок реки.

10. Галсы должны быть по возможности прямыми.

С этой целью рулевым и производителем промеров выбирается до отвала от берега створ на какой-нибудь предмет на противоположном берегу, и по направлению его устанавливается задний створ из двух флагов; на эти створы и ориентируются при промерах

11. В случае невозможности установить створ на крутом берегу, промеры производятся без заднего створа, и лодка ориентируется по определенному створу или предмету на противоположном берегу.

12. Не допускается езда на-удачу, куда «вынесет».

13. При отвале от берега необходимо наблюдать, чтобы рулевой, из желания непременно достичь заданного пункта, не давал лодке уклоняться от створа вверх по течению в местах тихого берегового течения.

14. Допускается заходка от отвала выше промерного флага в том случае, если иначе невозможно выгрести на требуемый пункт—скалистый уступ, устье ручья и т. п.

15. Если «заходка»—невелика, то особого флага в начале галса не ставится, расстояние же, на которое галс был начат выше уже поставленного флага, записывается в журнал. Если же галс начат много выше флага поставленного при конце предшествующего галса (м 30—40), то ставится особый флаг.

16. Если галс получается ломаным по причине неправильных течений, то должны быть указаны расстояния точек переломов относительно камней, мелей, островов и т. п.; обычно они и бывают причиной таких течений.

17. При промерах перекатов, мелких мест и т. п., кроме указанных перекрестных галсов, делаются еще дополнительные в промежутках между обычными галсами.

18. При промерах в местах разделения реки на протоки, для выяснения размеров косы у приверха острова, нужны дополнительные галсы.

19. Длинные галсы желательно подразделять на части, пользуясь для этого бакенами, мелями, косами, камнями и т. п.

20. В журнал промеров записываются: секунды, в которые футшток (лот) ударился о дно, и глубина в сантиметрах; таким образом для каждого галса получается один столбец времени и другой—глубин.

21. Так как лодка идет медленно при отвале и быстро при привале, то расстояния, проходимые ею в том и другом случае в одно и то же время, не равны; чтобы смягчить разницу полезно умерять греблю при привале и усиливать при отвале.

22. Секундомер пускается в ход с первым промером; в журнале записывается на-глаз расстояние первого промера от уреза; останавливается секундомер с последним промером при причале, и расстояние последней промерной точки от уреза также записывается.

23. При начале и при конце галса устанавливаются флаги; на их вешках пишутся номера.

24. В журнале промеров записываются время, часы, минуты; галсы, номера и цвета вешек отправления и прибытия, берега отправления и прибытия (прав. и лев.) и характер грунта того и другого берега и состояние погоды.

25. Если имеются протоки, примыкающие или отходящие, то вычерчивается схема галсов, с указанием номеров, цветов флагов, направления течения, названи островов и протоков и т. п.

26. В книжке каждого промерщика пишутся: название партии и реки, год, фамилия лица, производящего промеры, цвет устанавливаемых им флагов и содержание книжки.

27. При начале каждого рабочего дня должно быть указано число и месяц; при конце рабочего дня—номера планшетов, на которых галсы этого дня имеются.

28. Ежедневно вечером, по имеющимся на планшетах флагам, должны быть промерщиками указаны направления галсов и подписаны номера вех.

29. Для определения высот берегов, производится ватерпасовка, результаты которой заносятся в особом журнале.

Точность промеров без засечек по косым галсам.

Пользуясь приемом, указанным выше, за время работ по исследованиям Енисея и его притоков (1907—1910 г.г.) было исполнено всего около 17000 галсов. Ясно, что, применяя в широких пределах тот или другой прием работ, необходимо знать степень точности, которую он дает.

Оставив без рассмотрения источники ошибок, общие для точного способа промеров с засечками помощью двух мензул и для описываемого способа без засечек, следует остановиться лишь на тех ошибках (способа без засечек), которые зависят от двух неправильных допущений:

1) предполагается, что лодка во время галсовых промеров движется по прямой; на самом же деле траектория ее движения есть S-образная кривая;

2) предполагается, что лодка движется с равномерной скоростью, тогда как на деле скорость ее хода находится в прямой зависимости от силы течения и интенсивности работы гребцов.

Так как теоретические исследования в данном случае почти не применимы, то следует воспользоваться опытом; для этой цели нами был избран в горной части Енисея участок реки, длиною около 5 км, и на нем были произведены точные промеры посредством засечек промерных точек двумя мензулами; вместе с тем, также записывалось по секундомеру и время опускания лота или футштока. Для того, чтобы все ошибки выступили рельефнее, участок реки был взят на затруднительном для судоходства месте и имеющем при этом значительную ширину, около 500 м.

Этот участок изобилует камнями, которые, разбивая речные струи, делают течение неправильным, и, следовательно, условия для производства промеров здесь неблагоприятны. Если же принять во внимание и значительные скорости течения (8,5—10 км в час), то, несомненно, будет ясно, что налицо имеются почти все неблагоприятные факторы, могущие более наглядно обнаружить ошибки промеров по рассматриваемому способу. Чтобы еще более увеличить наглядность, нами был принят для опытного участка реки масштаб с'емки 25 м в 0,01 м, не применяющийся вообще при исследованиях рек, а особенно таких значительных, как Енисей.

На фиг. 128 нанесены все промерные точки двумя способами; по засечкам двумя мензулами и разбивкой по времени. По тем и другим данным проведены линии равных глубин через 0,25 саж., а также и линии наибольших глубин.

Рассматривая и сравнивая результаты, полученные обоими способами, приходим к следующему заключению.

1) Линии галсов, принимаемые при обработке прямыми, на самом деле искривлены, имеют вид *S*-образных кривых.

2) Нанесенные разбивкой по времени, отдельные промерные точки смещаются от действительного их положения в плане, главным образом, в продольном направлении.

3) Ошибки в нанесении отдельных точек колеблются от 4 до 50 м (2 – 25 саж.), главным образом также в продольном направлении.

4) Проведенные по данным обоих способов линии равных глубин и линии наибольших глубин настолько мало разнятся друг от друга, что, при применении обычного масштаба, они почти сливаются.

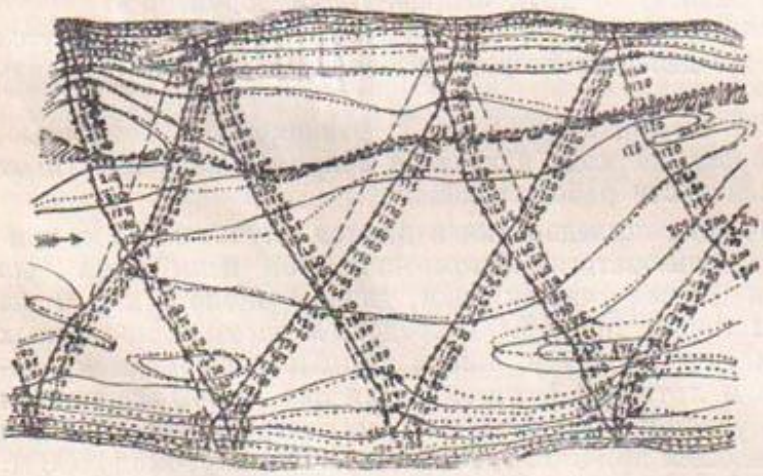
Таким образом, несмотря на неблагоприятные условия производства промеров, конечные результаты этой работы, а именно, линии равных глубин, полученные посредством двух способов, отличаются с практической точки зрения мало друг от друга.

Несомненно, гораздо большее значение при выяснении рельефа дна имеет густота промерных профилей, правильное их расположение, а также низкое стояние горизонта воды в реке.

Общие требования, предъявляемые к промерам малоизученных рек.

На основании изложенного, можно высказать следующие соображения, которые надо иметь в виду при облегченных исследованиях мало изученных рек, с целью получения навигационных планов.

1) Насколько возможно, следует усилить густоту промерных профилей или галсов;



Масштаб: 1:10 000

Фиг. 128.

2) так как густота профилей или галсов влияет на выяснение рельефа дна в более значительной степени, чем точность засечек отдельных точек, то правильнее поступиться этой точностью и более детально обследовать менее точным способом тот или другой участок реки;

3) по выяснении общего характера реки и затруднительных мест, следует более точно, с засечками, промерить последние места, притом обязательно при низкой меженней воде;

4) если главной целью промеров реки является получение поперечных профилей и определение места расположения отдельных препятствий, то в этих случаях промеры без засечек дают результаты недостаточной точности.

Само собой разумеется, что описанный способ промеров должен получать изменения, в соответствии с местными условиями.

Обработка промеров.

Обращаясь к способам обработки промеров при облегченных исследованиях рек, следует указать, что никаких особенностей не имеется, по сравнению с таковой при исследованиях подробных.

7. Приведение полевых работ к условному горизонту. Приведение полевых работ к условному горизонту производится по способу, описанному выше, в главе X, с той лишь разницей, что расстояния между пронивеллированными точками условного горизонта срезки могут быть больше, в соответствии с меньшим числом реперов; это расстояние, согласно требований инструкции, не должно превышать 5 км.

8. Гидрометрические наблюдения. При облегченных исследованиях, гидрометрические наблюдения имеют целью в общих чертах охарактеризовать водную мощность исследуемой реки во всех ее участках, значительно отличающихся один от другого расходом воды и, по возможности, при большом числе различных горизонтов. Расходы при низком и высоком горизонтах должны быть в вышеуказанных местах определены обязательно. Для целей использования водной энергии, а также шлюзования, особенно важно иметь данные о самых малых расходах и самых больших. В виду сказанного, об'ем гидрометрических исследований должен быть устанавливаем каждый раз особо. Как минимум, следует устроить не менее одной гидрометрической станции (лучше не менее двух) на годовом участке исследований и, кроме того, надлежит производить, по мере надобности, отдельные наблюдения расходов воды и скоростей течения при об'ездах исследуемого участка, с целью получения кривых расходов в характерных местах реки. Указанная гидрометрическая станция (две станции) должна действовать не менее одного года Что касается отдельных определений расходов воды при об'ездах, то необходимо определить расходы при возможно большей амплитуде колебаний горизонтов воды, с целью получения, как указано выше, кривой расходов. Если гидрометрическую станцию расположить выше или ниже впадения одного из значительных притоков, дополнительный гидрометрический створ целесообразно устроить и на этом притоке.

Обращаясь к методам определения расходов воды, следует указать, что они ничем существенным не отличаются от таковых, применяемых при подробных исследованиях; что касается состава наблюдений, то при облегченных исследованиях наблюдения над уклонами не обязательны.

9. Прочие работы. Все прочие работы, которые входят в состав подробных исследований рек, являются также составной частью и облегченных исследований; сюда относятся исследования притоков, геологические исследования, фотографические работы, собирание дополнительных сведений топографических, гидрологических, технических и судоходных; экономические и статистические исследования. Они отличаются от аналогичных работ, производящихся при подробных исследованиях рек, лишь своим об'емом. Поэтому на описании их мы и не будем останавливаться; исключением являются геологические исследования, которые описаны в следующем Выпуске, вместе с геологическими исследованиями подробными, рекогносцировочными и проч.

Что касается отчетных документов по исследованиям, то они составляются с соблюдением требований, указанных выше, в главе XIV.

Литература к главе XV.

1. Е. В. Близняк. Инструкция для производства мензульной с'емки. 1914.
2. Е. В. Близняк. Заметки о промерах глубин, в связи с §§ 53—57 Инструкции № 2. 1912.
3. А. И. Фидман. О производстве мензульно-дальномерной с'емки без применения мерной ленты. 1912.

ГЛАВА XVI.

Рекогносцировочные исследования рек. Исследования сплавных рек. Применение методов морской с'емки к исследованиям рек.

I. Рекогносцировочные исследования рек.

Общие данные. Рекогносцировочные исследования, или маршрутные рекогносцировки рек имеют целью ознакомление с общими свойствами рек для выяснения их судоходных качеств, общего водохозяйственного их значения и характера дальнейших исследований; в результате названных исследований должны получиться не только общие данные по гидрографии и гидрологии реки, но также и необходимые судоходные, технические и экономические материалы, могущие быть практически использованными в целях судоходства, сплава, использования водной энергии и мелиорации земель.

Так как особенности исследований при изучении вопросов использования водных сил описаны ниже, в главе XIX, то здесь мы остановимся на исследованиях рек, как путей сообщения. Прежде всего, следует отметить, что как способы производства работ при рекогносцировочных исследованиях рек, так и об'ем их и степень подробности всецело зависят от ряда условий, почему нельзя дать точного руководства для всех этих случаев, а приходится ограничиться лишь случаями, наиболее часто встречающимися на практике.

Разделение рекогносцировочных исследований и выбор того или другого способа. По способу производства работ рекогносцировочные исследования рек разделяются на исследования: а) с лодки или плота, б) с парохода и в) с берега.

Выбор одного из перечисленных способов зависит, прежде всего, от общего характера реки; если река по своим глубинам недоступна для плавания на ней пароходов, то пользуются лодкой или плотом; вообще рекогносцировочная с'емка с лодки наиболее часто применяется, и только для особо мощных рек с'емки с парохода могут быть рекомендованы предпочтительно перед с'емками с лодки, по ряду причин, излагаемых ниже.

Рекогносцировочные исследования с берега производятся в двух случаях: 1) если река непроходима для лодки, вследствие малых глубин или вследствие загромождения ее лесными заломами, камнями и пр. и 2) когда требуется произвести более подробное обследование всего протяжения реки или отдельных участков.

Общие требования для организации работ. Принимая во внимание, что при рекогносцировках приходится выполнять работы нередко на протяжении нескольких сот, а иногда и тысяч километров, притом преимущественно в глухой безлюдной местности, в трудных условиях, при этих исследованиях вопрос о правильной организации

работ приобретает исключительное значение, ибо ошибки в организации, помимо обесценения получаемых материалов, могут послужить даже причиной гибели исследователей. Не останавливаясь на вопросах снаряжения, описанных ниже, в главе XX, считаем необходимым лишь отметить, что состав партии при рекогносцировках вообще должен быть возможно малым, а все оборудование должно быть наиболее компактно, но в то же время достаточно полно, т.-е. ничего лишнего, но все необходимое.

Основные работы. Рекогносцировочные исследования так же, как и прочие виды исследований, заключают в своем составе следующие работы: 1) кабинетные работы предварительные, 2) полевые работы и 3) кабинетные работы окончательные.

Предварительные кабинетные работы. В состав предварительных кабинетных работ, имеющих, как видно из вышеизложенного, большое значение, входит, кроме детального ознакомления с имеющимися материалами, составление карты исследуемого участка реки в крупном масштабе 1:100 000 и крупнее. Означенная карта получается путем увеличения существующих карт более мелкого масштаба. Наличие такой карты значительно облегчает производство исследований и дает возможность получения более подробных материалов. Необходимо также собрать сведения об астрономических пунктах в районе рекогносцировки.

Состав полевых работ. Полевые работы заключают в своем составе 1) устройство водомерных постов, 2) устройство приметных знаков и реперов, 3) нивеллировку, 4) промеры, 5) с'емку, 6) определение скоростей течения и расходов воды, 7) геологические исследования, 8) фотографические работы, 9) собирание сведений: топографических, гидрологических, технических, судоходных и статистико-экономических.

Общие замечания. Переходя к более подробному описанию перечисленных работ, отметим, что, во избежание повторений, мы будем, во-первых, останавливаться лишь на тех особенностях, которые представляют те или иные работы, по сравнению с описанными выше при подробных и облегченных исследованиях рек, во-вторых, параллельно касаться случаев производства рекогносцировок как с лодки, так и с парохода, а равно и с берега.

1. Устройство водомерных постов. Устройство водомерных постов ограничивается установкой перед началом работ хотя бы одного поста; является весьма желательным устройство большего числа постов, но иногда бывают случаи, когда это не представляется возможным по местным условиям или по условиям производства исследований; очень желательно также сохранение хотя бы одного поста на возможно более продолжительное время, если превращение этого поста в постоянный является нецелесообразным или невозможным.

Кроме того, желательна организация дополнительных водомерных наблюдений на время производства исследований в промежуточных пунктах; наконец, необходимо наблюдать изменение уровня воды во время стоянок, и если возможно организовывать наблюдения на баржевом посту, как указано выше (стр. 34), т.-е. чтобы наблюдения велись без перерыва; хотя для этого потребуется лишний человек, посылаемый вперед для устройства водомерного поста в месте новой стоянки (ночлега), но иногда при большом протяжении исследуемой реки, если намечается использование ее для судоходства, приходится прибегать к указанной работе, чтобы уточнить срезку глубин.

Вообще желательно выбирать для рекогносцировок возможно устойчивые горизонты, что облегчает обработку материалов и делает их наиболее надежными.

Чтобы получить дополнительные данные о колебаниях уровня воды, необходимо собирать сведения о характерных горизонтах, пользуясь как отметками на деревьях, зданиях, берегах и проч., так и расспросами местных жителей.

2. Устройство приметных знаков и реперов. Начало и конец рекогносцировки и характерные места рек закрепляются приметными знаками (реперами): зарубками на деревьях, насечками и надписями на утесах, камнях и проч.; в журнале производится описание всех установленных знаков. Если имеется малейшая возможность, например, если рекогносцировка ведется с парохода или плота, очень желательно устанавливать, хотя бы через каждые 50 км, реперы той или иной конструкции. Устройство приметных знаков и реперов, кроме целей закрепления с'емки, полезно еще и в тех случаях, когда с'емка производится дважды (при ходе вверх и вниз по реке); приметные знаки и реперы будут служить в этом случае ориентировочными и контрольными пунктами.

3. Нивеллировка. Нивеллировка обычно производится барометрическая по способам, изложенным в следующем Выпуске. Наиболее затруднительные для судоходства места, а равно характерные участки реки нивеллируются посредством нивеллира.

4. Промеры глубин. Промеры глубин обычно ограничиваются производством продольного промера по фарватеру (стрежню); наиболее затруднительные и характерные места промеряются по косым галсам; для промеров применяется футшток или лот, в зависимости от глубин; следует обратить внимание, что в случае промеров с парохода, необходимо обучить матросов измерению глубины лотом на ходу, для чего требуется особое искусство, так как приходится бросать лот с силой вперед и умело выбирать лотлинь; в этом случае к лотлиню прикрепляется поперечный стерженек *c*, длиною в 4—5 см *), для удобства бросания лота (см. фиг. 62, стр. 81).

Промеры делаются возможно чаще, особенно в затруднительных для судоходства местах, через определенные промежутки времени, на плесах, примерно, через 2—3 минуты, на перекатах—$^1/_2$—1 м; при этом на перекатах необходимо найти наименьшую глубину.

Время каждого промера (час., мин.) записываются в книжку; в книжке отмечаются характерные пункты, которые будут помещены на плане (устья притоков, приверхи и ухвостья островов, утесы, начало и конец населенного пункта и проч.).

Так как с'емка ведется, как указано ниже, с измерением расстояний по ходу лодки (парохода) пропорционально времени, то часы, по которым записывается время промера, должны быть поставлены по часам, которыми пользуется с'емщик.

Обработка промеров начинается с вычисления срезки, которая производится применительно к вышеизложенному в главе X, с введением соответствующих упрощений; в случае необходимости произвести интерполирование срезок, таковое производится пропорционально расстояниям по судовому ходу. Срезанные глубины наносятся соответственно по линии фарватера или по галсам там, где такие промеры были сделаны.

5. С'емка. Общая схема производства с'емки при рекогносцировках состоит в следующем: углы поворота измеряются буссолью, а расстояния определяются по ходу плота, лодки, парохода.

*) В морской практике называемый «клевант».

Очевидно, что если не имеется астрономических пунктов на исследуемом протяжении реки, то при указанном способе с'емки величины невязок могут получиться очень значительными. Поэтому, для надлежащей увязки с'емки, существенно важным является наличие астрономических пунктов, расположенных друг от друга на расстоянии хотя бы 50—75 км. В некоторых случаях, особенно если в распоряжении партии имеются соответствующие инструменты, бывает целесообразно организовать такое определение хотя бы приближенными способами.

При наличии карты в крупном масштабе, притом составленной на основании инструментальных с'емок, задача рекогносцировки реки значительно упрощается, так как в задачи с'емки будет входить лишь дополнение карты гидрографическими данными, а также в подлежащих случаях ее исправление.

Не останавливаясь на указанном случае (когда имеется подробная карта), как более простом, перейдем к описанию способов производства рекогносцировочных исследований, когда всю с'емку приходится вести заново.

Определение склонения магнитной стрелки. Приступая к с'емке, определяют склонение магнитной стрелки; можно рекомендовать следующий более простой, чем описанный выше (стр. 62—65), способ—по полярной звезде, зная, что каждый вечер полярная звезда α созвездия Малой Медведицы (фиг. 129) образует с крайней звездой созвездия Большой Медведицы η вертикальную линию в момент прохождения их через меридиан места; для этого устанавливают веху до наступления ночи, а затем, когда две указанные звезды составят одну вертикальную линию, устанавливают вторую веху, визируя на первую веху и на отвес, покрывающий звезды α, η; направление истинного меридиана будет совпадать с направлением линии, обозначенной 1-й и 2-й вехами; измерив посредством буссоли магнитный азимут этой линии, определяют склонение магнитной стрелки. Таким же образом определяют направле ние истинного меридианаи в конце работ.



Фиг. 129.

Определение расстояний. Определение расстояний, как указано выше, производится по времени хода лодки, плота, парохода, считая, что в единицу времени проходится известное расстояние, зависящее от скорости течения и способа передвижения; чтобы установить величины этих расстояний, производят в характерных местах, не менее одного раза в день, проверочные определения (тарирование) скоростей хода лодки, плота, парохода, для чего устанавливают на берегу два створа на определенном расстоянии l друг от друга и по времени прохождения этого расстояния t измеряют скорость хода:

$$v = \frac{l}{t}$$

Необходимо произвести определение скорости движения лодки, плота, парохода при разных скоростях течения; для удобства пользования, обычно составляют таблицу, разбив все скорости, например, на три категории: течение тихое, среднее, сильное, или на пять категорий: течение очень тихое, тихое, среднее, сильное, очень сильное. Таким образом, отмечая в книжке силу течения условными номе-

рами или буквами, можно всегда для данного промежутка времени определить без затруднений и расстояние.

Измерение углов. Углы, как указано выше, измеряются буссолью; для с'емок с лодки удобнее всего применять буссоли в жидкости (спиртовые), диаметром 20—30 см, как дающие наиболее плавное движение стрелки; в крайнем случае, можно применять также буссоль Шмалькальдера или так называемую шлюпочную буссоль. Буссоль устанавливается по оси лодки, и через определенные промежутки времени записываются азимуты хода лодки, направляемой по стрежню реки.

Можно применять и другой прием, а именно, давая курс лодке на определенную, находящуюся впереди приметную точку, брать азимут этого направления; затем, когда курс меняется, определять азимут нового курса и т. д.; в этом случае, число записей будет меньше, линии получаются более длинными, но зато несколько усложняется управление лодкой; в случае сплава на плоту, такой способ не применим. Можно применять оба эти способа совместно, т.-е. записывать азимуты хода через определенные промежутки, а кроме того, брать контрольные взгляды на находящиеся впереди приметные знаки, расположенные по линии хода.

Если с'емка производится с парохода, то является необходимым определить девиацию буссоли, о чем подробно говорится ниже (стр. 185—187). В случае крутых поворотов, делаются соответствующие эскизы.

Форма полевой книжки. Все записи производятся в специальной полевой книжке, примерная форма которой помещается ниже; эта форма не требует особых пояснений.

1925 год. Река..... Плес..... Ход..... на чем..... С'емщик.....

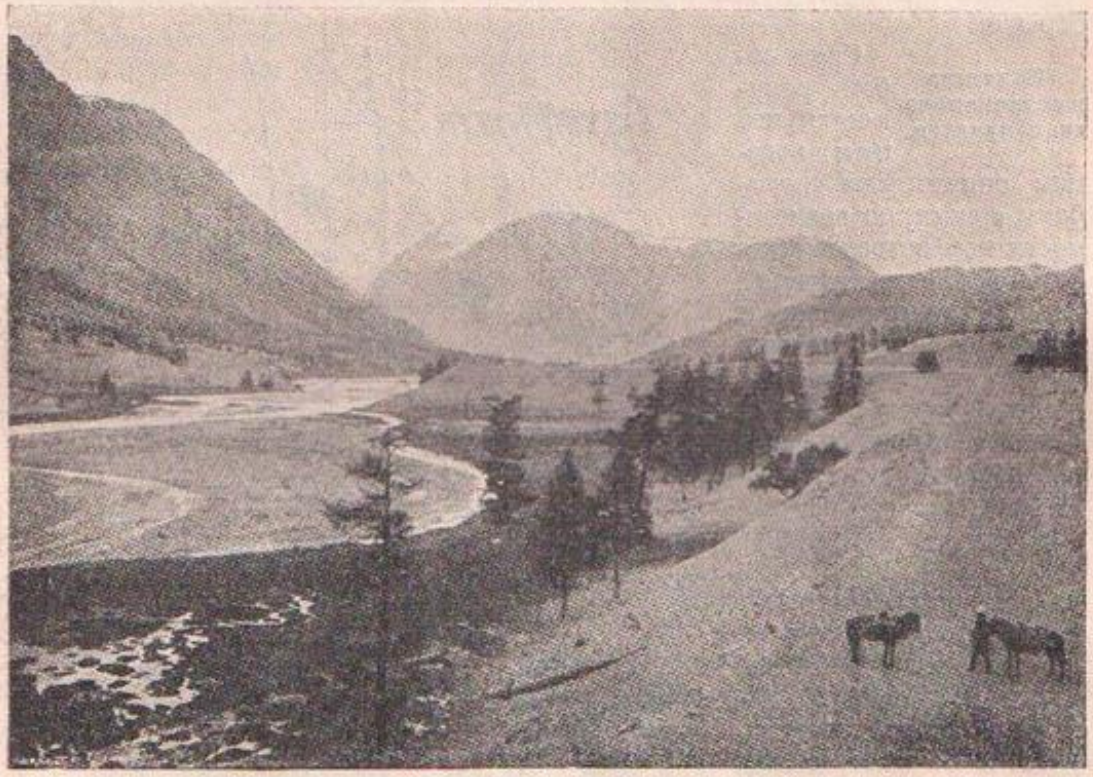
(левая страница) (правая страница)

№	Определение участка русла	Ширина русл: метры	Время: часы, минуты	Куда поворот	Азимут	Число минут. Расстояние в минуту	Длина, метры (по азимуту)	Примечания и кроки

Измерение ширины реки. Ширина реки измеряется глазомерно; кроме того, необходимо время от времени делать контрольные засечки. Существенную пользу при дальнейшей обработке приносят засечки на постоянные приметные точки (колокольни, трубы, сопки и проч.); поэтому надо, по возможности, делать такие засечки посредством буссоли.

С'емка подробностей и поймы. Из изложенного видно, что основой с'емки является та магистраль, которая ведется описанным выше способом; что касается подробностей, то они наносятся путем отметок времени и, в подлежащих случаях, азимутов; если река течет в одном русле, то с'емка идет просто, и характер реки достаточно хорошо выясняется; если же долина реки изрезана протоками,

староречьями и проч., то при малой изученности реки полезно в особо сложных местах подыматься на возвышенности и делать общие зарисовки речной поймы и фотографические панорамные снимки, что даст возможность наметить подлежащий исследованию рукав и вообще вести с'емку более планомерно (фиг. 130). В случаях сомнительных, когда положение главного судового хода не выяснено, приходится вести с'емку и промеры и по другим рукавам тем же способом, который описан выше.



Фиг. 130.

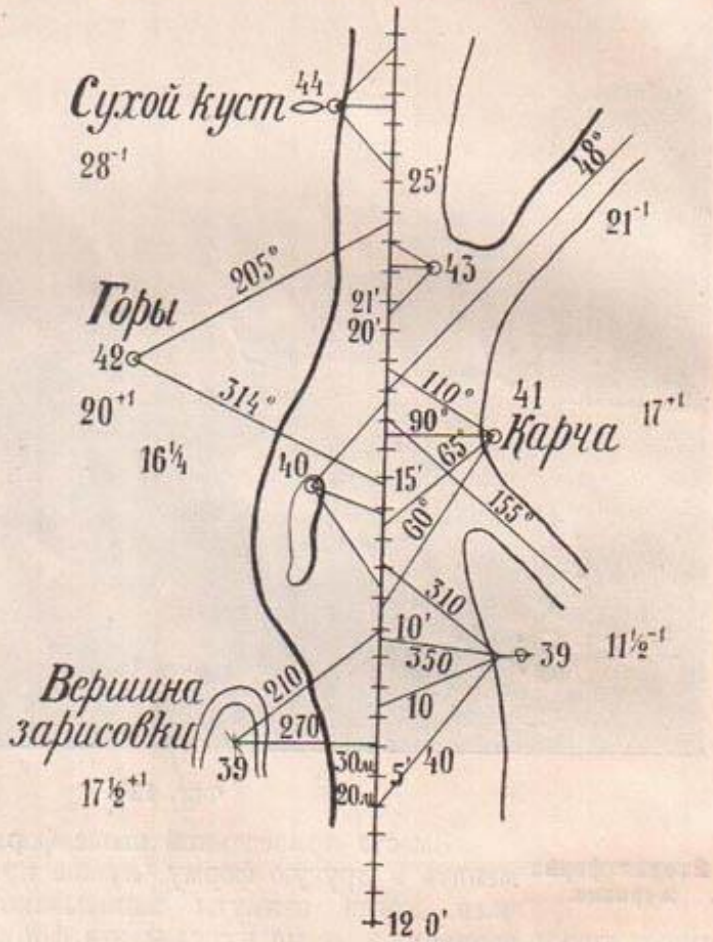
Вторая форма журнала. Вместо приведенной выше формы журнала, можно применить и другую форму, лучше приспособленную для случаев, когда азимуты записываются через определенные промежутки времени, а не по курсам; эта форма с успехом применялась И. Ф. Молодых при исследованиях в Ленском бассейне и оказалась очень удобной (фиг. 131 и 132). Записи и зарисовки ведутся в пикетных книжках, разграфленных в клетку. Зарисовка производится в масштабе времени (спрямленно), при чем 1 клеточка принимается за единицу времени ($^1/_2$ минуты, 1 минута и т. д.); в книжке зарисовываются и прочие детали, как указано на фиг. 132. Очень целесообразно делать кроки в том, примерно, масштабе, который будет принят для окончательной обработки; это значительно облегчит обработку.

Общее описание реки. Кроме указанных записей и зарисовок, ведется еще общее описание реки: растительность, грунты, названия островов, притоков, порогов, ширина долины, места зимовок для судов, пристани и проч.

Состав партии и общая организация работ. Состав партии и распределение обязанностей между техническим персоналом и рабочими зависит, как указано выше, от задач исследований и ряда местных условий. При с'емках с лодки, минимальный состав партии следующий: заведывающий партией, он же ведет магистраль в журнале, как указано

выше, зарисовку главного русла и общее описание; один техник—записывает промеры и зарисовывает береговые подробности; рабочих—четверо: один в корме, он же лоцман (выбирается из местных жителей, хорошо знающих реку), двое на веслах и один наметчик; всего 6 человек. Так велась нами рекогносцировочная с'емка реки Сочура и Верхней Кети, на общем протяжении около 900 км. Если пойма реки отличается сложностью, то желательно добавить еще одного младшего техника и ему поручить промеры, а техника использовать исключительно для зарисовки берегов.

Привязка к астрономическим пунктам. Само собой разумеется, что при ведении описанными способами с'емки, по возможности все, встречающиеся в районе исследуемой реки астрономические и тригонометрические пункты, а также реперы других с'емок и нивеллировок должны быть засняты и нанесены на планы.



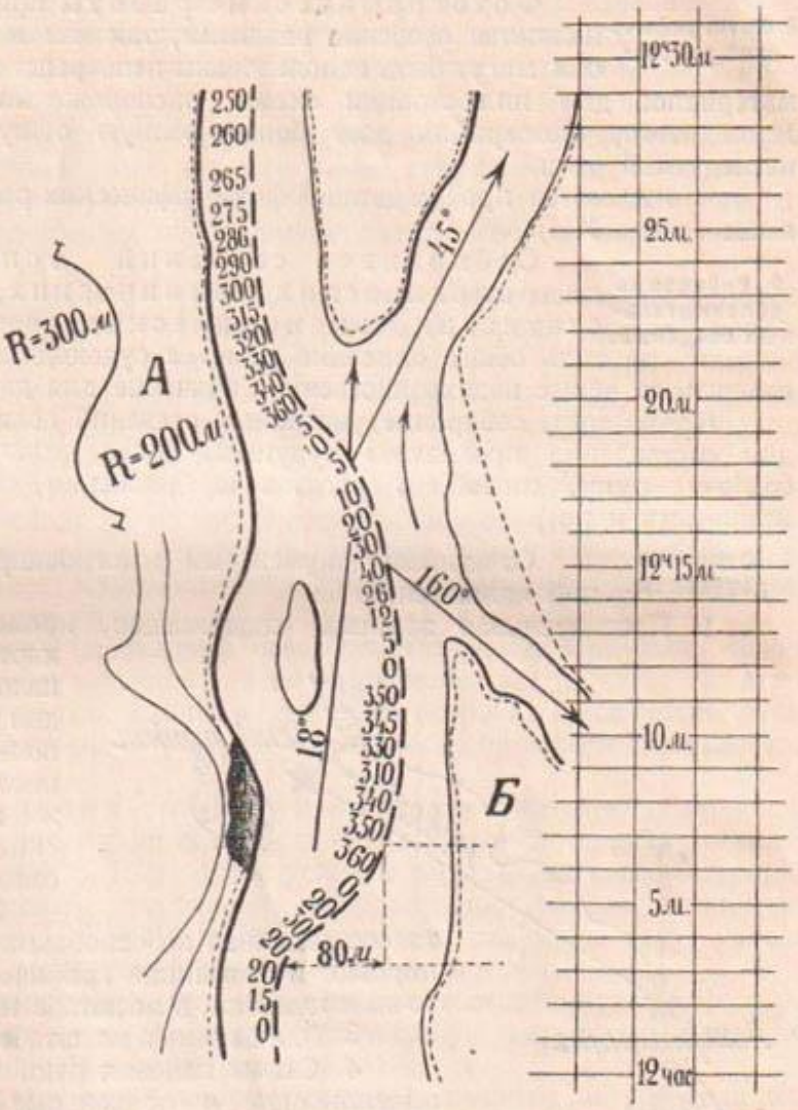
Фиг. 131.

Обработка. Обработка с'емки ведется следующим образом: снятое протяжение реки разбивается на участки так, чтобы в начале и конце каждого участка был астрономический или другой точно определенный пункт; вычислив промежутки времени и расстояния, наносят по транспортиру направления, выписывая их из книжки (если с'емка велась с парохода, вводятся поправки на девиацию, см. ниже стр. 185). Начав с 1-го астрономического пункта, приходят ко 2-му с невязкой (фиг. 133), которую затем увязывают указанными в геодезии способами; затем таким же образом обрабатывают следующий участок и т. д. К нанесенной указанным способом и увязанной магистрали пристраивают все подробности, наносят промеры и пр.

С'емка с берега. Если с'емка ведется с берега, то магистраль прокладывается по берегу, при чем длина линий измеряется шагами или глазомерно, а углы—буссолью; можно применять для измерения длины линий и дальномеры.

Более точные рекогносцировки. В некоторых случаях, когда требуется получить более точные материалы, магистраль проводят посредством мензулы и кипрегеля упрощенными способами, при этом ведется и эскизная с'емка реки мензулой; промеры производятся по галсам. Нивеллировка ведется инструментальная или тахеометрическая.

Следует упомянуть о способе рекогносцировочных с'емок, применявшихся при исследованиях рек Ленского бассейна в 1921 — 1924 г.г.; при названных исследованиях измерение магистрали производилось посредством тердолита, снабженного дальномером и установленного в лодке рейка помещалась на лодке, которая шла впереди; по данным начальника партии И. Ф. Молодых, как и следовало ожидать, результаты с'емки получились более удовлетворительные, чем при вышеописанном способе, но, конечно, стоимость ее была выше.



Фиг. 132.

Указанные исследования являются средним типом между облегченными исследованиями рек и вышеописанными.

Если имеется возможность, желательно с'емку произвести дважды: при ходе лодки (парохода) вверх и вниз; в этом случае число приметных знаков должно быть увеличено, чтобы сделать более удобной увязку с'емки.

Хорошие результаты получаются, если распределить исследования на два года: в первом году произвести с'емки, составить планы, а в следующем году произвести подробную проверку.

6. Определение скоростей течения и расходов воды. Определение скоростей течения и расходов воды производится для общей характеристики водной мощности исследуемой реки. Желательно определить расходы в начале и конце исследуемого участка, по возможности, при трех разных горизонтах; кроме того, надо определить расходы в характерных местах реки, хотя бы при одном горизонте. Однако это не всегда удается; все же, как минимум, следует считать необходимым определение расхода воды при трех горизонтах в одном каком-либо сечении, а кроме того, надо производить определения расхода в характерных местах.

Что касается скоростей течения, то они также должны быть измеряемы в характерных местах, тем более, что эти данные необходимы и для вычисления скоростей хода лодки при производстве с'емки.

Для измерения скоростей течения и расходов воды можно пользоваться поплавками (см. выше, стр. 122).

7. Геологическ. исследования. Геологические исследования производятся, как описано в следующем Выпуске.

8. Фотографические работы. Фотографические работы при рекогносцировках являются особенно важными, так как в некоторых случаях они могут быть использованы непосредственно при обработке материалов для иллюстрации схемы расположения протоков и пр. Кроме того, фотография дает более полную общую характеристику исследуемой реки.

Что касается прочих деталей фотографических работ, то они описаны выше (глава XII).

9. Собирание дополнительных сведений. Собирание сведений топографических, гидрологических, технических, судоходных и статистико-экономических производится с целью дать общее описание реки, ее судоходных условий, а также выявить ее общее водохозяйственное значение для данного района.

Кроме того, собирание указанных сведений должно дать материалы для составления программы будущих, более детальных исследований (рабочие руки, способы и средства передвижения, снабжение с'естными припасами и пр.).

Отчетные документы. Отчетными документами рекогносцировочных исследований являются:

1. Пояснительная записка, содержащая, кроме описания общего характера реки, краткое изложение необходимых для ее улучшения и использования мер. В записке помещаются также и общие экономические данные о районе, омываемом рекой.



Фиг. 133.

2. Сокращенная карта, составленная на основании сделанной рекогносцировки и увязанная графически, по имеющимся точным пунктам, в масштабе не менее 1:1500000.

3. Планы реки в масштабе 1:10000—1:25000.

4. Схемы падения реки по барометрической нивеллировке и продольные профили участков, пронивеллированные более точно.

5. Геологические данные.

6. Данные о скоростях течения и эпюры расходов воды.

2. Исследования сплавных рек.

Общие данные. Исследования сплавных рек в большинстве случаев производятся описанными выше способами маршрутных рекогносцировок, с некоторыми изменениями, вытекающими из целей исследований. Обычно исследования сплавных рек имеют целью: 1) выяснение условий сплава на исследуемом протяжении реки, и 2) собирание материалов для составления проектов улучшения сплавных условий реки.

В соответствии с этим, при производстве общего исследования реки, необходимо получение данных, характеризующих условия лесного хозяйства данного района, масштаб его эксплоатации, экономические возможности, примерный размер затрат, могущих быть произведенными для улучшения исследуемого сплавного пути и проч. Этим определяются об'ем и подробности исследований. Указанная часть исследований должна составить, в значительной степени, предмет предварительных кабинетных работ, в задачи которых входит и разработка детальной программы исследований.

Полевые работы. Переходя к полевым работам и не останавливаясь на их описании, так как они ничем существенным не отличаются от маршрутных рекогносцировок, следует указать, что при означенных исследованиях необходимо обратить особое внимание на нижеследующие вопросы:

1) при наблюдениях водомерных, существеннейшее значение имеет выяснение продолжительности периода сплава; поэтому вопросы времени вскрытия и замерзания, о прохождении весенних паводков, о паводках летних должны быть изучены детально, с использованием как имеющихся материалов, так и данных непосредственных наблюдений и сведений, собираемых на месте;

2) при производстве промеров, необходимо установить, на какой осадке возможен сплав и какая, примерно, ширина плотов может быть допущена; при этом особо тщательно должны быть отмечены те препятствия в русле, в виде камней, карчей и проч., которые могут оказаться вредными для сплава;

3) при с'емке необходимо особо отметить места с крутыми поворотами, неправильным течением, устья второстепенных рукавов и стариц, выступы берегов, нависшие деревья, острова, стесняющие русло, места с сильно прижимным течением, имеющиеся спрямления при весенних горизонтах и т. п.;

4) при собирании сведений, необходимо иметь в виду получение прежде всего подробных данных, относящихся к лесосплаву: места для склада леса и вязки плотов, рабочие руки, условия заготовки лесных материалов и их сплава, вопросы, относящиеся к организации сплава, технические приемы лесосплава, выходы из протоков в исследуемую реку, условия выхода сплава с исследуемой реки в главную и проч.

Можно рекомендовать для применения составленную профессором С. А. Богословским ведомость, содержащую перечень данных, характеризующих сплавные пути (см. стр. 184).

Те места исследуемой реки, которые представляют интерес для лесосплава в отношении тех затруднений, которые они могут причинить лесосплаву или, наоборот, в отношении возможности их использования для целей лесосплава, изучаются более подробно посредством с'емки, нивеллировки и промеров; на основании материалов этих исследований, составляются проектные предположения о работах, необходимых для улучшения судоходных условий.

Общие замечания. Является очень важным, чтобы исследования сплавных рек выполнялись, во-первых, при тех горизонтах, когда фактически возможно производство сплава и, во-вторых, при низких горизонтах; только таким образом можно надлежаще изучить исследуемую реку. Что касается распределения самих работ по исследованиям, то в некоторых случаях более удобно основную с'емку произвести при низком горизонте, а затем дополнить ее исследованиями при высоких горизонтах; в других случаях более удобным может быть обратный порядок.

№№ по порядку		
Наименование лесных дач		
Наименование реки, по которой начинается сплав; расстояние сплава по этой реке до впадения в следующ. реку		
Род первоначального сплава	Россыпью, в плотах: однорядных, двурядных, многорядных	
Характеристика условий сплава.	Продолжительность сплавного периода	
	Пропускная способность реки	
	Неблагоприят. условия для сплава: быстрый спад весен. вод, низкие затопляемые берега, извилистость поймы и т.д.	
Расстояние гужевой возки до реки.	Наибольшее	
	Наименьшее	
	Среднее	
Площадь дачи, тяготеющей к реке.	Общая	
	Лесная	
По каким рекам идет лес до места назначения		
Протяжение сплава по каждой реке		
Подробное описание способа сплава		
Если первонач. сплав россыпью, назвать пункты (и расстояния), в которых производ.:	Сплотка бревен	
	Выкатывание дров на берег	
Наименование конечного пункта сплава и расстояние до него от начала сплава		
Приспособления для сплава.	На какой реке и где устраивается запонь	
	Название приспособления и его устройство	
Прочие данные о сплаве		
Из какого источника получены сведения		

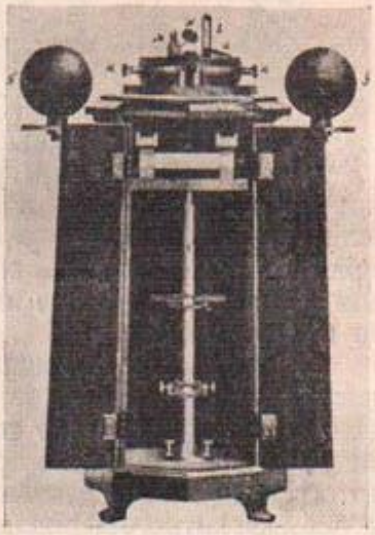
3. Применение методов морской с'емки к исследованиям рек.

Случаи применения приемов морской с'емки.

Кроме описанных выше способов рекогносцировочных исследований рек, можно в некоторых случаях применить способы, употребляемые при морских с'емках, с введением соответствующих изменений, вызываемых условиями работ на реке. Такие случаи могут встретиться при исследованиях мощных рек с большими глубинами и значительной шириной русла, когда требуется произвести в короткий срок общее описание реки и собрать материалы для составления навигационных карт. В этих случаях является целесообразным вести исследования с парохода или вообще с судна с механическим двигателем.

Компас.

Так как при с'емках с парохода попрежнему основным инструментом для измерения углов является буссоль (компас), то, принимая во внимание, что пользование компасом*) в этом случае имеет некоторые особенности, необходимо прежде всего на них остановиться. Система самого компаса, применяемого для описываемых с'емок, отличается от обычно применяемых буссолей наличием оптического пеленгатора **), который дает возможность более точного и надежного визирования на отдельные предметы и определения азимутов направлений. Предпочтительно применение компасов в жидкости (диаметром не менее 12,5 см), как дающих наиболее плавное движение магнитной стрелки; равным образом является целесообразным применение компасов с нактоузами ***) (фиг. 134).



Фиг. 134.

Такой компас устанавливается на верхнем мостике впереди рулевого с тем, чтобы ведущий с'емку мог все время получать сведения от лоцмана и командира относительно исследуемой реки.

Девиация.

Так как магнитная стрелка, будучи установлена на пароходе, кроме силы земного магнетизма, подвергается еще действию магнитных сил железа парохода, то хотя она также принимает на пароходе определенное положение, но последнее вообще отличается на некоторый угол от того положения, которое стрелка приняла бы, если бы она находилась вне парохода; этот угол и называется девиацией. Таким образом, девиацией называется угол между плоскостями, проходящими через магнитный и компасный меридиан; а так как магнитный меридиан не совпадает с истинным меридианом (угол, образуемый истинным и магнитным меридианами, называется, как выше было указано, склонением магнитной стрелки), то для нахождения величины истинного азимута по отсчету, сделанному по магнитной стрелке пароходного компаса, необходимо ввести две поправки: 1) на девиацию и 2) на склонение (фиг. 135). Вопрос усложняется еще тем, что величина и наименование девиации зависит от положения

*) В дальнейшем изложении применено название „компас", как это принято в морской практике.

**) Пеленгатор — от слова: пеленг, или азимут данного направления; отсюда „пеленговать" — брать, определять азимут.

***) Нактоуз — деревянная полая колонна для установки компаса.

диаметральной плоскости парохода, и для разных положений пароходов она различна. Чтобы „уничтожить девиацию", помещают около компаса магниты и массы железа, располагая их таким образом, чтобы они оказывали на магнитную стрелку действие, обратное тому, которое оказывает на стрелку корпус парохода (фиг. 134). Вопросу изучения сложного явления девиации посвящены специальные руководства, почему мы не считаем возможным на этом останавливаться, но должны отметить, что все же и после так называемого уничтожения девиации, часть девиации останется не уничтоженной, почему является необходимым уметь определить величину девиации.

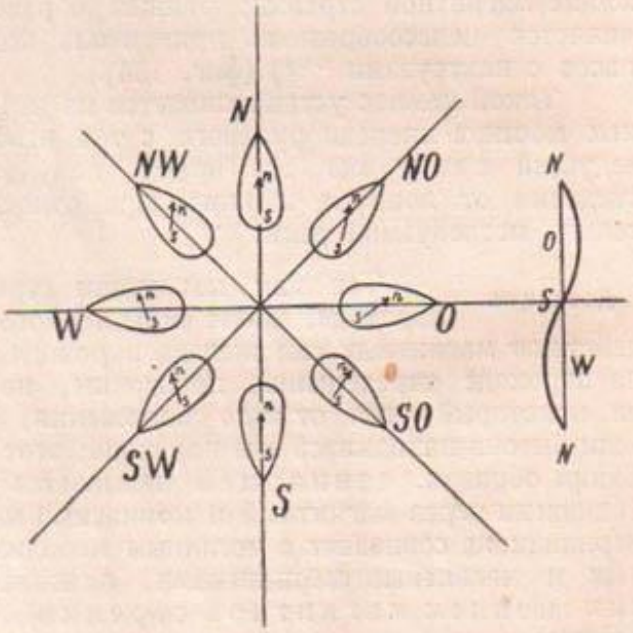


Фиг. 135.

Наиболее простым способом определения девиации при речных исследованиях можно рекомендовать следующий способ. Разбивают на берегу 8 створов, расположенных по возможности так, чтобы направлениями этих створов весь круг в 360° делился на 8 равных частей, т.-е. по румбам N, NO, O, SO, S, SW, W, NW (фиг. 136); величины азимутов указанных створов определяют на берегу; затем последовательно устанавливают пароход по этим створам и отмечают по буссоли их азимуты. Сравнивая величины азимутов, полученных при определениях на берегу и на пароходе, можно получить величины девиации для установленных створов; для промежуточных же направлений девиация может быть вычислена по интерполяции.

Для удобства, величины девиации для разных направлений выписываются в таблицу, при чем согласно принятого обозначения девиация к W от магнитного меридиана считается отрицательной (—), а к O положительной (+).

Зная величину девиации для данного направления, нетрудно получить магнитный азимут, прибавляя с соответственным знаком величину девиации к прочтенному по магнитной стрелке азимуту.

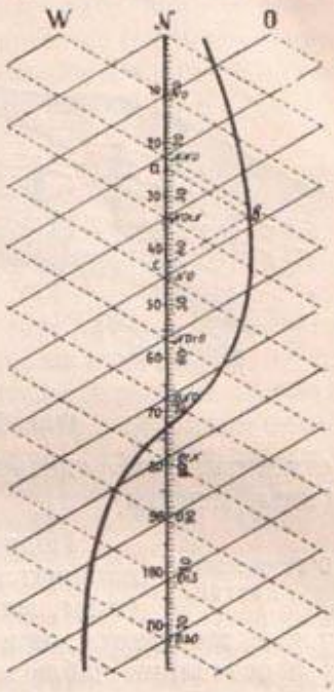


Фиг. 136.

Диаграмма Нэпира.

Очень удобно, для перевода прочтенных по стрелке компасных азимутов в магнитные азимуты, построить так называемую диаграмму Нэпира (фиг. 137). Для этого проводят на клетчатой бумаге вертикальную линию произвольной длины и делят ее на 360 равных частей, соответственно 360° кольца компаса; таким образом означенная линия NN представит развернутое кольцо буссоли. Через каждые 10 делений проводят линии, наклонные под углом 60° к вертикали, слева направо вниз и слева направо вверх; первые проводятся

пунктирными линиями, вторые — сплошными. Из точек на прямой NN, которые соответствуют тем компасным азимутам, по которым была определена девиация, откладывают параллельно пунктирным линиям, в том же масштабе, который принят для делений линии нулей (линии NN), величины девиаций вправо положительные (O) и влево отрицательные (W). Соединяя концы отложенных таким образом отрезков плавной кривой, мы и получаем диаграмму Нэпира.



Фиг. 137.

Для получения исправленного на девиацию азимута по величине прочтенного компасного азимута, поступают следующим образом: найдя на линии нулей NN точку *a*, соответствующую прочтенному компасному азимуту, проводят линию параллельную пунктирным линиям до пересечения с кривой в точке *b*, и от этой точки *b* возвращаются к линии NN по линии, параллельной сплошным линиям до точки *c*; отсчет, полученный по линии нулей, даст величину магнитного азимута. В самом деле, так как получаемый при этом треугольник *abc*, опирающийся вершиной на кривую, является равносторонним, то вертикальный отрезок *ac* (в градусах) на линии NN будет равен девиации, отложенной по наклонной линии, и таким образом отсчет по другому концу отрезка *ac* и дает величину магнитного азимута.

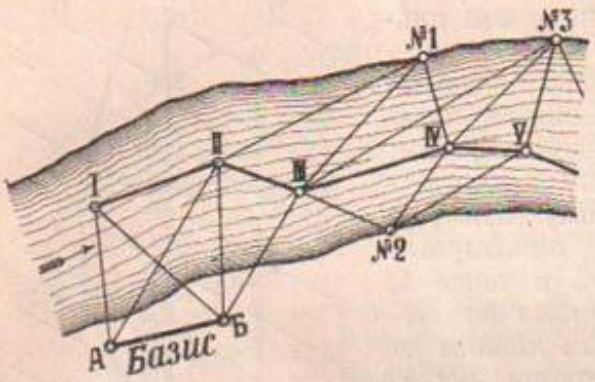
Ведение с'емки. После того как величины девиаций определены, можно приступить к с'емке. Следует еще заметить, что является весьма желательным уничтожить девиацию, сделав ее, насколько возможно, меньшей. Способы уничтожения девиации описываются в специальных курсах. Если величина девиации будет значительна, то будет более резко сказываться ошибка от запаздывания изменения девиации при изменении курса парохода.

Определение географического меридиана и разделение реки на участки. В начале с'емки определяется, одним из указанных выше способов, положение географического меридиана и склонение магнитной стрелки. Исследуемое протяжение реки разбивается на участки, длиною каждый 100—150 км, с тем расчетом, чтобы в начале и конце каждого участка имелся астрономический пункт (или вообще пункт, определенный точной с'емкой). Если таких пунктов нет, то необходимо организовать их определение; в противном случае, сколько-нибудь точная увязка с'емки будет невозможна. В местах определения астрономических пунктов должны быть установлены реперы.

Базис. Приступая к с'емке, после того как компас надлежаще установлен на пароходе и, согласно вышеизложенного, определена его девиация, измеряют в начале каждого участка базис стальной лентой или рулеткой. Длина базиса зависит от ширины реки и выбирается с таким расчетом, чтобы опирающиеся на базис треугольники имели углы, по возможности близкие к 60° и, во всяком случае, были бы не менее 25—30°. С обоих концов базиса полезно сделать засечки буссолью на приметные точки противоположного берега.

Пеленгирование. Измерив длину базиса и установив по концам его вехи *A* и *B* (фиг. 138), берут с парохода (точка 1) азимуты (пеленги) на обе эти вехи *A* и *B* и вперед на приметную точку

лежащую по направлению пароходного курса; через определенный промежуток времени, когда пароход будет в точке II, берут азимуты (пеленги) на обе вехи базиса *АБ* на приметные точки № 1 и № 2; затем со следующего положения парохода (III) визируют на новую точку № 3, на точки 1 и 2 и т. д. Каждая береговая точка должна быть определена не менее, чем 3-мя пеленгами, отличающимися друг от друга не менее, чем на 10—15°. Точками, на которые производится визирование, являются приметные пункты, выступающие мысы, здания, отдельно стоящие деревья и пр.



Фиг. 138.

Подойдя со с'емкой к следующему астрономическому пункту, измеряют новый базис и дальше ведут с'емку, согласно вышеизложенного. Эта работа является основной. Следует отметить, что одновременно с визированием записывается и время (часы, минуты).

С'емка подробностей. Подробности контуров берегов и прочих деталей выполняются вторым наблюдателем, который записывает время (часы, минуты) и берет азимуты на те или иные точки, которые засекаются; при этом место положения судна считается известным (на основании наблюдений 1-го наблюдателя); наиболее важные точки должны быть определяемы не менее, чем тремя пеленгированиями. Для контроля, 2-й наблюдатель через определенные промежутки времени определяет курс парохода. Чтобы наблюдатели не теряли времени на записи, необходимо, чтобы у каждого наблюдателя имелось отдельное лицо для записывания. Следует заметить, что если с одной точки берется несколько пеленгов, временем определения считается среднее время; записи времени производятся с точностью $^1/_4$—$^1/_2$ мин., в зависимости от скорости хода и масштаба с'емки.

Одновременно с пеленгированием, ведутся третьим наблюдателем кроки, с эскизным обозначением контуров, рельефа и всех тех деталей, которые могут представить интерес для судоходства; так, например, следует отмечать места, удобные для причала судов, места, удобные для набора топлива, места перевозок судового хода, мели, камни; необходимо указывать характер грунтов, наименование угодий и проч.

Промеры. Что касается производства промеров, то обычно ведется продольный промер по фарватеру через определенные промежутки по времени, при чем время опускания футштока, лота записываются по часам (часы, минуты). Само собой разумеется, что часы всех наблюдателей должны быть сверены друг с другом.

Состав партии. При описанном способе производства исследований состав партии желательно иметь следующий: начальник партии—общее руководство, собирание материалов для лоции; 1-й наблюдатель—проложение магистрали; 2-й наблюдатель — с'емка контуров; 3-й наблюдатель—кроки; к ним два десятника для записи наблюдений, 4-й наблюдатель (десятник) для записи промеров, два матроса промерщика (наметчики и лотовые, работающие посменно). Один из наблюдателей или начальник партии определяет астрономические пункты.

Разные работы. Водомерные наблюдения, барометрическая нивеллировка, производство рекогносцировок, зарисовки с возвышенных мест, фотографические работы, собирание сведений производятся описанными выше способами.

Для контроля желательно вести с'емку при ходе вниз и вверх, при чем за основную следует принимать с'емку при ходе против течения.

Указанный способ был применен при исследованиях Нижней Лены под руководством гидрографа Евгенова и описан П. К. Хмызниковым.

С'емка с плота. Если в распоряжении партии не имеется парохода, допускающего возможность работы вышеуказанным способом, то можно организовать с'емку с плота, плашкоута, буксируемого моторной лодкой, паровым барказом, а в иных случаях можно вести с'емку, спускаясь самосплавом; при этом, если течение быстрое, следует, для уменьшения скорости хода, пользоваться лотом соответствующего веса; конечно, в указанных случаях поправки на девиацию не будут иметь места.

Обработка материалов. Обработка материалов производится следующим образом: прежде всего вычисляются координаты астрономических пунктов, вычисляется склонение магнитной стрелки, строятся кривые девиации; накладка и увязка ведутся на участках последовательно между астрономическими пунктами (в начале и конце участка). Наложив по географическим координатам оба астрономические пункта, наносят, начав с первого базиса, последовательно сеть треугольников, по данным 1-го компаса (с исправлениями, на основании данных 2-го компаса); если с клонения магнитной стрелки у 1-го и 2-го астрономических пунктов значительно разнятся друг от друга, то следует разницу разогнать по всему участку и накладку вести от исправленных таким образом меридианов; само собой разумеется, при накладке надлежит вводить соответствующие поправки и на девиацию.

Линия, которая соединяет точку, определяющую положение 2-го астрономического пункта, нанесенного по географическим координатам, с точкой, определяющей положение того же пункта в результате произведенной согласно вышеизложенной накладки, представит величину невязки (фиг. 133, стр. 182), которая разгоняется одним из способов, указываемых в геодезии. По увязке основных точек с'емки, накладка подробностей контурной с'емки, данных промеров и проч. не представит затруднений.

Масштаб с'емки. Что касается масштаба с'емки, то таковой зависит от ширины реки, задания и пр. Масштаб ведущихся при с'емке крок должен по возможности соответствовать тому масштабу, в котором обрабатывается с'емка.

Литература к главе XVI.

1. Е. В. Близняк. Р. Сочур и Сочур-Кемская ветвь Обь-Енисейского водного пути. 1913.
2. И. Ф. Молодых. Рекогносцировочные исследования и маршрутные с'емки рек. 1921.
3. Инструкции для рекогносцировочных и подробных гидротехнических изысканий по улучшению лесо-сплавных путей. Издание Главного Управл. по топливу. 1922.
4. Е. А. Палицын. Опыт исследования сплавных рек. 1904.
5. С. А. Богословский. Лесо-экономические исследования. 1926.
6. П. В. Мессер. Руководство по гидрографическим работам, ч. I. 1924.
7. А. Шейковский. Навигация.
8. Руководство для штурманов. Перевод с английского под редакцией В. В. Ахматова. 1924.
9. П. К. Хмызников. Маршрутно-рекогносцировочная с'емка рек методами морской описи. 1923.

ГЛАВА XVII.

Исследования озер.

Общие данные.

Изучением озер во всем об'еме занимается лимнология. Задачи настоящей главы значительно сужены, и ниже излагаются методы исследований озер главным образом с точки зрения использования их для целей судоходства, а также в качестве водохранилищ для получения гидравлической энергии и для дополнительного питания рек.

Разделение исследований озер.

Подобно исследованиям рек, исследования озер могут быть также разделены на исследования подробные, облегченные и рекогносцировочные. Однако, мы не будем в отдельности рассматривать все перечисленные категории исследований, а остановимся лишь на исследованиях подробных, тем более, что практика исследований озер не дала еще точных указаний, какой должен быть состав каждой из поименованных категорий исследований.

Основные работы.

Так же, как исследования рек, исследования озер заключают в своем составе: а) работы кабинетные предварительные; б) работы полевые и в) работы кабинетные окончательные. Названные работы во многом очень сходны с описанными выше работами по исследованиям рек, а потому мы будем останавливаться на них лишь постольку, поскольку они имеют те или иные особенности.

Предварительные кабинетные работы.

Переходя к более подробному описанию, мы должны отметить, что работы кабинетные предварительные не имеют никаких особенностей, по сравнению с таковыми при речных и прочих исследованиях.

Состав полевых работ.

В состав полевых работ входят следующие операции: 1. Устройство водомерных постов. 2. Устройство метеорологических станций и дождемерных постов. 3. Установка реперов. 4. Триангуляция или проведение магистрали. 5. Нивеллировка реперов. 6. С'емка местности. 7. Промеры глубин и приведение промеров к условному горизонту. 8. Гидрометрические измерения. Гидрохимические, гидробиологические и гидрофизические исследования. 9. Геологические исследования. 10. Исследования притоков. 11. Исследования зимнего режима. 12. Фотографические работы. 13. Собирание дополнительных сведений. 14. Экономические и статистические исследования.

Устройство водомерных постов.

1. Устройство водомерных постов имеет целью охарактеризовать обычные колебания уровня воды в исследуемом озере. Водомерные посты устраиваются при начале исследований; типы их ничем не отличаются от описанных выше, в главе IV.

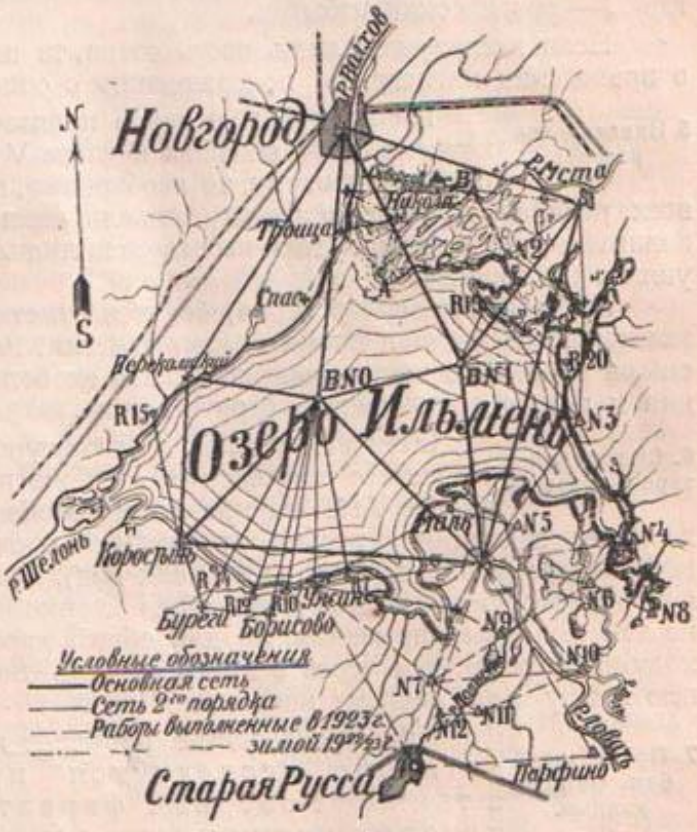
быть приняты без ущерба точности в виде прямых, а не дуг круга, то триангуляция может вестись, как указано в главе VI, с теми изменениями, которые соответствуют условиям с'емки замкнутого контура; число точек, определяемых триангуляцией, должно быть таково, чтобы на каждом планшете имелось не менее одной точки (лучше—не менее двух).

Если же площадь озера значительна, и если намечаемая триангуляционная сеть состоит из треугольников, которые должны быть приняты сферическими, то приходится производить триангуляцию по правилам, излагаемым в геодезии, с определением астрономических пунктов, проложением тригонометрической сети и проч. Только такими способами и можно получить надлежащей точности материалы.

Обращаясь к требованиям Инструкции НКПС для исследования озер, следует указать, что на имеющиеся в Инструкции указания мы предлагаем смотреть лишь как на минимальные требования; в Инструкции рассмотрены два случая: с'емка озер площадью до 500 кв. км (верст) и тоже площадью свыше 500 кв. км (верст). Точность измерения базисов в первом случае требуется 1/10000, а во втором 1/20000; что касается точности измерения углов, то в первом случае точность отчетов 30″, а во втором 10″, при чем во втором случае требуется измерять углы двумя круговыми приемами (четырьмя полуприемами); треугольники в обоих случаях принимаются плоскими.

Само собой разумеется, что указанные методы не могут быть рекомендованы для с'емок больших озер, как например, Ладожского, Онежского, Байкала и проч., где точность производства работ должна быть повышена.

Не останавливаясь на деталях триангуляции, являющейся работой специальной, притом детально описываемой в курсах геодезии, считаем полезным отметить случай производства исследований, при наличии уже выполненной ранее триангуляции. В этом случае необходимо прежде всего разыскать и восстановить триангуляционные пункты, нанести их на планшеты, а затем вести с'емку обычными способами.



Фиг. 140.

В виде примера остановимся на исследованиях озера Ильмень, произведенных в 1923 г., в связи с постройкой Волховской гидроэлектрической станции. Главная часть работ была выполнена зимой.

Общая площадь с'емки около 28 500 кв. км. На этой площади имелось всего 5 пунктов государственной триангуляции. Поэтому на льду были построены две пирамиды *BNO* и *BNI* на расстоянии друг от друга 11,7 км. и таким образом получилась схема, изображенная на фиг. 140. На этой основной схеме, после ее уравновешения, была построена сеть второго и третьего порядка. Измерения углов производились 10″ теодолитом, с применением от 3 до 6 приемов, в зависимости от условий работ. Для освещения сигналов применялись специальные зеркальные приборы—гелиотропы.

Полученная таким образом триангуляционная сеть послужила основой для дальнейших с'емочных и промерных работ.

Магистраль. В случае проведения магистрали вокруг озера, работы производятся, как указано выше в главе VI, с тою лишь разницей, что так как при этом получается замкнутый полигон, то увязка его делается раньше приступа к с'емке. Разница между наблюденной S_n и теоретической S_m суммой углов полигона не должна превышать, согласно требований Инструкции, величины:

$$\triangle = 1' \sqrt{n},$$

где n—число сторон полигона, т.-е.

$$S_n - S_m \leqslant 1' \sqrt{n},$$

или

$$S_n - [180^\circ\ (n-2) + E] \leqslant 1' \sqrt{n},$$

где E — сферический избыток.

Если исследуется лишь часть озера, то не имеется никакой разницы в проведении магистрали, по сравнению с описанным в главе VI.

5. Нивелировка реперов. Нивелировка реперов производится теми же приемами, которые были описаны в главе VII. Если озеро исследуется по всему контуру, то необходимо, по окончании нивелировки всех реперов, произвести увязку нивелировки, с применением методов, излагаемых в геодезии. Если исследуется лишь часть озера, то указанная увязка не производится.

При нивелировке реперов, берутся отметки уровня воды, при этом записывается место и время взятой отметки. Расстояние между определяемыми отметками желательно допускать не более 2 км; в районах впадения и истоков рек отметки берутся чаще.

6. С'емка контуров и рельефа. С'емка местности, как контуров, так и рельефа, ведется в общем с применением тех же приемов, которые описаны в главе VIII. Об'ем с'емки, в особенности с'емки рельфа, определяется заданиями; весьма желательно произвести с'емку в пределах всей поймы (выше под'ема наивысших вод), если только имеется малейшая к тому возможность. Если об'ем с'емки приходится ограничивать по тем или иным причинам, то для общей характеристики поймы необходимо не реже, чем через 5 км, проводить поперечные профили через всю пойму выше под'ема наивысших вод.

7. Промеры глубин. Общие данные. При производстве промеров глубин в озерах, более детально исследуется прибрежная полоса, а также те озерные фарватеры и направления, которые могут иметь судоходное значение. Что же касается чашки озера (углубленной части озерной впадины), то промеры ее производятся менее детально, за исключением случаев, указанных ниже. Следует отметить, что независимо от практических целей, прибрежная полоса должна быть исследована более подробно, так как рельеф ее обычно имеет более сложный характер чем рельеф наиболее глубокой части озера—чашки.

Промеры прибрежной полосы. При производстве промеров прибрежной полосы озера, необходимо еще иметь в виду, что промеры этой полосы должны дать приблизительно такую же подробность выяснения рельефа, как с'емка рельефа берега; этим главным образом и определяется степень подробности промеров глубин прибрежной полосы, т.-е. промеры должны производиться здесь с такой подробностью, чтобы было возможно провести линии равных глубин (изобаты) или горизонтали (изогипсы) через 1,00 м по высоте.

Промеры чашки озера. Что касается степени подробности промеров чашки озера, то здесь необходимо, во-первых, выяснить наибольшую глубину озера, как величину, являющуюся для озера характерной, во-вторых, получить достаточное количество данных как для общей характеристики рельефа дна, так и для возможности решения задач по определению об'ема заключающейся в озере воды, средней глубины озера, площади горизонтальных сечений озера на разных отметках и прочее.

Промеры фарватеров. Само собой разумеется, что если, как указано выше, исследуемое озеро может быть использовано как путь сообщения, соответствующие фарватеры должны быть обследованы более подробно, а в подлежащих случаях и протралены.

Об'ем производства промеров береговой полосы. В соответствии со сказанным, промеры береговой полосы распространяются на такую ширину, которая определяется заданием; но во всяком случае, эта ширина должна быть не менее 100 м, считая от уреза меженних вод; если иметь в виду задания для целей судоходства, можно наметить еще одну норму, а именно, если глубина озера, считая от известного наинизшего горизонта его, более заданной величины H, ширина исследуемой промерами прибрежной полосы определяется обязательным достижением, по направлению промериваемого профиля, части озера с глубиной в H. В Инструкции для исследования озер величина H принята равной 5 м, что можно считать достаточным для обычных условий; в соответствующих же случаях, если ожидается посещение исследуемого озера более глубокосидящими судами, величина H должна быть увеличена.

В Инструкции приводятся также некоторые нормы, определяющие предельное расстояние между профилями или галсами и между отдельными точками промеров, а именно: при крутом характере подводного побережья, расстояния между промерными профилями не должны превышать 300 м, а при пологом и мелком—200 м.

В местах же гаваней, а равно в истоках вытекающих из озера и в устьях впадающих в него рек, указанное расстояние уменьшается до 100 м.

Что касается расстояния между отдельными точками на данном профиле (галсе), то оно не должно быть больше 40 м при крутом и 20 м при пологом и мелком побережьи; необходимо также иметь в виду основное требование проведения изобат (горизонталей) через 1,00 м.

Об'ем производства промеров в чашке озера. Обращаясь к производству промеров в чашке озера, следует отметить, что расстояния между промерными профилями и промерными точками должно быть таково, чтобы можно было нанести на планах изобаты (горизонтали) по высоте.

Через 1,00 м для глубин до 5,00 м
» 2,00 м » » более 5,00 и до 10 м
» 10,00 м » » » 10 м.

В некоторых случаях бывает целесообразно нанести промежуточные изобаты (горизонтали) через 5,00 м.

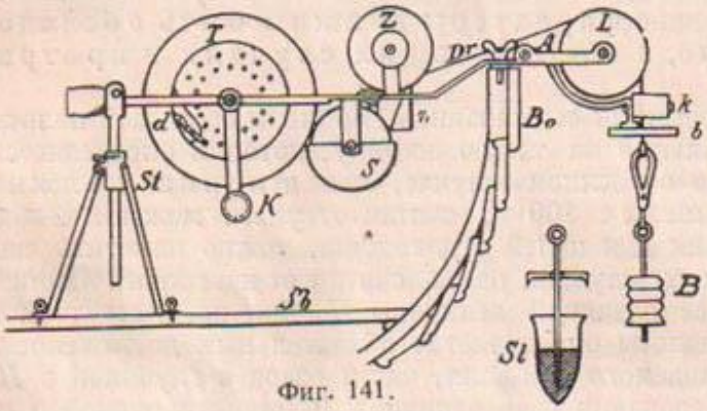
Приборы для производства промеров.

Приборы для производства промеров глубин в озерах применяются следующие: футшток, лот, самопишущие промерные приборы, описанные в главе IX; но если глубины в озере достигают значительных величин 100 м и выше, то применяют разного рода механические лоты (глубомеры), где промерная гиря (лот) подвешена на тонкой проволоке и введен ряд приспособлений для более удобного опускания лота и выбирания лотлиня, а также для быстрого и точного отсчета.

Механический лот Рихтера.

Считаем полезным привести описание одного из довольно многочисленных типов механических лотов, а именно, механического лота системы профессора Рихтера *). Этот прибор отличается большой портативностью (длина 60 см и высота 22 см) и с успехом может быть применяем как для промеров с лодки, так и со льда. Сущность глубомера Рихтера состоит в следующем.

На фиг. 141 прибор изображен установленным на шлюпке. Тренога *St* привинчена к скамейке *Sb* шлюпки; в верхней части шлюпки укрепляется на желаемой высоте горизонтальная рама прибора; на раме укреплена ось главной вьюшки *T*, где в точке *d* закреплено начало проволочного лотлиня, намотанного на вьюшку *T*, диаметром в 10,25 см и толщиною в 3 см. На нее можно навить 350 м лотлиня, свитого из трех стальных проволок тигельной стали, хорошо оцинкованных; толщина лотлиня 0,6 мм. Такое устройство лотлиня обеспечивает его от разрыва. С главной вьюшки *T* проволока переходит сверху вниз на шкив *S*, который и огибает по полуокружности. Этот шкив свободно вращается в полукруговой коробке, куда наливают жир или масло, сквозь который и проходит проволока при навертывании ее на вьюшку *T*. Обогнув снизу вьюшку *S*, проволока охватывает полным оборотом шкив счетчика *Z*, в 30 см. диаметром. Обороты шкива отсчитываются на счетчике *Z*; последний имеет два циферблата, для отсчета сантиметров и метров, а на особом маленьком циферблате особая стрелка дает сотни метров.



Фиг. 141.

Со шкива счетчика *Z* лотлинь (*Dr*) идет через направляющий шкив *L*, укрепленный на поворотном рычаге вниз, сперва между двумя каучуковыми *K* роликами, потом сквозь двойную щетку b и, наконец, крепится к лоту *B*.

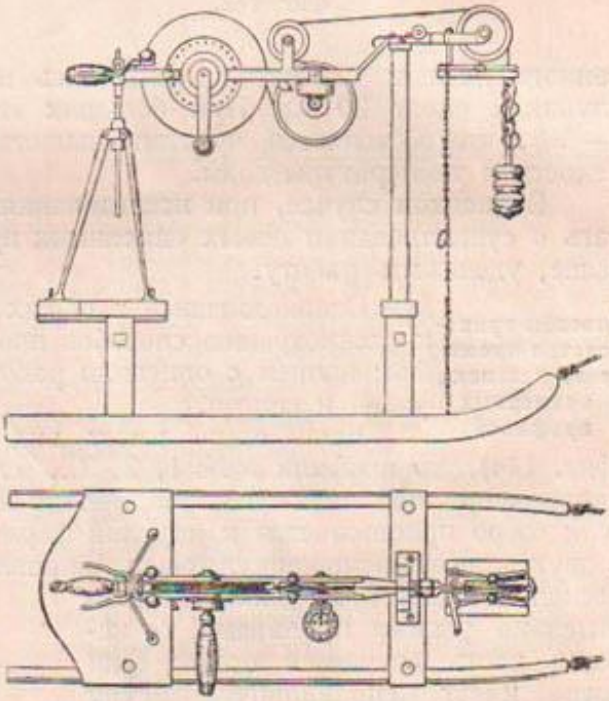
Лоты при приборе употребляются двух родов, обыкновенный — *B*, состоит из стержня, который карабином надевается на конечное кольцо проволоки; на стержень можно накладывать гири в виде кружков. Обыкновенно вполне достаточно иметь лот весом около 0,7 — 0,8 килограмма, что совершенно достаточно при том незначительном трении,

*) Описание и чертежи заимствованы из Инструкции для исследования озер Русск. Географического Общества. Там же можно найти описания глубомеров других систем: Уле, Пеллара, Беллок.

которое существует в приборе. Даже и при этом грузе при промере необходимо тормозить вьюшку T во время сбегания с нее лотлиня.

Если желают получить образец грунта дна, то пользуются лотом Sl; нижняя заштрихованная часть его литая, а выше он выбран внутри, как бокал; на стержне его надета деревянная крышечка, которая, пока лот бежит ко дну, находится вверху стержня. Когда лот ударится о дно, он в него углубится, так как падает со скоростью до 2 м в секунду, и заполнится илом, а когда его начнут выбирать, то деревянная крышка прикроет его сверху и предохранит образец грунта от вымывания.

На фиг. 142 изображен сбоку и сверху тот же самый прибор Рихтера, но установленный на санках, что очень удобно для зимнего промера по льду. Устройство прибора, показанного на фиг. 142, немного иное, более усовершенствованное и упрощенное. Шкив S с чашкою для масла—уничтожен, шкив счетчика Z опущен ниже рамы и циферблат счетчика повернут вверх, что удобнее. Тормоз для главной вьюшки T усовершенствован; он состоит из двух валиков, катящихся по ее окружности и прижимаемых к ней во время сбегания лотлиня помощью двух ручек, подобных щипцам. Каучуковые ролики K откинуты и проволока прямо со шкива L идет в воду. При выбирании лотлиня обратно, он зажимается между щетками пропитанными маслом. Чтобы щетки прижать к лотлиню, ручки их так же устроены, как щипцы, и от них идет цепочка с кольцом, которое надевают на особый крючок позади рамы; тогда щетки все время будут зажаты.



Фиг. 142.

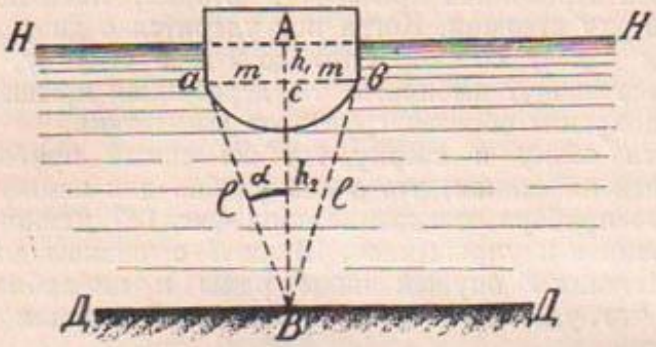
Эхо-лот. Кроме механических лотов, в последнее время стали применяться для океанских промеров так называемые акустические лоты (эхо-лоты); для промеров больших озер, как, напр., Байкал, можно с успехом применить лоты названной системы; считаем не лишним привести хотя бы краткое изложение идеи акустического лота.

Если произвести подводный звук, то он по отражении от дна может быть воспринят через некоторый промежуток времени; следовательно, зная скорость распространения звука в воде ($v=1435$ м/сек.) и измерив указанный промежуток времени, можно определить глубину данного места; в самом деле, если отправитель расположен на одном борту судна (фиг. 143), например, в точке a, приемник же на другом борту в точке b, то путь, проходимый звуком, будет выражаться величиной $2\,a\,B = 2\,l$; глубина в данной точке $A\,B = h = h_1 + h_2$ будет равна

$$h = h_1 + \sqrt{l^2 - m^2};\ 2\,l = vt,$$

где v — скорость звука в воде, t — время, потребное для прохождения звука и измеряемое особым приемом.

Из акустических лотов пользуются известностью германские лоты системы Бема, Аншютца и американские эхо-лоты Гэйса (Hayes). В начале 1923 г. Гидрографическое Управление Соедин. Штат. Америки уже издало карту, составленную на основании промеров эхо-лотом.



Фиг. 143.

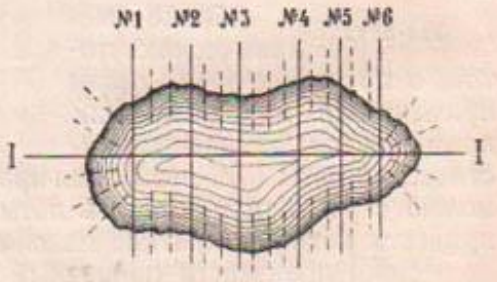
Достоинства работы акустическим лотом: 1) экономия времени и средств; 2) возможность работать на ходу, тогда как при работе механическим лотом приходится стопорить машину; 3) возможность более детального промера. Что касается точности промера акустическим лотом, то по произведенным опытам в Кильской бухте, показания обыкновенного лота и эхо-лота расходились на величину менее 0,5 м (при глубинах около 20 м). При больших глубинах ошибки доходили до 4—5%, что об'ясняется чувствительностью эхо-лота к изменениям солености и температуры воды.

Во всяком случае, при исследованиях больших озер, нельзя забывать о существовании новых описанных приборов, могущих, как указано выше, удешевить работу.

Способы производства промеров. Разбивка промерных профилей.

Ознакомившись в общих чертах с приборами, перейдем к рассмотрению способов производства самих промеров глубин; начнем с описания работ по разбивке промерных профилей и галсов.

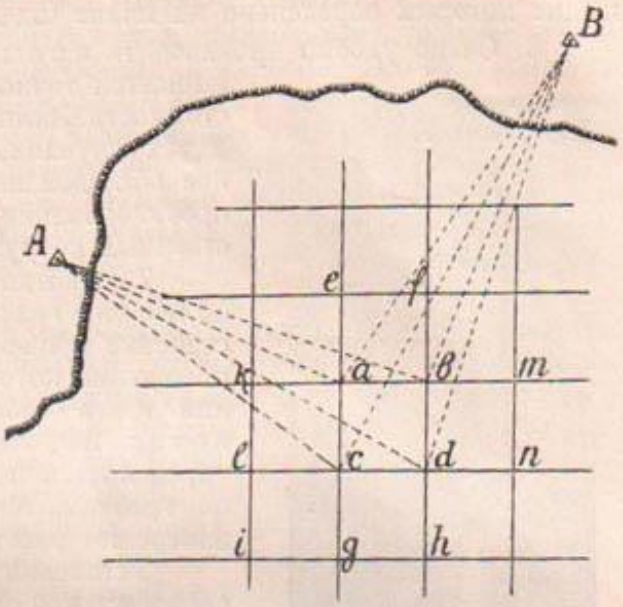
Если озеро имеет вид фигуры, вытянутой в длину (фиг. 144), то профили №№ 1, 2, 3... следует разбивать в поперечном направлении приблизительно нормально к продольной оси озера I—I; если озеро приближается к круглой форме, то разбивка профилей идет в двух взаимноперпендикулярных направлениях; если озеро состоит из нескольких частей, соединяемых сравнительно узкими проливами, то каждая часть изучается особо; если озеро имеет неправильную фигуру с сильно развитой береговой линией, то профили намечаются таким образом, чтобы наиболее полно осветить рельеф дна. Разбивку профилей следует производить на основании надежных плановых материалов; если же таковых не имеется, то следует промеры глубин производить после того, когда общие контуры будут надлежаще освещены. В некоторых случаях бывает целесообразно, предварительно детальных промеров, произвести предварительный промер для общей ориентировки.



Фиг. 144.

Промерами по профилям, пересекающим озеро, будет освещен общий рельеф дна озера; в некоторых случаях этим и ограничивают работы по производству промеров озера; если же требуется обследовать, согласно вышеизложенного, прибрежную полосу, то необходимо произвести промеры по дополнительно разбитым профилям, направление которых вообще может и не совпадать с направлением указанных выше профилей через все озеро (фиг. 144).

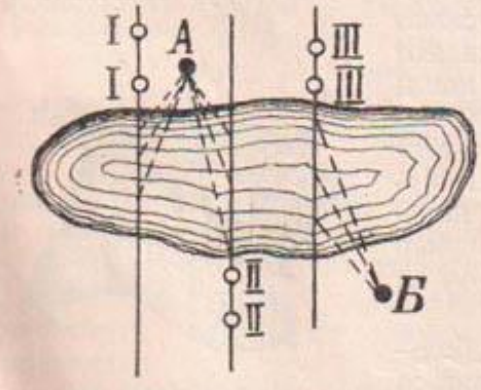
Промеры по квадратам. Можно применить способ промеров посредством разбивки на озере квадратов, длина сторон которых зависит от степени подробности промеров (фиг. 145); в этом случае разбивка квадратов делается сначала на карте, а потом переносится на место; обыкновенно начинают с разбивки одного так называемого основного квадрата, посредством теодолита или мензулы с кипрегелем. На фиг. 145 изображена схема засечек из точек A и B вершин основного квадрата a, b, c, d; точки a, b, c, d, обозначены пловучими вехами (см. фиг. 149); после разбивки основного квадрата, разбивка прочих не представляет затруднений.



Фиг. 145.

Способы определения положения промерных точек. Теперь нам остается еще указать, какими способами определяется положение промерных точек в плане. Прежде всего следует отметить, что начальная и конечная точка каждого профиля или галса должна быть определена инструментально. Что касается промежуточных точек, то положение их может быть определяемо разными другими менее точными способами с тем расчетом, чтобы при промерах береговой полосы расстояние между точками, определенными инструментально, не превосходило 50 м.

При производстве промеров глубин, могут быть применяемы нижеследующие способы, выбор которых в каждом данном случае определяется совокупностью местных и других условий.



Фиг. 146.

1. При небольшой ширине озера (до 200 м) возможно производить промеры по тросу, натягиваемому поперек озера.

2. В некоторых случаях можно определять положение промерных точек, ориентируя промерную лодку по пересечению створов, устанавливаемых на берегах озера; точки промежуточные определяются по гребкам или по секундомеру.

3. Способ засечек посредством мензулы; хотя этот способ и дает хорошие результаты, но требует лишнего техника; применим, главным образом, при промерах прибрежной полосы.

4. Промерная лодка движется по выставленному на берегу створу (фиг. 146 и 147); с лодки делаются буссолью (компасом) засечки на береговые точки А, Б, положение которых в плане определено; желательно (для контроля) визировать на две точки; если из точки, нанесенной на плане, провести азимут (пеленг) обратного направления, получим на пересечении линии створа положение промерной точки.

5. Если пользование створами затруднительно, то можно определить положение промерных точек *а* и *б*, измеряя с промерного судна секстаном углы α и β и α_1, β_1 (фиг. 148), образуемые направлениями, проведенными между промерной точкой и тремя береговыми А, Б, В, положение которых определено на плане (задача Потенота).

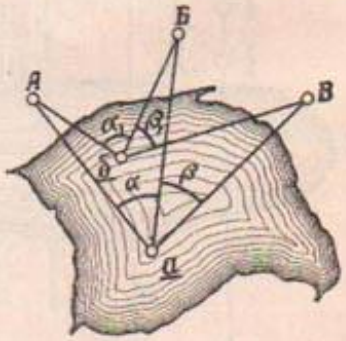
6. Очень удобно производить промеры со льда; при этом повышается точность работ, но увеличивается их стоимость. Зимние работы обычно производятся в тех случаях, когда требуется особо детальное обследование рельефа дна: например, при проектировании камнеуборных работ, искусственных сооружений и т. п.



Фиг. 147.

7. Иногда, при значительной длине профилей или галсов, приходится прибегать к расстановке промежуточных пловучих вех на воде, положение которых в плане определяется тем или иным способом (засечки, задача Потенота); положение же промежуточных точек определяется по времени (по секундомеру) или по гребкам. Можно также приспособить для измерения расстояний вертушку.

Установка вех производится следующим образом: для вехи выбирают сухую жердь, длиною 6—8 м и обрубок бревна около 1,5 м (фиг 149); обрубок раскалывают, выбирают в каждой половинке по жолобу и, найдя центр тяжести вехи, на это место кладут выдолбленные половинки бакана. Обвязывают их вверху и внизу веревкою и загоняют клинья с обоих концов между вехою и баканом, чтобы последний не скользил. На нижнем, толстом конце вехи просверливают дырку и в нее вдевают веревочное кольцо; затем берут камень весом 30—50 кг, оплетают его веревкою, как сеткою, и за нее укрепляют конец, служащий вехе якорным канатом; другой его конец продевают в веревочное кольцо. На верхнем конце вехи укрепляется флаг, голик, крест и т. п. для отличия. Когда надо поставить веху на озеро, то берут ее и камень на шлюпку и, придя на место, сперва опускают камень на дно, потом по концу осаживают вниз веху с баканом и закрепляют конец веревки на вехе выше бакана. При таком способе пловучесть бакана и вехи будут держать конец туго натянутым, а его длина, будучи равною глубине, обеспечит малое колебание вехи. На глубинах в 3—4 м можно и прямо вколачивать вехи в грунт, если он не очень твердый.



Фиг. 148.

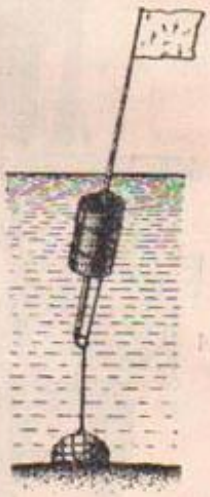
8. Если промеры производятся на большом озере, где невозможно ориентироваться по береговым знакам, то положение опорных промерных точек определяется астрономически; промежуточные точки наносятся по ходу судна, направление промерных профилей определяется по компасу.

9. Наконец, можно производить определение положения промерных точек по способу, примененному в виде опыта в Англии в 1921 г. вообще для измерения расстояний в море. Сущность этого способа заключается в следующем: промерное судно идет с равномерной скоростью по опре-

деленному курсу и травит все время тонкую проволоку с особого барабана, на который намотано несколько километров такой проволоки. По числу оборотов барабана, после введения соответствующих поправок, можно определить длину подлежащей измерению линии.

Приведение промеров к условному горизонту. Промеры глубин и с'емка приводятся к одному горизонту; желательно принимать в качестве такого горизонта средний горизонт, выведенный из многолетних наблюдений; если данных для установления среднего горизонта не имеется, то приведение производится к низкому устойчивому горизонту, наблюдавшемуся во время работ (по Инструкции—к одному, по возможности низшему горизонту, который наблюдается во время работ, в тихую погоду, стоявшую не менее двух дней подряд).

8. Гидрометрические измерения. Главной целью гидрометрических измерений является определение водной мощности исследуемого озера, как водохранилища, для судоходства или использования гидравлической энергии. Названные гидрометрические наблюдения организуются на основных и временных гидрометрических станциях, которые располагаются на главнейших реках, впадающих в озеро или вытекающих из него. Обычно более детально изучается режим вытекающих из озера рек, почему на них устраиваются основные гидрометрические станции; временные же станции располагаются на прочих реках; кроме того, организуются об'езды: для определения отдельных расходов воды в выбранных живых сечениях рек.



Фиг. 149.

В части, касающейся определения расходов воды, работы гидрометрических станций ничем не отличаются от работ гидрометрических станций, действующих при исследовании рек.

Исследования гидрофизические, гидрохимические, гидробиологические. Иногда озерным гидрометрическим станциям поручается производство дополнительных исследований гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических; иногда эти работы выделяются в особую группу; при исследовании же больших озер указанные работы в главной своей составной части ведутся одновременно с промерами глубин.

В состав дополнительных гидрофизических работ входят: определение температуры воды на разных глубинах, наблюдение цвета и прозрачности воды, наблюдение волнения, изучение течений.

В состав гидрохимических наблюдений входят: определение химического состава воды, количества растворенных в воде газов и, в частности, кислорода, химические исследования грунта озера и планктона.

Кроме перечисленных наблюдений, производятся еще разного рода исследования: бактериологические, планктонные, изучается ихтиофауна озера, изучаются вопросы заносимости и зарастания озер и пр.

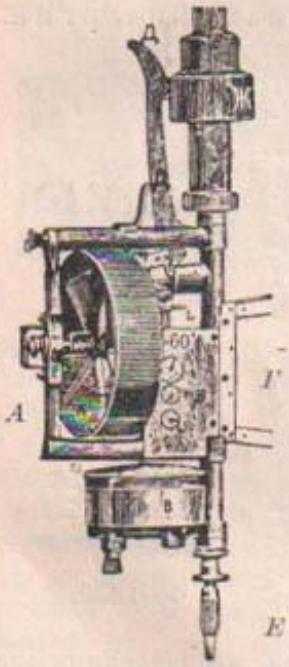
Однако мы не будем останавливаться на перечисленных исследованиях, являющихся специальными, и скажем лишь несколько слов о методах определения течений в озерах, так как в курсах гидрометрии этот вопрос иногда обходится молчанием, а также о методах измерения

прозрачности и цвета воды. Методы измерения температуры на разных глубинах описаны в следующем Выпуске.

Изучение направления и скорости течения. Наиболее простым способом изучения течений на поверхности является способ поплавков; для этой цели обычно употребляют закупоренные бутылки или обрезки бревен (что менее удобно), снабженные номерами. Поплавки бросают в разных местах озера, отмечают на карте место, где они были брошены, а затем отмечают, куда они будут принесены течением. Число поплавков должно быть значительным.

Для определения скоростей и направления течения на разных глубинах (и на поверхности) употребляются специальные вертушки; описание одного из типов таких вертушек, а именно вертушки Экмана, помещается ниже (фиг. 150).

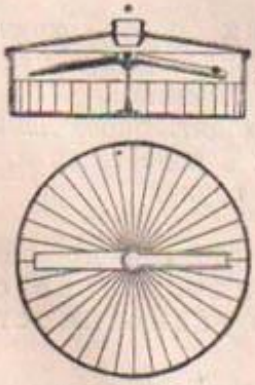
Вертушка Экмана. Главнейшие части вертушки Экмана следующие: *А*—тюрбинка в кожухе с винтовыми лопастями, вращающимися под влиянием течения, *Б*—счетчик числа оборотов, *В*—компасная коробка, *Г*—перо, направляющее вертушку по течению; оно состоит из двух сходящихся под углом плоскостей, распертых поперечниками, *Д*—замыкающая и размыкающая собачка; при одном положении ее, лопасти тюрбинки вращаются, при другом они стоят без движения. К нижнему кольцу *Е*—привешивается груз; вертушка опускается на тросе. Во избежание скручивания троса и являющегося, вследствие этого, добавочного усилия, препятствующего прибору занять положение по направлению струи, вся вертушка имеет вращение вокруг вертикальной оси; для уменьшения трения, подшипничек построен по шариковой системе. Такой же системы (на шариках) и подшипнички горизонтальной оси тюрбинки.



Фиг. 150.

Как выше указано, вертушка имеет замыкающую собачку *Д*. Перед опусканием прибора тюрбинка застопоривается этой собачкой. Когда вертушка опущена на желаемую глубину и приняла спокойное положение, на трос надевается гирька *Ж*, которая, опускаясь, ударяет по собачке; последняя отскакивает, тюрбинка начинает работать, счетчик при этом отмечает обороты. Момент опускания гирьки отмечается по секундомеру. По прошествии некоторого промежутка времени (зависящего от силы течения, характера пульсации и других причин), на трос надевается другой грузик, который падает и, задев собачку, застопоривает тюрбинку. При этом также отмечается время. Подняв вертушку и сделав отсчет по счетчику, определяют число оборотов за n секунд; затем по данным тарировки вычисляется скорость течения.

Как видно, способ определения скорости по идее такой же, как и для других вертушек, но с той лишь разницей, что здесь, вместо употребляемого обычно электрического замыкания, применено замыкание механическое.


Фиг. 151.

Направление течения определяется следующим образом: в счетчике одно из колес имеет на своей окружности маленькие лопасти-ковшики; в эти ковшики через пружинную воронку *L*, перед опусканием вертушки, закладываются маленькие медные шарики. Когда тюрбинка вращается, то через каждые 50 оборотов ее колесо с ковшиком поворачивается на один оборот, и шарик падает по трубочке через находящееся в центре компасной коробки отверстие в чашечку; последняя расположена над осью вращения магнитной стрелки, которая имеет жолобообразный профиль (фиг. 151); благодаря этому шарик по наклонной части северной половины магнитной стрелки падает на дно компасной коробки, разделенной радиальными перегородками на 36 частей; каждый сектор коробки имеет, значит, центральный угол, равный 10^0, и с этой точностью определяется положение вертушки в горизонтальной плоскости, положение, ориентированное по странам света относительно магнитного меридиана. По окончании наблюдения, когда вертушка вынута из воды, компасная коробка отвинчивается, и по положению шариков в том или другом секторе коробки

определяется направление (азимут) струи. Вертушка отличается чувствительностью, что достигнуто благодаря применению алюминия, из которого сделана вертушка, а также благодаря шариковой системе подшипников.

Чтобы знать, в какой последовательности располагаются шарики в коробке, желательно их пронумеровать.

В новой модели вертушки Экмана введен ряд усовершенствований в конструкции; новая модель изготовляется двух типов: легкого—для измерения скорости 0,02—1,40 м/с., и тяжелого—для скоростей 0,08—3,00 м/с.

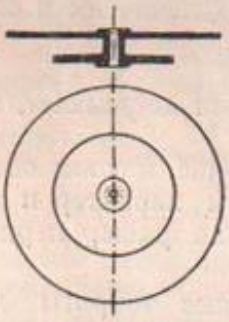
Производя определение скорости и направления течения в разных местах, можно составить общую картину направлений и распределений течений.

Исследование прозрачности воды.

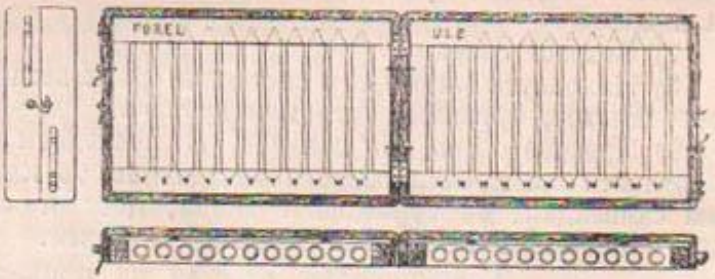
Наиболее простым способом исследования прозрачности воды является применение круга Секки (фиг. 152). Диаметр кружка 30 см, в центре кружка впаяна медная трубка длиною около 5 см, к которой для тяжести припаян свинцовый круг. Кружок окрашивается чистой белой краской. Кружок на бечеве с метками опускают медленно в воду с теневой стороны лодки и отмечают глубину, когда кружок исчезнет из виду; такие наблюдения производят несколько раз и берут среднюю арифметическую величину; прозрачность выражается слоем воды.

Определение цвета воды.

Для определения цвета воды озера, берут пробу и сравнивают ее со шкалой, представляющей собою набор трубочек (фиг. 153), диаметром 8 мм, с растворами разных



Фиг. 152.

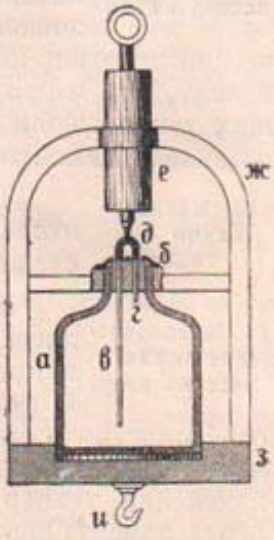


Фиг. 153.

цветов от голубого до коричневатого; всего имеется 21 номер; растворы приготовляются из двух основных растворов: голубого и желтого, путем смешения в установленных пропорциях; №№ 1—11 установлены профессором Форелем, №№ 12—21—профессором Уле.

Забирание пробы воды.

В случае необходимости взять пробу воды, применяются приборы специальной конструкции; на фиг. 154 показан прибор системы Мюллера; главную его часть составляет бутыль *а*, запираемая каучуковой пробкой *б*, имеющей два отверстия, через которые проходят две трубки *в* и *г*; трубка *в* (длинная) служит для входа воды, трубка *г* (короткая) для выхода воздуха; оба отверстия могут быть закрыты посредством дужки *д*, соединяемой с трубкой *е* посредством пружины, заключенной в этой трубке. Последняя проходит через массивную дугу *жс*, поддерживающую поддон *з*, в углублении которого устанавливается бутыль *а*, поддерживаемая также поперечиной. Поддон внизу имеет крючек *и* для



Фиг. 154.

груза. Прибор опускается на шнуре, заканчивающемся тремя концами, из которых короткий соединяется с верхним кольцом, а длинные несут тяжесть прибора. Перед опусканием прибора закрывают его пробкой; когда прибор опущен, дергают за шнурок, вследствие чего открываются отверстия, и бутылка наполняется водой; по наполнении бутыль подымается наверх.

9. Геологические исследования. Задачи, которые должны быть по возможности разрешены при изучении озер с геологической точки зрения, отчетливо охарактеризованы следующими вопросами, составленными проф. В. А. Обручевым.

1) К какой озерной области принадлежит данное озеро.

2) К какой геологической категории относится котловина, заполненная водами этого озера.

3) Какой характер (рельеф) и состав грунта имеет дно этой котловины и ее склоны (подводные).

4) Какой характер и состав имеет прибрежная полоса озера и побережье сухое, подводное и затопляемое.

5) К какому типу относятся берега озера; строение крутых берегов; признаки их размыва прибоем; кружевные скалы, обвалы, оползни, исполинские котлы; строение отлогих берегов; береговые валы, стрелки, озерные дюны.

6) Чем питается озеро. Характер и состав дельт и баров; количество и качество осадков, приносимых притоками, и распределение их в озерном ложе.

7) Возраст озера.

8) Находится ли озеро в состоянии равновесия или же усыхает, или переполняется; признаки того или другого.

9) Пресное озеро или соленое. В последнем случае, каковы состав и плотность воды. Если озеро самосадочное, то каковы характер и толщина самосадки, ее строение и состав, цвет и состав рапы, периоды садки; количество и качество добываемых солей.

Специальные геологические исследования. Совокупность ответов на приведенные вопросы дает обычную характеристику озера; для изучения же вопросов, которые возникают в связи с тем или иным проектом использования озера, как пути сообщения или источника гидравлической энергии, необходимо произвести специальные исследования; имея в виду, что методы производства геологических исследований, как общих так и глубинных, описаны нами в следующем Выпуске, мы и не останавливаемся на них.

10. Исследования притоков. То, что было сказано выше, в главе XI, по вопросу исследования притоков рек, полностью относится и к исследованиям рек, впадающих в озера и вытекающих из озер.

11. Исследования зимнего режима озер. В основу зимних исследований озер следует положить те программы, которые описаны в следующем Выпуске и которые относятся к исследованиям зимнего режима рек. В эти программы следует внести изменения, соответствующие особенностям озерного режима; одним из наиболее существенных изменений является изучение условий замерзания и вскрытия озер. Изучение изменений температуры воды в озере на поверхности и по вертикали перед замерзанием и во время замерзания представляет особый интерес. Более подробные данные о ходе этих явлений можно почерпнуть из курса гидрологии; что касается оборудования для зимних наблюдений, для измерений толщины льда, температуры воды и воздуха и пр., то соответствующие сведения помещены в следующем Выпуске.

12. Фотографические работы. 13. Собирание сведений. 14. Экономические исследования.

Фотографические работы, собирание дополнительных сведений топографических, гидрологических, метеорологических, технических и судоходных, экономические и статистические исследования производятся примерно по той же схеме, что и при исследованиях рек.

Обработка материалов.

Обработка материалов исследований озер производится примерно в том же порядке, что и обработка материалов исследований рек, с тою лишь разницей, что, как указано выше, в этом случае предварительно должна быть произведена увязка с'емки и нивелировки по всему контуру исследуемого озера.

Состав и характер отчетных документов в общем соответствует таковым при исследованиях рек. Что касается продольного профиля, то он составляется лишь в тех случаях, если озеро входит в состав проектируемого водного пути; вообще же таковые профили не составляются. Взамен этого составляются характерные продольные и поперечные профили озера.

Наиболее характерные особенности имеют планы озера. Прежде всего, следует заметить, что рельеф дна озера изображается или изобатами или горизонталями; по Инструкции б. Управления Внутрен. Водных Путей, требуется проведение горизонталей, что удобнее для проектировки, и для судоходства применение горизонталей не представляет неудобств, так как приводка к условному уровню производится просто.

Ниже приводится перечень и описание требуемых изображений и надписей на планшетах исследуемого озера.

Мензульные планшеты.

Мензульные планшеты, если они являются окончательными, должны иметь размеры по рамкам от 0,45 м × 0,45 м до 0,50 × 0,50 м. На каждом планшете должны быть помещены следующие сведения:

1. Сверху рамки в левом верхнем углу: название озера; километры с обозначением откуда ведется их счет *); в правом углу обозначается номер планшета. Внизу под рамкой помещается указание, что планшет составлен по с'емкам такой-то партии, в течение таких-то лет, и подпись начальника партии.

2. На каждом планшете должны быть обозначены: синим цветом отметки условной поверхности воды в тех точках, где они получены на основании инструментальных определений; месяц и число, к которому относится эта условная поверхность, а также соответствующая высота воды на ниже и выше лежащих постоянных водомерных постах над их нулями, и, по возможности, все отметки высотных точек, а также наиболее характерные глубины озера по поперечным профилям или галсам.

Отметки высотных точек выписываются черным цветом в сотых долях метра.

3. Вершины углов обозначаются в виде кружков, центрами которых должны быть нанесенные по координатам точки вершин углов; номера углов надписываются согласно общей номерации.

4. Магистральная линия и стороны треугольников при триангуляции изображаются красными линиями, которые доводятся лишь до окружности кружков, обозначающих углы.

5. Направление поперечных профилей берегов и разлива обозначается на планшетах красной сплошной чертой.

При каждом профиле на планшете надписывается красным цветом его номер.

6. Горизонтали вычерчиваются сиенной.

7. Направление промерных профилей и галсов обозначается на планшетах синими тонкими сплошными чертами.

Урез воды при рабочем горизонте (мензульной с'емки) обозначается синим пунктиром. Урез воды, приведенный к условному горизонту воды, обозначается сплошной синей чертой, и до этой черты делается раскраска озера. Отметки уровня воды надписываются синим цветом, земли—черным, горизонталей береговых—сиенной, а озерных и речных—черным; отметки реперов—красным цветом.

---

*) Это не обязательно.

8. Горизонтали озер назначаются в соответствии с указаниями, помещенными на странице 195.

9. Урез высоких вод наносится лишь в тех точках, где он определен инструментально, с надписью соответствующей отметки синим цветом.

10. На планшете по озеру обозначается по плавной линии черным пунктиром направление судового хода*).

11. По линии судового хода выписываются отметки глубин в точках пересечения этой линии с поперечными профилями или галсами *).

12. Русла рек, прилегающих к исследуемым озерам, изображаются в горизонталях через 1,00 м.

По отношению к рекам показываются соответственно те же данные, что и для озер.

13. На каждом планшете должны быть указаны отметка и название исходной нивелировочной точки.

14. В точках определения истинного меридиана, последний проводится красной чертой через весь планшет. Равным образом, на каждом планшете должен быть указан черной линией магнитный меридиан.

Примечание. В местах, где наблюдались магнитные аномалии, это обстоятельство должно отмечаться графически на планшетах.

15. Места буровых скважин показываются условными знаками с указанием отметок их устьев.

16. На каждом планшете надписывается время производства с'емки.

17. Если на планшете партии делаются дополнения на основании планшетов Главного Штаба, межевых и других планов и карт, то эти дополнения должны быть особо оговорены на самом планшете.

18. На планшете должны быть помещены таблицы: а) отметок высотных реперов и б) координат плановых реперов.

19. Все остальные обозначения делаются согласно условных знаков.

20. Невязки между определениями астрономических и тригонометрических пунктов, сделанными какими-либо ранее бывшими исследованиями, и определениями, произведенными партией, указываются в отчетных документах не менее, как для двух точек, по возможности ближайших к концевым участкам годового района с'емки партии.

Прочие документы. Остальные отчетные документы составляются применительно к документам, получаемым при исследованиях рек.

Измерение площади озера. Измерение площади озера на определенной горизонтали (изобате) обычно производится по планам одним из нижеследующих способов, описанных Е. С. Марковым в его труде: „О методах исследования озер".

1. Разбивают площадь озера прямыми линиями на ряд треугольников, определяют площадь каждого из них; при этом длины линий могут быть точно измерены швейцарской линейкой.

2. Пересекая озеро прямой линией в продольном направлении и восстанавливая на ней перпендикуляры до пересечения с береговой линией (или горизонталью), определяют площадь полученных таким образом трапеций.

3. Измеряют площадь посредством палетки.

4. Вырезают из тонкого картона по контуру озера фигуру и взвешивают ее на точных весах; определяя вес квадратной единицы картона, нетрудно найти величину площади полученной фигуры.

5. Измеряют площадь посредством планиметра.

Определение об'ема воды в озере. Определение об'ема воды в озере можно произвести, пользуясь следующим так называемым „методом призмы". Так как изобатные поверхности делят озеро на ряд слоев, которые приближенно могут быть рассмотрены, как призмы с основаниями, площадь каждого из которых равна арифметической средней

*) Это не обязательно.

площадей двух смежных изобат, то, принимая площадь нижней поверхности последней изобаты равной 0, будем иметь:

$$V = h_1 \frac{g_1 + g_2}{2} + h_2 \frac{g_2 + g_3}{2} + \ldots\ldots + h_{n-2} \frac{g_{n-2} + g_{n-1}}{2} + h_{n-1} \frac{g_{n-1}}{2},$$

где V — об'ем озера, $h_1, h_2, \ldots\ldots h_{n-1}$ — расстояния между изобатами, $g_1, g_2 \ldots g_{n-1}$ — площади изобатных поверхностей, $g_n = 0$.

Определение средней глубины.

Величина средней глубины озера $h_{ср}$ находится из разделения об'ема озера V на площадь, занимаемую озером F:

$$h_{ср} = \frac{V}{F}.$$

Литература к главе XVII.

1. Инструкция для исследования озер Русского Географического общества. 1908.
2. Е. С. Марков. О методах исследования озер. Ч. I 1902.
3. Ф. А. Форель. Руководство по озероведению. 1912 г.
4. Н. М. Никифоров. Отчет об исследовании озера Ильмень партией Отдела изысканий Волховского строительства в 1922—1923 г. (Рукопись).
5. Шульгин. Записки по морской с'емке. (Литограф).
6. Записки по гидрографии за 1925 г.
7. Léon W. Collet. Les lacs. 1925.
8. Е. В. Близняк. Применение вертушки В. Экмана для определения скорости и направления течения на речных гидрометрических станциях. 1912.
9. Исследования реки Невы и ее бассейна Вып. I. Общие вопросы и инструкции Издание Российского Гидрологического Института. 1922 г.

ГЛАВА XVIII.

Исследования водоразделов.

Цель исследований. Исследования водоразделов имеют целью получение данных как для выяснения с той или иной степенью подробности вопросов соединения сплошным водным путем соседних речных систем, так и для получения материалов для составления проектных соображений и проектов названных соединений; кроме того, исследования водоразделов нередко производятся в связи с проектами использования водных сил.

Разделение исследований водоразделов. Общие данные. В зависимости от степени подробности, об'ема работ и задач исследований, последние могут быть разделены на 1) рекогносцировочные, 2) облегченные или предварительные, 3) подробные и 4) окончательные.

Из указанных четырех родов исследований водоразделов наиболее типичными являются рекогносцировочные и подробные. Что касается облегченных исследований, то они отличаются от подробных лишь об'емом работ; окончательные же исследования ведутся в тех случаях, когда требуется наметить окончательную трассу пути, с отмежеванием отчуждаемых земель, с разбивкой мест для сооружений и пр.; названные исследования завершают работы ранее выполненных исследований, в каждом частном случае они имеют свой специальный характер. В виду изложенного, мы и примем в основу нашего изложения — исследования водоразделов рекогносцировочные и подробные, с попутным приведением данных, относящихся к исследованиям облегченным; об окончательных же исследованиях мы не будем говорить, считая, согласно вышеизложенного, эти работы специальными.

I. Рекогносцировочные исследования водоразделов.

Общие данные. Варианты. Рекогносцировочные исследования водоразделов имеют целью выяснить в общих чертах характер и свойства водоразделов для предварительного решения вопроса о возможности соединения сплошным водным путем соседних речных систем и собрать данные, относящиеся к вопросам использования водных сил.

В соответствии с этим, в состав предварительных кабинетных работ входит не только ознакомление с материалами, относящимися к исследуемому водоразделу, но и выяснение тех направлений, по которым возможно осуществить водное соединение. Само собою разумеется, при этом намечаются лишь главнейшие направления без подробностей

с тем, чтобы детали могли быть выяснены на месте; иногда намечаются лишь районы, которые могли бы представить интерес для проектирования водного соединения.

Так как конечной целью исследований в этом случае является отыскание наивыгоднейшего направления, то прежде всего необходимо установить те главнейшие элементы, которые имеют существенное значение для характеристики и сравнения вариантов водных соединений, с тем, чтобы при исследованиях водоразделов обратить соответствующее внимание на изучение именно этих элементов.

Основные элементы вариантов. Такими элементами являются: 1) расположение соединительного водного пути по отношению к соответствующим экономическим центрам, 2) характер рек, входящих в водные соединения, 3) длина водного пути (канала), соединяющего соседние водные системы, 4) продольный профиль, в особенности отметки водораздельного бьефа, 5) условия питания водораздельного бьефа, 6) геологические условия, 7) продолжительность навигации, 8) стоимость сооружения водного соединения и его эксплоатации.

Расположение водного пути. При выяснении первого вопроса о расположении соединительного водного пути по отношению к соответствующим экономическим центрам, приходится произвести анализ экономических преимуществ и недостатков того или иного направления, принимая во внимание, что экономические факторы в большинстве случаев могут иметь решающее значение, несмотря на технические достоинства данного направления. Так, например, сравнивая возможность водного соединения рек Оби и Енисея, можно оставить без детального изучения варианты, расположенные далеко на севере, например, по рекам Елогую и Ваху, ибо это направление по экономическим соображениям в настоящее время нецелесообразно. Означенные работы, состоящие в общем изучении вариантов, являются работами кабинетными предварительными.

Характер рек, входящих в состав водного пути. Вопрос о характере входящих в состав водного пути рек имеет также немаловажное значение, так как этим в значительной степени определяется стоимость сооружения водного пути. Поэтому, при выборе вариантов, необходимо собрать возможно более подробные данные о реках, протекающих в районе, служащем предметом исследований; во многих случаях указанное предварительное изучение материалов может уменьшить и упростить об'ем исследований: например, если при прочих равных условиях намечаются два варианта, в состав первого из которых входят незначительные реки, а в состав второго более мощные, то обычно первый вариант можно и не включать в состав исследований.

Об'езды и обходы. Само собою разумеется, что указанное изучение материалов может дать лишь предварительные данные о возможных направлениях водных соединений. Основная же работа должна быть выполнена в поле, для чего в первую очередь организуются об'езды и обходы исследуемого района, которые во многих случаях могут дать новые варианты, новые схемы, в особенности если водное соединение проектируется в мало изученной местности.

Большую помощь в этих случаях может дать аэрос'емка (см. следующий Выпуск).

Длина водного соединения. Следующий вопрос, который подлежит изучению, — выяснение длины водного соединения; таковое производится либо по имеющимся картам, либо посредством маршрутной с'емки, с измерением углов буссолью, а длины линий шагами,

по времени хода лошади, глазомерно и пр. приемами; входящие в состав водного соединения реки исследуются описанными выше рекогносцировочными приемами глава XVI).

Рельеф. Для выяснения рельефа местности, производится барометрическая нивелировка (см. следующий Выпуск), а в наиболее важных местах — инструментальная; цель нивелировки — определить наивысшую точку водораздела для каждого из вариантов и отметки других наиболее характерных точек, которыми обычно является конечные пункты соединительного водного пути; наличие указанных отметок дает возможность построить схематический продольный профиль и приблизительно определить число сооружений, необходимых для преодоления напора.

Реперы. Характерные точки на исследуемом направлении закрепляются реперами, минимум — тремя: в начале, средине и конце работ. Типы реперов выбираются в зависимости от местных условий. Кроме того, наиболее характерные точки отмечаются на местности тем или иным способом и подробно описываются в полевых книжках.

Питание водораздельного бьефа. Следующим весьма существенным вопросом является изучение вопроса питания водораздельного бьефа; поэтому на собирание данных о водоносности исследуемого водораздела необходимо обратить особое внимание. При этом всегда следует наметить примерные возможные схемы питания и, в соответствии с этими схемами, вести исследования. Во всяком случае, необходимо собрать хотя бы схематические данные о площади бассейна, о количестве осадков, о примерных расходах воды в реках; следует также обследовать имеющиеся на водоразделе озера и болота, которые могли бы быть использованы для указанной цели; если питание водораздельного бьефа намечается осуществить посредством постройки водохранилищ, то необходимо осветить и этот вопрос. Так как особо важное значение имеет вопрос о минимальных расходах воды, могущих быть употребленными на питание водораздельного бьефа, то этот вопрос требует более подробного выяснения.

Геологические обследования и собирание сведений. Во время об'ездов и нивелировки необходимо вести изучение геологического состава водораздела приемами, описанными в следующем Выпуске. Во время об'ездов производится также собирание разного рода сведений, необходимых для освещения исследуемого района в отношениях топографическом, гидрологическом, судоходном, техническом. В частности, следует обратить внимание на собирание данных, могущих охарактеризовать продолжительность навигации.

Так как в большинстве случаев рекогносцировочные исследования водоразделов предшествуют более детальным исследованиям (облегченным, подробным), то необходимо собрать также все данные, относящиеся к постановке будущих исследований (рабочие руки, способы и средства передвижения, снабжение с'естными припасами и т. д.).

Отчетные документы. На основании собранных, согласно вышеизложенного, данных, составляется отчет о произведенных исследованиях, в который входят:

а) общая карта водораздела, с показанием на ней возможных вариантов соединения водных систем, маршрутов, районов с'емки, направления ходов нивелировки, наиболее характерных высотных пунктов, а также точек, для которых определены абсолютные отметки;

б) составленные на основании произведенных нивелировок профили;
в) ведомость реперов с подробным их описанием;
г) фотографические снимки с кратким их об'яснением;
д) собранные данные о водоносности исследуемого района в связи с соображениями о питании раздельного бьефа;
е) краткие сведения о геологическом строении исследуемого района.

Проектные соображения. Кроме перечисленных выше документов, которые являются результатом работ по исследованиям, обычно составляются краткие проектные соображения о достоинствах и недостатках того или иного варианта, с выяснением хотя бы приблизительной стоимости работ.

Выбор варианта. На основании совокупности всех собранных материалов, устанавливается, какие из вариантов могут быть откинуты, какие требуют более детального изучения. Очень удобно изображать основные данные по сравнению разных вариантов графически, в виде таблицы; ниже приводится пример такой таблицы, заимствованной из наших проектных предположений по Обь-Енисейскому водному пути (фиг. 155) *).

2. Подробные исследования водоразделов.

Общие данные. Подробные исследования водоразделов, как указано выше, производятся по тем направлениям, которые выяснены на основании предварительных рекогносцировочных исследований. После кабинетных предварительных работ, задачи которых не требуют особых пояснений, выполняются полевые работы, в состав которых входят:

Состав полевых работ. 1) предварительный об'езд водораздела, 2) установка реперов, 3) проведение магистральной линии или триангуляция, 4) нивелировка, 5) с'емка местности, 6) промеры глубин, 7) гидрометрические работы (определение водоносности водораздела): а) установка водомерных постов, б) организация гидрометрических станций и в) производство отдельных определений расходов и скоростей течения; 8) метеорологические наблюдения, 9) геологические исследования, 10) фотографические работы, 11) собирание дополнительных сведений: топографических, геологических, гидрологических, метеорологических, технических, и судоходных; 12) экономические и статистические исследования.

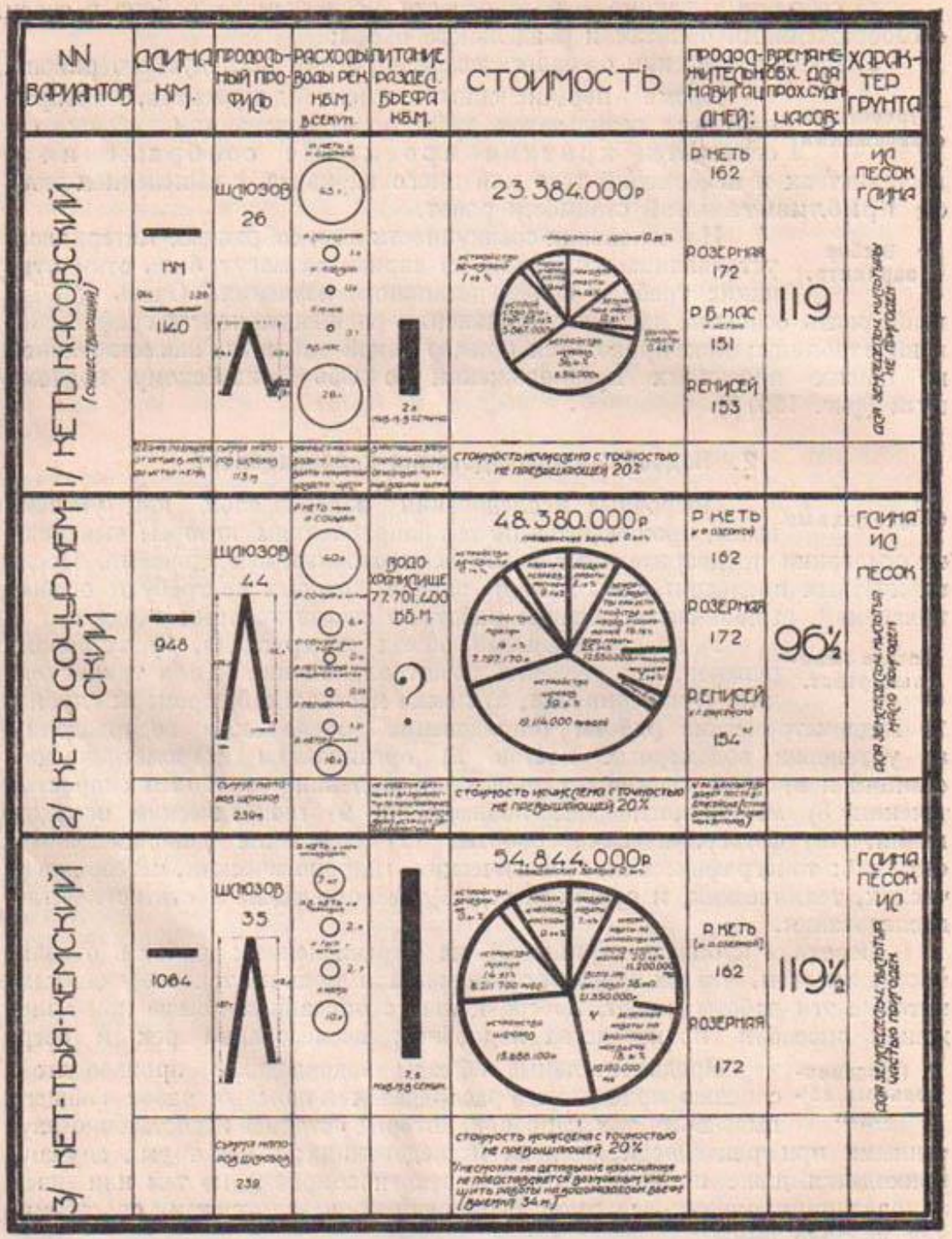
Переходя к описанию каждой из перечисленных работ в отдельности, заметим, что мы будем останавливаться лишь на тех особенностях, которые эти работы имеют, по сравнению с описанными выше при изложении способов производства подробных исследований рек и озер.

1. Предварительные об'езды. Предварительные об'езды водоразделов производятся, с целью правильного распределения полевых работ и общего выяснения тех вопросов, которые остались недостаточно изученными при рекогносцировочных исследованиях; в некоторых случаях приходится даже производить новые рекогносцировки по тем или иным направлениям; означенные рекогносцировки производятся теми способами, как указано выше.

2. Установка реперов. Установка реперов не имеет никаких существенных особенностей по сравнению с тем, как эта работа выполняется при исследованиях рек. Следует лишь отметить необходимость, при выборе типа реперов, учитывать условия передвижения на водоразделе.

*) Фиг. 155 представляет фотографическую копию таблицы, составленной нами в 1911 г.

В некоторых случаях бывает целесообразно подвезти реперы заблаговременно (весной на пароходе или зимой по санному пути).



Фиг. 155.

3. Магистраль и триангуляция. Если исследования водораздела производятся с целью составления проекта канала, соединяющего соседние водные системы, желательно вести магистраль таким образом, чтобы она в то же время являлась и осью канала. Если местность открытая, если рельеф ее несложный и если предварительными реког-

носцировками и об'ездами установлено более или менее точно общее направление канала, то это не представляет особых трудностей; равным образом, трассирование канала возможно и в тех случаях, если имеются карты и планы, снятые в горизонталях в соответствующих масштабах; в последнем случае, ось канала наносится на планах, и применительно к ней разбивается на месте линия.

В большинстве же случаев, приходится сначала произвести с'емку в горизонталях, а затем уже трассировать канал.

Ведение магистрали мало отличается от ведения магистрали при исследованиях рек, если магистраль ведется, лишь как опорная линия для с'емки.

Если же магистраль является осью канала, то в этом случае разница заключается, прежде всего, в изменении самого принципа назначения магистрали, как оси будущего сооружения, ибо приходится трассировать ось канала, учитывая требования проекта: минимум работ надлежащие условия грунта, удобство расположения сооружений и проч.

В этом случае по оси магистрали, в дополнение к пикетам, разбиваемым через 100 м, отмечаются колышками характерные точки переломов рельефа местности („плюсы"), которые затем нивелируются (см. ниже, стр. 214).

Разбивка закруглений. Разбивка закруглений ведется по дугам круга; при разбивке пользуются таблицами, где для разных радиусов дуги круга даются соответствующие величины. Существует несколько способов разбивки кривых: 1) по ординатам, 2) многоугольниками, 3) по хордам, и 4) по секущим. Наиболее употребительным является способ разбивки по ординатам, который мы и опишем (фиг. 156).

Пусть R — радиус дуги, α — угол при центре этой дуги, s — длина дуги. Тогда

$$\alpha = s \frac{360}{2\pi R}.$$

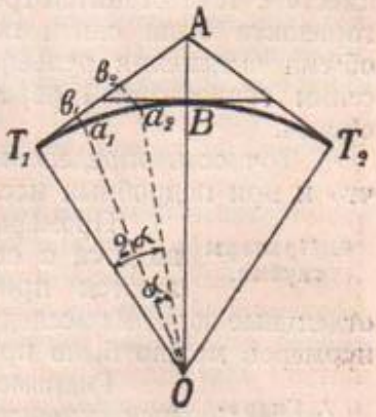
Принимая точку касания дуги T_1 — к прямой за начало координат, а направление оси X-ов — по касательной, а Y-ов — по радиусу, будем иметь для 1-й, 2-й . . n-ой точек:

$$x_1 = R\sin\alpha,\ y_1 = R(1-\cos\alpha) = 2R\sin^2\frac{\alpha}{2}$$

$$x_2 = R\sin 2\alpha,\ y_2 = R(1-\cos 2\alpha) = 2R\sin^2\frac{2\alpha}{2}$$

. . . . . .

$$x_n = R\sin n\alpha,\ y_n = 2R\sin^2\frac{n\alpha}{2}$$



Фиг. 156.

Величины x и y берутся из таблиц непосредственно или вычисляются по интерполяции; затем кривая разбивается от точек касания до середины кривой. Величина биссектриссы AB, также получаемая из таблиц, служит для контроля точности разбивки.

Триангуляция. Если приходится вести с'емку местности на большой площади, то в этом случае является целесообразным положение триангуляции по методам, описанным выше (глава VI), с теми изменениями, которые будут необходимы по местным условиям, однако, без понижения точности работ.

4. Нивелировка. Нивелировка ведется по магистрали, с соблюдением требований, изложенных в главе VII. Особенность нивелировки заключается в том, что число нивелируемых точек по магистрали при исследованиях водоразделов больше, так как имеется в виду вычисление количества земляных работ. Обычно 1-й нивелир берет отметки лишь связующих точек, 2-й же нивелир определяет отметки также и промежуточных точек. Требования, пред'являемые к инструментам и методам производства нивелировки, те же, что и при исследованиях рек (глава VII).

5. С'емка. Методы с'емки контуров и рельефа местности ничем существенно не отличаются от таковых при исследованиях рек (глава VIII); точность с'емки та же. Что касается ширины той полосы, на которой ведется с'емка, то она зависит от требований проекта и местных условий; если приходится выполнять с'емку для предварительного трассирования канала, то протяжение обследуемого района в длину и ширину определяется теми условиями, чтобы надлежаще осветить рельеф данного района; обычно, таким районом являются участки водораздела, с более пониженными отметками, а также те места, которые более благоприятны, с точки зрения условий питания.

В тех же случаях, когда трассируется ось канала, ширина полосы с'емки определяется в зависимости от типа нормального сечения канала и глубины канала; при этом надлежит учитывать и ширину, потребную для будущего уширения канала, а также для расположения тех или иных сооружений или устройств; минимальная ширина полосы принимается равной 100 м.

В некоторых случаях ширина полосы с'емки определяется в зависимости от высоты проектного подпора с тем, чтобы все земли, могущие подвергнуться затоплению или заболачиванию, были нанесены на план; при этом с'емка доводится до отметки, равной отметке подпорного горизонта плюс 0,50 м — 1,00 м; величина запаса зависит от характера грунта; вместе с тем, ставится требование, чтобы от уреза ожидаемого подпорного горизонта была снята полоса на ширину не менее 50 м. Что касается об'ема выяснения рельефа, то таковой определяется требованием нанесения горизонталей через 1,0 м по высоте на всей полосе плановой с'емки.

Точность определения и нанесения точек в плане и по высоте та же, что и при подробных исследованиях рек (глава VIII).

6. Промеры глубин. Промеры глубин в озерах, реках, прудах и проч. производятся с соблюдением тех же требований, которые пред'являются при подробных исследованиях рек (глава IX); отдельные водоемы исследуются с такой подробностью, чтобы на основании промеров можно было провести горизонтали через 1,0 м.

7. Гидрометрические работы. Гидрометрические работы имеют целью получение данных, характеризующих процесс стока в районе исследуемого водораздела. В основу программы названных работ должны быть поставлены требования проекта и, в соответствии с этими требованиями, необходимо организовать наблюдения. В общем случае гидрометрические работы должны выяснить: 1) количество стекающей воды; 2) количество получаемой воды; 3) коэффициент (модуль) стока; 4) количество воды, которое может быть собрано в водохранилище.

Не касаясь теоретических основ вопроса о стоке, подробно рассматриваемых в гидрологии, не останавливаясь также и на подробностях определения расходов воды, мы опишем лишь общую схему производства гидрометрических, вернее, гидрологических наблюдений.

Первой работой, с которой начинаются гидрологические исследования, является устройство водомерных постов — основных и вспомогательных. Посты устраиваются: 1) на озерах, которые предполагается обратить в водохранилища; 2) у гидрометрических станций 3) на всех водных потоках, которые участвуют в процессе стока в исследуемом районе.

Устройство водомерных постов и порядок наблюдений полностью соответствуют таковым, при исследованиях рек (глава IV).

Вслед за устройством водомерных постов, организуются гидрометрические наблюдения, которые ведутся на основных станциях, временных станциях и на отдельных створах. Места расположения гидрометрических станций и число их определяются в зависимости от местных условий; во всяком случае, число постоянных станций должно быть не менее двух: по одной на каждом склоне водораздела.

При организации гидрологических наблюдений, необходимо всегда иметь в виду основную цель — определение количества воды на водоразделе как для годов многоводных, так и для маловодных, а равно и для средних, и в соответствии с этой основной задачей вести работы.

Так как в большинстве случаев встречающиеся на водоразделе речки, ручьи имеют малые расходы, то очень часто не удается получить зависимости, в виде кривой, между величиной расхода и высотой стояния уровня воды; поэтому в таких случаях необходимо увеличивать число непосредственных измерений расходов воды. В некоторых случаях с успехом могут быть применены способы измерения расходов воды помощью водосливов.

8. Метеорологические наблюдения. При исследованиях водоразделов, измерение количества выпадающих осадков и величины испарения имеет весьма существенное значение; в соответствии с этим, организуются метеорологические наблюдения, для чего устраиваются метеорологические станции, в состав работ которых входят следующие наблюдения: а) давления воздуха, б) температуры и влажности воздуха, в) количества осадков, г) направления и скорости ветра, д) испарения, е) облачности, ж) температуры почвы на разных глубинах, з) наблюдения над колебаниями горизонтов вечной мерзлоты, и и) наблюдения над колебаниями уровня грунтовых вод (наблюдения грунтовых вод нередко производятся и на гидрометрических станциях).

Число метеорологических станций зависит от площади исследуемого водораздела и характера его рельефа, растительности, расположения водоемов и т. п.; типичным случаем является устройство 4-х метеорологических станций: по две на каждом склоне исследуемого водораздела.

Кроме метеорологических станций, являющихся основными базами наблюдений, организуется сеть дождемерных и испарительных постов; установку этих постов следует, по возможности, приурочивать к местам расположения водомерных постов. Методы метеорологических наблюдений описаны в следующем Выпуске.

9. Геологические исследования. Геологические исследования производятся, как указано в следующем Выпуске.

10. Фотографические работы. 11. Собирание сведений. 12. Экономические исследования. Фотографические работы, собирание дополнительных сведений: топографических, геологических, метеорологических, технических и судоходных, экономические и статистические исследования отличаются от описанных выше лишь в отношении об'екта исследований; методы же работ остаются те же.

Отчетные документы по исследованиям водоразделов.

Отчетными документами являются следующие.

1. Общая карта водораздела.
2. Общая пояснительная записка, со сведениями о строительных материалах, рабочих руках и описанием способа производства работ по исследованиям, с указанием их стоимости.
3. Продольные профили исследованных вариантов.
4. Планы местности.
5. Сборная карта к планам местности.
6. Ведомости реперов.
7. Данные по гидрометрическим и метеорологическим наблюдениям.
8. Геологические разрезы: подробные и схематические.
9. Прочие документы, а также полевые журналы и книжки, и журналы, применявшиеся для вычислений.

Продольный профиль.

Из перечисленных документов, заслуживает более подробного описания продольный профиль; прочие же документы, по методам выполнения, сравнительно мало отличаются от документов, представляемых при исследованиях рек и озер.

Подробные продольные профили составляются для основных вариантов и относящихся к ним питательных каналов.

Масштаб для продольных подробных профилей принимается следующий: горизонтальный — 100 или 250 метров в 0,01 м, вертикальный — один метр в 5 мм или 1 сантиметре.

На подробном профиле выписываются в отдельных горизонтальных графах, расположенных под профилем, следующие данные:

а) Сокращенное обозначение ситуации местности по профилю. б) Отметки земли. в) Отметки дна канала. г) Расстояния между точками перелома профиля земли. д) Нумерация километров по профилю от начального его пункта. е) Схематический план расположения канала.

В случаях, когда ось канала располагается в реке, вдоль по ее течению, на продольном профиле должны быть указаны:

а) частные (на километр) падения реки, отнесенные к протяжениям ее, на которых существуют однообразные, примерно, падения; б) отметки рабочего горизонта, приведенного к определенному часу дневных наблюдений; и в) отметки низких и высоких вод.

На подробном продольном профиле показываются.

1. Реперы, изображаемые соответствующими знаками; названия реперов и отметки их.
2. Профиль земли по оси канала — черным цветом.
3. Профиль дна канала по оси его — красным цветом.
4. Высокий и низкий горизонты обозначаются короткой синей чертой в том месте, где они определялись инструментально, с соответствующими надписями и указанием года и месяца, к которому они относятся.
5. В местах пересечения каналом озер, рек или речек — высокий и низкий горизонт последних — синей чертой, с соответствующими надписями.

Сверху графического изображения продольного профиля обозначаются надписями черным цветом: места городов, сел, деревень и т. п.

В тех местах, где определялся расход воды, выписываются: наибольшая скорость на поверхности, средняя скорость в секунду, площадь живого сечения в квадратных метрах, расход воды в кубических метрах в сек. и высота воды, при которой определен расход, над приведенным рабочим горизонтом.

Если определялась только скорость течения, то выписывается величина наибольшей поверхностной скорости, с указанием высоты воды, при которой сделано определение.

На подробном продольном профиле должно быть отмечено наименование водораздела, а также названия входящих в состав профиля рек, речек и озер; время, к которому относится условная поверхность последних, и та отметка, от которой исчислены все отметки профиля.

Кроме подробного профиля, составляется также и сокращенный в меньшем масштабе, избираемом каждый раз особо, в зависимости от местных условий.

Облегченные исследования водоразделов.

Чтобы закончить главу об исследованиях водоразделов, следует еще сказать несколько слов об облегченных исследованиях водоразделов.

Они отличаются от описанных выше подробных исследований водоразделов, примерно, так же, как облегченные исследования рек отличаются от подробных исследований рек. Так, реперы устанавливаются реже, магистраль может проводиться и посредством мензулы с кипрегелем, промеры, как правило, производятся без засечек, с'емка рельефа производится с таким расчетом, чтобы получить горизонтали через 2 м по высоте, об'ем гидрометрических работ значительно сокращен; равным образом, и прочие работы ведутся по более краткой программе. Исключение составляет нивелировка реперов, которая производится с той же точностью, как и при подробных исследованиях водоразделов.

Литература к главе XVIII.

1. Е. В. Близняк. Р. Сочур и Сочур-Кемская ветвь Обь-Енисейского водного пути.

2. Его же. Варианты Обь-Енисейского водного пути.

3. Его же. Кеть-Тыя-Кемская ветвь Обь-Енисейского водного пути.

4. Л. Штукенберг. Производство железнодорожных изысканий. 1904.

ГЛАВА XIX.

Исследования рек и озер, как источников гидравлической энергии.

Основные данные, характеризующие гидросиловые установки.

Как известно, мощность гидравлической установки выражается следующей приблизительной формулой:

$$W = 10\ Q\,H,$$

где W мощность установки в лошадиных силах, Q расход воды, выраженный в кб. м в секунду, H напор в *метрах*.

Из приведенной формулы видно, что основными элементами, характеризующими гидроустановку, являются Q — расход воды и H напор. Таким образом, особенно важно детальное изучение названных элементов. Существенное значение имеет установление степени постоянства Q и H и крайние их пределы: максимум Q, минимум Q, максимум H и минимум H; равным образом, возможные колебания W также должны быть изучены.

Так как для получения возможно большей мощности гидроустановки и для удешевления энергии является выгодным повышение H, то нередко гидроэлектрические установки проектируются и осуществляются с весьма большим напором (максимальный напор гидроэлектрической установки — в Фюлли, в Швейцарии, 1650 м), почему вопрос обеспечения сооружению надлежащей прочности и устойчивости приобретает особое значение; а так как одним из существеннейших элементов прочности и устойчивости сооружения является его основание, то геологические исследования в таких случаях должны быть поставлены с должной подробностью.

Что касается источников получения Q и способов создания H, то, не останавливаясь на деталях, можно сказать, что источником гидравлической энергии служат и реки, и озера, и искусственные водохранилища; напор же H создается посредством сооружения плотин, устройства деривационных каналов, подземных штолен (туннелей), проложения напорных трубопроводов; нередко пользуются и смешанными способами.

Общие данные, касающиеся исследований.

В дальнейшем изложении рассмотрим отдельно случаи, использования рек, а затем озер, при чем в обоих случаях будем останавливаться лишь на особенностях методов исследования, без углубления в основы проектирования сооружений и установок; вместе с тем, мы будем сперва касаться исследований подробных, а затем вкратце опишем методы исследований рекогносцировочных.

И в том, и в другом случае состав исследований и основные их части ничем существенно не отличаются от описанных выше работ; имеются лишь некоторые детали, правда, очень существенные, которые необходимо иметь в виду.

Следует еще указать на чрезвычайную важность, при производстве водных исследований, имеющих целью использование водной энергии, учитывать возможные

проектные схемы гидроэлектрических установок, так как это во многих случаях избавит составителя проекта от возможных пропусков и пробелов при исследованиях.

Не менее важно также иметь в виду многосторонность задач водного хозяйства и необходимость, в связи с этим, не ограничивать производящихся исследований узким кругом того или иного задания, т.-е. всегда надо учитывать задачи использования энергии, водного транспорта, мелиорации, а также использования водных недр, и санитарно-технические задачи.

Исследования подробные.

А. Реки.

Состав работ. Работы кабинетные предварительные и работы кабинетные окончательные—вполне соответствуют описанным выше, в предыдущих главах, почему мы на них и не будем останавливаться; равным образом, и в состав полевых работ, как уже было отмечено, входят известные нам отдельные элементы, а именно: 1) Устройство водомерных постов и производство водомерных наблюдений. 2) Установка реперов. 3) Проведение магистрали или триангуляция. 4) Нивелировка реперов и горизонтов воды. 5) С'емка контуров и рельефа. 6) Промеры глубин. 7) Гидрометрические и метеорологические наблюдения. 8) Зимние исследования. 9) Исследования притоков. 10) Геологические исследования. 11) Фотографические работы. 12) Собирание дополнительных данных. 13) Экономические и статистические исследования.

Кроме перечисленных работ, добавляется еще 14) Изучение наносов и другие специальные исследования.

1. Устройство водомерных постов и производство водомерных наблюдений. При выборе мест расположения водомерных постов, кроме обычных требований, пред'являемых к водомерным постам и указанным в главе IV, необходимо иметь в виду соблюдение условия, чтобы высота стояния уровня воды зависела бы исключительно от величины расхода; участок реки в месте установки поста должен находиться вне действия подпора и должен иметь по возможности неизменяемое русло; вместе с тем, желательно по возможности избегать участков рек с широкой поймой, заливаемой весенними водами.

Так как, согласно вышеизложенного, определение наибольших и наименьших расходов (Q) имеет большое значение, то, следовательно, при организации водомерных наблюдений, необходимо принять меры для определения наивысшего и наинизшего уровня воды. Применение автоматических реек для определения наивысшего горизонта в этом случае является обязательным; если наинизший уровень не может быть определен непосредственным измерением, то следует установить специальные рейки.

Прочие наблюдения, производящиеся на водомерных постах, производятся в об'еме, указанном в главе IV.

2. Установка реперов. 3. Проведение магистрали (триангуляции). Установка реперов и проведение магистрали или триангуляции ничем не отличаются от описанных в главах V и VI. Следует лишь иметь в виду необходимость расположения основных реперов вне пределов возможных затоплений, в случае, если в проекте предусмотрены высокие напоры и большие затопления.

4. Нивелировка реперов и горизонтов воды. Нивелировка реперов и горизонтов воды ничем существенным не отличается от описанной в главе VII; но если приходится вести исследования горных рек, в особенности, если они расположены в глубоких ущельях, то для нивелирования уровня воды от точки или репера, отметки которых определены нивелировкой, с успехом можно применять водяной нивелир или нивелир системы Берже, построенный по принципу водяного нивелира, но с заменой в одной из двух сообщающих трубок воды ртутью; в этом приборе резиновый шланг, соединяющий трубки, имеет длину до 150 м, что дает возможность быстрого выполнения нивелировки: по имеющимся данным (Э. Пакоре), за 5 час. работы можно пронивелировать до 500 м разности уровней.

В указанных условиях с успехом могут быть применены для определения отметок и теодолит и тахеометр. Но во всяком случае, основные реперы должны быть пронивелированы с требуемой точностью (Расходимость $h = 0{,}006\sqrt{L} + 0{,}0006\,L$; где h — в метр, L — в километрах).

В случае малой доступности местности и сложности рельефа, с успехом может быть применена фотос'емка (см. следующий Выпуск).

5. С'емка контуров и рельефа. Методы с'емки контуров и рельефа — те же, как описанные в главе IX. Что касается об'ема с'емки, то он главным образом определяется требованиями проекта; особое внимание следует обращать на участки реки, могущие служить местом расположения плотин; об'ем с'емки названных участков должен быть увеличен.

6. Промеры глубин. Если не имеется в виду пользование рекой, как путем сообщения, то промеры глубин производятся с такой подробностью, чтобы русло реки могло быть изображено в горизонталях через 1 м; в этом случае—детальное освещение отдельных препятствий, в виде камней, карчей и проч. — мало существенно; *) если же река может быть использована для судоходства или сплава, то промеры производятся с соблюдением требований, указанных в главе IX.

7. Гидрометрические и метеорологические наблюдения. Гидрометрические и метеорологические наблюдения, как указано выше, имеют особо важное значение. В общем, конечно, те задания и требования, которые описаны в главе XI, должны быть приняты в основу, и, в соответствии с приведенными в названной главе указаниями, должны быть организованы наблюдения на основных и временных гидрометрических станциях, с целью охарактеризовать водную мощность потока. В результате должны быть получены кривые расходов для определенных сечений на характерных участках реки; эти кривые, вместе с графиками водомерных постов, являются основными документами, пользуясь которыми нетрудно построить обычно применяемые при проектировании гидроэлектрических установок: 1) кривую продолжительности расходов, 2) интегральную кривую стока.

Кривая продолжительности расходов и интегральная кривая стока. Первая кривая строится следующим образом (фиг. 157): по оси X-ов откладывают дни, а по оси Y-ов расходы, в процентах от максимального расхода, которые наблюдались в течение определенного числа дней.

Для построения второй кривой (фиг. 158) по оси X-ов откладываются дни или месяцы; по оси Y-ов — об'емы воды в кубических метрах, протекшие через данное сечение, считая от 1 дня (начала координат); т.-е. если, например, общее количество воды, прошедшее

*) Рекомендуется вести промеры по поперечным профилям, имея в виду вычисление кривых подпора.

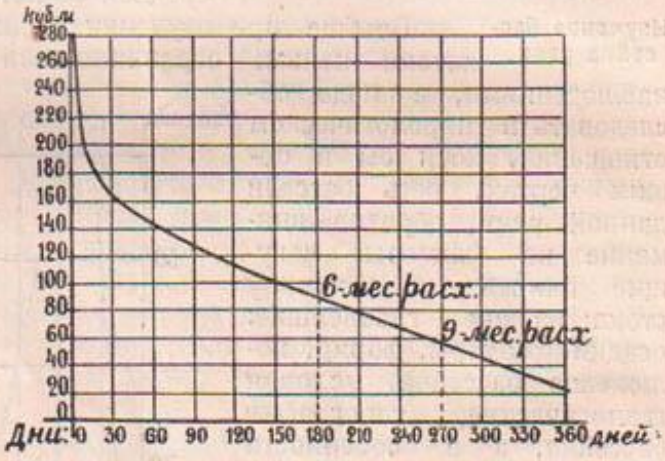
через данное сечение и исчисленное по наблюдениям гидрометрической станции было равно в январе 5 000 000 куб. м, а в феврале было равно 6 500 000 куб. м, то по ординате, соответствующей концу января, откладывают в определенном масштабе 5 000 000 куб. м, а по ординате, соответствующей концу февраля 5 000 000 + 6 500 000 = 11 500 000 куб. м.

Если имеются гидрометрические данные за несколько лет, то кривая строится за полное число лет, при чем для большой компактности эпюры, обычно применяются косоугольные координаты. Свойство указанных графиков и способы ими пользования описаны в специальных курсах.

Значение многолетних наблюдений.

Однако построение указанных кривых для одного какого-либо случайного года является далеко недостаточным и обычно для проектирования необходимо знать, по крайней мере, три кривые, характеризующие: 1) многоводный год, 2) маловодный год и 3) средний гидрологический (фиг. 159).

В русских условиях получение указанных данных, требующих многолетних наблюдений, представляет большие трудности, так как число гидрометрических станций у нас невелико; пользование же кривой расхода, полученной на основании 1—2-летних наблюдений, даже при наличии долголетних водомерных наблюдений, в большинстве случаев бывает затруднительно для определения зимних расходов.



Фиг. 157.

Дело в том, что для зимних расходов обычно строится, как указано выше, в главе IX, особая кривая расходов, при чем расходы относятся к нижней поверхности льда; в некоторых же случаях (при наличии донного льда, жужги и проч.) никакой кривой для зимних расходов не получается; нередки случаи, когда для каждого года имеется своя особая кривая зимних расходов; если русло реки подвержено сильному размыву, то и для летних расходов кривая не может быть построена. Между тем, для гидроэлектрических станций зимние расходы, как минимальные, представляют особый интерес. Следует также иметь в виду, что если русло реки, где расположен водомерный пост, подвержено размыву или намыву, то и долголетние водомерные наблюдения могут оказаться недостаточными для получения данных в расходах воды (см. выше, стр. 121).

Очень важно обратить внимание на изучение коэффициента стока по данным наблюдений в соседних районах.

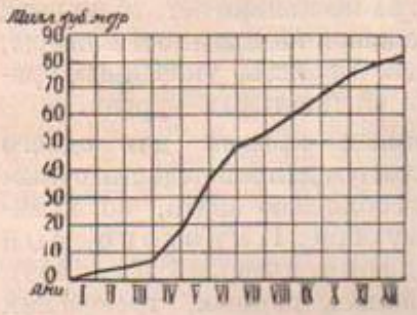
Водный кадастр.

Единственным выходом из указанных затруднений была бы организация систематического и планомерного изучения водных богатств, в целях составления так называемого „водного кадастра“, подобно тому, как это сделано в Западной Европе и Америке. Например, в шведском кадастре даются низкие расходы — исключительные и нормальные, средние расходы и расходы, обеспеченные в течение 6 и 9 месяцев, в средний и маловодный годы, высокие расходы—в нормальный и исключительно маловодный годы.

Для расчета отверстий плотин представляют интерес максимальные расходы.

Метеорологические наблюдения.

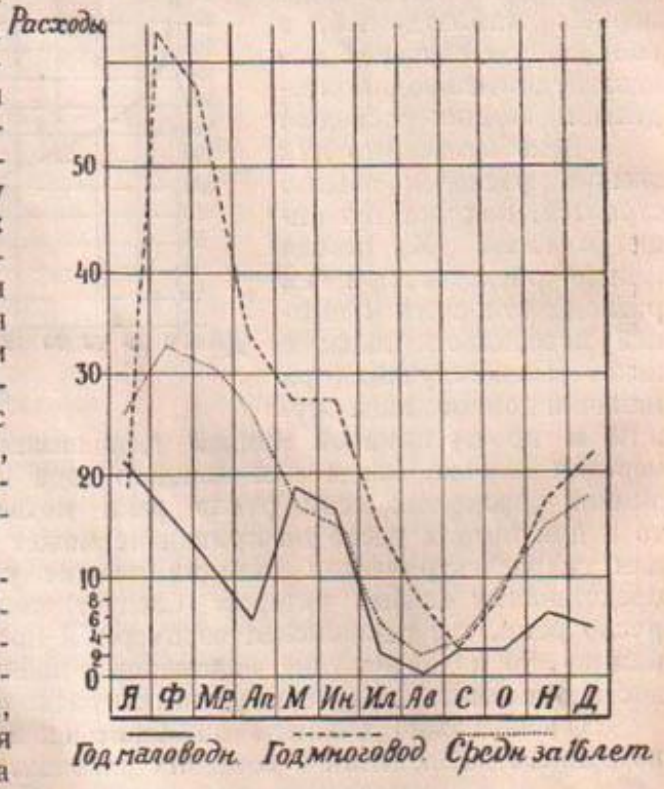
В виду изложенного, кроме непосредственных гидрометрических измерений, нередко является необходимым организация и использование метеорологических наблюдений, для установления величин коэффициента стока и вычисления водных запасов и расходов воды, могущих быть употребленными для работ проектируемой станции. Но и в этом случае ценными являются лишь многолетние метеорологические наблюдения: так, по данным английских исследователей, для наблюдений осадков 35-летний период наблюдений дает точность до 5%; средняя величина за 20-летний период имеет колебания 10% по отношению к 35-летней средней; средняя 10-летняя колеблется в пределах 20%, по отношению к той же средней 35-летней.



Фиг. 158.

Изучение бассейна реки.

Вообще при изучении водной мощности исследуемого потока нельзя ограничиваться лишь гидрометрическими наблюдениями, а надо обследовать в гидрологическом отношении, хотя бы в общих чертах, весь бассейн данной реки, обратив внимание на факторы, могущие влиять на величину стока; из них — главнейшие: осадки, размеры. форма, положение бассейна, условия геологические, топография бассейна, а в особенности уклоны, температурный режим, в особенности процесс замерзания и таяния, ветры, наличие озер и болот, растительность, искусственные мероприятия.



Фиг. 159.

Коэффициент шероховатости русла.

Из специальных наблюдений, необходимых при гидрометрических измерениях, следует отметить наблюдения и вычисления коэффициента шероховатости русла; при этом пользуются формулами Базена или Гангилье-Куттера. Подробности будут описаны в следующем выпуске.

8. Зимние исследования.

Исследования зимнего режима реки имеет существенное значение для правильного проектирования гидроэлектрических установок, и детальному изучению условий ледостава, вскрытия, ледохода необходимо уделить серьезное внимание; особо подробно должны быть изучены вопросы образования донного льда, а равно ледяные зажоры; оба указанных фактора могут оказать вредное влияние

на работу установки. Описание методов производства зимних исследований помещено в следующем Выпуске.

9. Исследования притоков. Притоки должны исследоваться в соответствии с требованиями проекта.

10. Геологические исследования. Общие данные. Хотя геологические исследования описываются в следующем Выпуске, однако, в виду того, что, как указано выше, геологические факторы приобретают исключительно серьезное значение при проектировании и постройке гидроэлектрических установок, особенно, в случае применения высоких напоров, мы считаем необходимым подчеркнуть наиболее существенные геологические элементы. Излагаемые ниже соображения могут быть полезны и в других случаях проектирования гидротехнических сооружений (плотин, шлюзов и др.).

Прежде всего, следует признать необходимым, в случаях возведения ответственных сооружений, значительно расширить район, подлежащий изучению и не ограничиваться лишь местом расположения сооружения. Затем, существенное значение имеет правильный выбор мест для буровых скважин и шурфов. Необходимо также, чтобы в указанных случаях геологические исследования велись под непосредственным руководством специалиста геолога. Из отдельных геологических элементов и фактов, подлежащих обследованию, можно отметить следующие.

Важнейшие геологические элементы. а) Простирание и падение пластов в месте сооружения. В случае крутого падения пластов в сторону одного из берегов речной долины, создаются неблагоприятные условия для основания как в смысле устойчивости, так и в отношении фильтрации. Лучше выбирать места, где падение пластов согласуется с направлением уклона дна речной долины.

Падение слоев вниз по течению, при наличии соответствующих условий для скольжения, также может сделать ненадежным основание.

б) Сбросы, нередко сопровождающиеся трещиноватостью. Такие места мало надежны.

в) Явления выветривания поверхностных слоев. В таких случаях необходимо предвидеть уборку выветрившегося слоя и ни в коем случае не возводить сооружения на столь мало прочном основании.

г) Минералогические свойства пород должны быть каждый раз учитываемы, так как они определяют устойчивость породы; некоторые породы требуют, например, обязательного прикрытия, во избежание выветривания.

д) Явления землетрясений, как влияющие на конструкцию сооружений, подлежат соответствующему изучению.

е) Явления обвалов.

ж) Размыв тех или иных пластов под влиянием действия воды (гипс, ангидрит, каменная соль, чистые известняки).

з) Карстовые образования: воронки, пещеры, провалы и т. п., одной из причин которых является размывающее и растворяющее действие воды, таят в себе большие опасности для возводимых сооружений.

и) Оползни.

к) Подземные воды в районе проектируемого сооружения требуют самого детального изучения, особенно в отношении влияния их на фильтрацию под сооружением; при этом следует учитывать возможность ухода части расхода воды из верхнего бьефа в нижний; для возможности проверки указанного явления, целесообразно устройство гидрометриче.

ских станций выше и ниже проектируемой плотины. Необходимо изучать также и химический состав подземных вод, могущих оказать вредное влияние на каменную и бетонную кладку.

л) Явления, связанные с повышением грунтовых вод, по окончании постройки плотины и образовании проектного подпора, подлежат детальному изучению.

Приведенный перечень фактов, на которые необходимо обратить внимание при исследованиях, является далеко не исчерпывающим, и он требует пополнения и изменения, в зависимости от местных условий.

11. Фотографические работы. Фотографирование ведется в соответствии с указаниями, помещенными в главе XII.

12. Собирание дополнительных данных. Собирание дополнительных данных производится, как указано в главе XIII, но с более детальным освещением вопросов, относящихся к использованию водных сил и вообще к потреблению энергии. В частности существующие гидравлические установки должны быть изучены и описаны более подробно.

13. Экономические и статистические исследования. Общие данные. В вопросе использования водных сил производство экономических исследований является делом сложным, особенно по той причине, что почти никаких материалов в этой области для русских условий не имеется. Методика экономических исследований не установлена не только у нас, но и за границей, где не так давно еще существовало мнение, что неиспользуемая водная энергия является энергией, пропадающей даром и что использование водных сил всегда должно дать доход. Постараемся наметить хотя бы главнейшие вехи, пользуясь главным образом указаниями инженера Мида (Mead).

Основной вопрос, который должен быть разрешен при постройке гидроэлектрической станции, может быть формулирован следующим образом: можно ли энергией, получаемой от данной установки, снабжать рынок в соответствующем количестве и по соответствующей цене, с обеспечением рентабельности всего предприятия.

При этом с особой внимательностью должны быть учтены нижеследующие обстоятельства.

1. Трудность для новой установки занять прочное место на рынке, уже снабжаемом, хотя бы частично, энергией, следствием чего должна явиться низкая продажная цена гидроэлектрической энергии.

2. Непостоянство расхода воды и необходимость его регулирования; в связи с этим — высокая стоимость установки.

3. Трудность финансирования предприятия, при высокой первоначальной его стоимости и при не поддающейся точному учету его доходности.

4. Бездоходность установки в первые годы ее эксплоатации.

5. Необходимость составления точной сметы, с учетом расходов и доходов и с принятием во внимание также могущих иметь место случайностей.

Чтобы легче разрешить главную задачу о целесообразности той или другой установки, необходимо рассмотреть по отдельности главнейшие экономические факторы, от которых зависит успех дела, именно: а) юридическое оформление, б) овладение силовым рынком, в) финансирование, г) развитие и развертывание предприятия.

Следует иметь в виду, что каждый из указанных факторов, взятый в отдельности, может коренным образом повлиять на успех предприятия в целом, если он не будет надлежаще учтен.

Юридическое оформление. В условиях СССР юридические вопросы разрешаются просто, ибо все земли и воды принадлежат государству. Но это не дает никаких оснований строителям пренебрегать необходимостью надлежаще оформить юридические права на водную энергию и на земли, подлежащие занятию сооружениями.

Если сооружения возводятся в гористой, мало населенной местности то вопрос упрощается, но если приходится иметь дело с низменными местами, притом густо населенными, вопрос юридического оформления получает особо важное значение.

Не следует забывать, что, кроме так называемых непосредственных затоплений, всегда могут иметь место так называемые „подтопления", величина которых, особенно при наличии глинистых грунтов, почти не поддается точному подсчету.

При этом надлежит учитывать горизонты, исключительные по своей высоте, ибо иначе в будущем предприятие может понести большие убытки при возбуждении судебных исков пострадавшими. Нельзя не иметь в виду, что уплата за так называемые „косвенные убытки" от затоплений и подтоплений, присужденная кому-либо из истцов, затем может быть распространена по аналогии и на другие подобные иски.

В виду изложенного, на указанные вопросы следует обратить серьезное внимание.

Овладение силовым рынком. Трудность овладения рынком для новой установки об'ясняется прежде всего тем, что в этом случае приходится вступать в конкуренцию с имеющейся на рынке энергией; нередко бывает очень трудно заставить потребителя стать абонентом нового предприятия.

Чтобы не сделать ошибки при проектировании новой установки, необходимо произвести детальные экономические обследования всего района. Число и перечень возможных потребителей энергии обычно выясняется просто; что же касается цены, то здесь вопрос решается гораздо сложнее. Ясными являются два предела: минимальная цена—себестоимости и максимальная—та, которую потребитель может заплатить по условиям своего производства.

Продажная цена должна лежать где-то по середине между этими пределами; во всяком случае, гидроэлектрическая энергия должна быть дешевле тепловой; необходимо также иметь в виду назначение такой цены, чтобы потребителю было невыгодно заводить собственное силовое хозяйство. В случае, если рынок снабжается тепловой энергией, нередко бывает выгодно строящуюся гидроэлектрическую станцию об'единить с существующими тепловыми, которые явятся при такой схеме резервом для гидроэлектрической станции.

Финансирование. Так как условия финансирования гидроэлектрических предприятий в общем не вполне благоприятны, что об'ясняется необходимостью вложения сразу больших капиталов в дело, успех которого заранее не может быть в точности учтен, то в состав экономических обследований необходимо включить изучение и вопросов финансирования.

Развитие и развертывание предприятия. Равным образом подлежат изучению также вопросы покрытия дефицитности станции в первые годы ее работы; эти расходы можно считать, как бы расходами на развертывание станции.

Все перечисленные вопросы должны быть освещены с должной подробностью, и ни один проект не может считаться законченным, если не произведены экономические исследования.

14. Изучение наносов и другие специальные исследования. Не останавливаясь на деталях специальных исследований, считаем необходимым отметить, что в число названных исследований обычно входят: изучение наносов, почвенно-ботанические исследования, с целью изучения влияния намечаемых к постройке сооружений на растительность, исследование рыбного хозяства и др. (см. следующий Выпуск).

Б. Озера.

Общие данные. Озера могут служить вспомогательными регулирующими резервуарами, если гидроэлектрическая станция устроена на реке, вытекающей из озера; в других же случаях, вода, содержащаяся в озере, является источником гидравлической энергии; особенно экономичные схемы гидроэлектрических установок получаются, если используются горные озера, так как при этом удается при малом расходе Q получить большой напор H.

Типы озер. Рассматривая озера с точки зрения использования их энергии, их можно разделить на следующие группы: 1) естественные мелкие озера, с плотинами для под'ема уровня воды, 2) глубокие озера, 3) искусственные озера, 4) озера, получаемые путем заграждения рек.

Вопросы гидрологические и геологические. Во всех указанных случаях методы производства исследований озер в общем соответствуют таковым, описанным в главе XVII, почему мы остановимся лишь на тех вопросах, которые имеют наибольшее значение. Такими вопросами, несомненно, являются вопросы 1) гидрологические и 2) геологические.

В свою очередь, из гидрологических элементов должны быть особо подробно изучены: а) условия питания озера, б) условия его заносимости, в) понижения уровня воды, г) зимний режим.

Из геологических же элементов наиболее важными следует признать: а) водонепроницаемость, б) надежность основания.

Водоносность. Выше довольно подробно были описаны схемы определения водоносности бассейнов, поэтому оставляя без рассмотрения этот вопрос, считаем необходимым еще раз повторить, что и при исследовании озер может быть применен один из следующих способов определения водных запасов, а именно: способ непосредственных гидрометрических измерений или способ, основанный на изучении количества осадков, выпадающих в бассейне озера, с учетом испарения, фильтрации и друг. потерь; в некоторых случаях могут применяться оба указанные способа.

Наносы. Что касается вопроса заносимости озера наносами, то является существенно важным установить, хотя бы приблизительно, тот промежуток времени, в течение которого чашка озера будет заполнена наносами. Для этого может быть применена приблизительная формула Макса Зингера:

$$T = \frac{1}{(s+g)} \frac{W}{\Sigma Q},$$

где T — число лет, s — коэффициент, равный отношению между количеством взвешенных наносов, ежегодно поступающих в озеро, к общему годовому притоку воды в озеро, g — тоже для наносов, перекатываемых по дну (влекомых) W — об'ем озера, ΣQ — ежегодный приток воды в озеро.

Особо детальные исследования должны быть произведены в дельтовых участках.

Прочие вопросы

Из других гидрологических элементов следует изучить вопросы возможного понижения уровня воды в озере (усыхание), а также вопросы, связанные с зимним режимом.

Обращаясь к рассмотрению геологических факторов, следует указать, что изложенные выше данные, относящиеся к геологическим исследованиям, полностью должны быть приняты во внимание и при исследовании озер; серьезнейшее внимание должно быть обращено на возможные случаи карстовых образований, в особенности если имеется в виду образование больших напоров.

B. Рекогносцировочные исследования рек.

Общие данные.

Когда производятся исследования реки, как источника гидравлической энергии, то описанные в главе XVI методы исследований должны быть видоизменены, в соответствии с основными задачами и требованиями использования водных сил, а именно, главнейшее внимание технических исследований должно быть обращено на изучение расхода Q и напора H, а экономических — на вопросы, указанные выше.

Состав работ.

В виду изложенного, если река несудоходная и несплавная, то в состав работ по исследованиям входят следующие: 1) устройство водомерных постов, 2) установка приметных знаков (реперов), 3) с'емка, 4) промеры, 5) нивелировка, 6) гидрометрические измерения, 7) общее описание реки и собирание сведений.

1. Устройство водомерных постов и 2. установка приметных знаков.

Устройство водомерных постов и установка приметных знаков ничем не отличаются от описанных выше, в главе XVI.

3. С'емка.

Характер с'емки значительно меняется, по сравнению с описанной в главе XVI; в рассматриваемом случае не требуется изучение плановых деталей русла, имеющих значение для судоходства; в то же время изучение рельефа берегов, характера поймы приобретает большое значение, так как необходимо выяснить, хотя бы приблизительно, какие напоры (H) могут быть применены в каждом данном случае.

При с'емке большую помощь может оказать карта, изготовленная на основании имеющихся материалов (масштаб 1/10 000 — 1/25 000); на ней очень удобно наносить условными знаками интересующие подробности.

Те места, которые удобны для расположения сооружений (плотин и силовых станций), снимаются более подробно.

4. Промеры.

Производство промеров может ограничиться определением глубин лишь в некоторых живых сечениях для общей характеристики исследуемой реки.

5. Нивелировка.

Нивелировка должна быть произведена в таком об'еме, чтобы приблизительно определить возможную величину напора. Для этой цели применяются разные способы, в зависимости от характера исследуемой реки; если река имеет сравнительно небольшой уклон, то можно посредством нивелировки определить уклон реки в характерных участках и по средней величине уклона вычислить

величину падения; участки же реки с крутыми уклонами (пороги, перепады) необходимо пронивелировать инструментально.

В качестве инструментов для нивелирования можно применять водяные нивелиры, указанные выше нивелиры Берже, нивелиры с трубами, теодолиты, тахеометры и специальные угломерные инструменты. Можно также широко пользоваться барометрической нивелировкой, с применением требований, указанных в следующем Выпуске.

6. Гидрометрические измерения.

Гидрометрические измерения должны дать общую характеристику расходов воды (Q), с целью хотя бы приблизительного определения мощности гидросиловой установки. Особое внимание надлежит обратить на установление величины минимального расхода.

7. Общее описание и собирание сведений.

Общее описание реки и собирание сведений производятся главным образом с точки зрения специальных требований использования водных сил. В то же время должны быть освещены, хотя бы в общих чертах, и другие водохозяйственные вопросы района, омываемого данной рекой.

8. Отчетные документы.

Переходя к вопросу об отчетных документах рекогносцировочных исследований, следует указать, что, кроме обычно требуемых карт, планов, продольного профиля, геологических данных и проч., необходимо в пояснительной записке наметить схему полного или частичного использования водных сил и предположений о необходимых потребных изысканиях.

При этом следует принять во внимание те вопросы, которые нами намечены выше при описании особенностей производства экономических исследований; в частности же, необходимо учесть: 1) возможность экономического размещения энергии; 2) влияние, которое могут оказать проектируемые установки на разрешение задач водного хозяйства по другим отраслям водопользования; 3) возможность комбинированного использования водной энергии для двух и более отраслей водного хозяйства; 4) возможность будущего развития проектируемых установок, если в начале используется лишь часть энергии и проч.

Литература к главе XIX.

1. Leon Collet. Les lacs. 1925.
2. Штири-Мушкетов. Техническая геология. 1925.
3. В. В. Гаврилов. Инструкция для рекогносцировочных исследований рек в целях использования силы падения воды для сельского хозяйства и промышленности 1924.

ГЛАВА XX.

Общая организация исследований. Административно-хозяйственная сторона исследований. Учет работ. Нормы.

I. Общая организация исследований. Административно-хозяйственная сторона исследований.

Общие данные. Водные исследования производятся партией во главе с Начальником партии; в составе ее входит технический и рабочий персонал. В случае большого об'ема работ, образуется несколько партий, руководимых „Начальником исследований", который об'единяет и направляет работы партий.

В свою очередь, партия, при производстве исследований, разбивается на отдельные отряды, которым поручается выполнение определенной операции: нивелировки, промеров, с'емки и т. д.

О Начальнике партии. Начальник партии, являющийся ответственным руководителем работ, должен обладать достаточным авторитетом и полной свободой инициативы; вся организация исследований должна быть простой, гибкой, могущей приспособиться к разным условиям незамедлительно, как только это явится необходимым.

После того, как программа исследований и смета утверждены тем учреждением, в ведении которого находятся исследования, Начальник партии (исследований) осуществляет возложенное на него поручение вполне самостоятельно, устанавливает план работ, распределяет личный состав, при чем обычно не имеется твердого штата исследований, за исключением основного ядра технического персонала; на время полевых работ штат увеличивается до требуемых размеров; равным образом, к обработке полевых материалов обычно привлекаются дополнительные сотрудники распоряжением Начальника партии (исследований).

Технический персонал. Следует иметь в виду, что от опытности технического персонала всецело зависит успех, качество, а также стоимость работы, почему на подбор приглашаемых в состав партии работников следует обратить самое серьезное внимание: необходимо, чтобы все особо ответственные работы, как-то: нивелировка, триангуляция, с'емка, выполнялись опытными техниками. При подборе личного состава для исследований, следует особенно ценить такие качества, как мужество, распорядительность, честное отношение к делу, исполнительность; важное значение имеет также хорошее физическое здоровье, ибо партии нередко приходится работать в очень тяжелых условиях.

Рабочие. Что касается рабочего персонала, то к этому вопросу надо отнестись не менее серьезно, имея в виду, что при плохом рабочем составе успеха не достигнуть. Лучше всего составлять партию из рабочих местных, знающих реку и условия работ; это особенно важно, если приходится работать в местах трудных, на реках с бурным течением, в болотах, в глухой сибирской тайге и пр.; в таких условиях

непривычный человек мало пригоден. Но могут быть случаи, когда целесообразно пользоваться привозными рабочими, например, при исследованиях небольших рек в промышленных районах, где отсутствуют свободные рабочие руки и т. п.

Общий состав партии и разделение ее на отряды.

При формировании партии необходимо прежде всего иметь в виду следующее правило: ни одного лишнего человека; кроме удорожания работ, увеличение состава партии делает ее более громоздкой; вместе с тем, затрудняется и снабжение ее продовольствием и пр., что при работах в глухой местности имеет немаловажное значение.

Очень важно также обратить внимание на оборудование и снабжение партии, имея в виду, чтобы в партии было все необходимое, но ничего лишнего.

При определении числа технического персонала и рабочих*), необходимо иметь в виду такую организазию, чтобы работы каждого отдельного отряда партии (нивелировочного, с'емочного, промерного и др.) шли, не задерживая друг друга; поэтому если, например, с'емочные работы являются сложными, вследствие большого количества протоков, рукавов и проч., то целесообразно пускать в работу два отряда, ибо иначе с'емка будет отставать от других работ и таким образом будет задерживать всю партию.

Очень важное значение имеет также оборудование партии инструментами и перевозочными средствами, снабжение продовольствием и проч., о чем более подробно говорится ниже.

При разделении партии на отдельные отряды, следует учитывать, как указано выше, состав и об'ем производимых работ, с тем, чтобы отдельные отряды шли, не отставая друг от друга. Так, при подробных исследованиях рек, в средних условиях состав партии может быть распределен следующим образом.

№№ по порядку.	НАИМЕНОВАНИЕ ОТРЯДОВ.	Число технического персонала.	Число рабочих.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТ и РАБОЧИХ.
1	Начальник партии	1	—	Общее руководство, об'езды района.
	1-й отряд.			
2	Проведение магистрали и установка реперов	1	7	1 вешит, 1 подносит вешки, 2 при ленте, 1 с кольями, он же для мелкой рубки в лесу, 1 при лодке, 1 для реперов.
	2-й отряд.			
3	Измерение углов теодолитом .	1	2	1 при инструменте, 1 при лодке.
	3-й отряд.			
4	Нивелировка реперов и уровня воды (1-й нивелир) . . .	1	4	2 реечника, 1 при инструменте, 1 при лодке.
	4-й отряд.			
5	Нивелировка реперов и уровня воды (2-й нивелир) . . .	1	4	См. 3-й отряд.

*) Мы имеем в виду исследования рек (озер) на большом протяжении.

№№ по порядку.	НАИМЕНОВАНИЕ ОТРЯДОВ.	Число технического персонала.	Число рабочих.	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТ и РАБОЧИХ.
	5-й отряд.			
6	Промеры глубин на главном русле при реке, шириной до 300 м, со слабым течением	1	4	1 старший рабочий (футшточник), 2 гребца, 1 в корме в лодке.
	6-й отряд.			
7	Засечки промеров глубин . .	1	2	1 при инструменте, 1 при лодке, он же реечник. Отряд 6-й работает совместно с 5-м.
	7-й отряд.			
8	Промеры глубин на второстепенных протоках, без засечек	1	4	См. 5-й отряд.
	8-й отряд.			
9	Мензульная с'емка на главном русле	1	4	1 при лодке, 1 при инструменте, 2 реечника.
	9-й отряд.			
10	Мензульная с'емка второстепенных проток.	1	4	См. 8-й отряд.
	10-й отряд.			
11	С'емка рельефа (левый берег) .	1	4	1 при инструменте, 1 при лодке, 2 реечника.
	11-й отряд.			
12	С'емка рельефа (правый берег).	1	4	См. 1-й отряд.
	12-й отряд.			
13	Геологическое описание . . .	1	2	1 при лодке, 1 при геологе.
14	Вычисление координат (на брандвахте) . . .	2	—	Вычисление координат, наблюдения на баржевом водомерном посту.
15	На брандвахте (в лагере)	1	4	Десятник (техник) для заведывания инструментами, инвентарем и снабжением. 1 водолив, 2 кашевара для рабочих и технического персонала, 1 запасный рабочий для разных работ.
		16	49	

Таким образом, в состав партии, при средних условиях, входит примерно 16 лиц технического персонала и около 50 рабочих.

Если по условиям работ получение медицинской помощи затруднительно, желательно в состав партии включить 1 медика.

Само собой разумеется, что на приведенные выше цифры следует смотреть лишь, как на приблизительные: они будут меняться при изменении как состава, так и об'ема работ.

Так, например, при облегченных исследованиях той же реки, в тех же условиях, состав партии выразился бы примерно: 10 технического и 30 рабочего персонала: отпадают отряды 1, 2, 6, 10, 11; на брандвахте остается один техник для ежедневных сводок с'емочных материалов, один рабочий для установки реперов.

Оборудование партии инструментами. Считаем полезным провести следующий перечень оборудования партии водных исследований главнейшими геодезическими и измерительными инструментами.

№№.	НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА.	Количество.	Примечание.
1	Анероиды	2 [1]	[1]) Если производится барометрическ. нивел., то оборудование, согласно след. Выпуска.
2	Арифмометры	2	
3	Бинокли	3 [2]	[2]) В зависимости от ширины реки и прочих условий.
4	Буровой инструмент	комп. [3]	
5	Башмаки для реек	6	[3]) Согласно следующ. Выпуска.
6	Буссоли спиртовые (или Шмалькальдера)	2	
7	Вертушка с оборудованием	комп. [4]	[4]) Согласно главы XI.
8	Вешки с железными наконечниками	12	
9	Гипсотермометр	1	
10	Гониометр	1	
11	Готовальня	1	
12	Динамометры для натяжения ленты	2	
13	Зонты полевые	12 [5]	[5]) С камышевыми (не металлическими), спицами.
14	Кипрегели	5 [6]	[6]) В зависимости от сложности с'емки и способа с'емки рельефа.
15	Компасы горные	2	
16	Ленты стальные, 20-метровые	3	
17	Линейка стальная в футляре	1	
18	Лоты	4	
19	Лупы разные для гипсотерм., для геологич наблюд., для чтений по масштабу	4	
20	Масштабы	6	
21	Мензулы	5 [7]	[7]) К каждой мензуле 3 доски в чехлах.
22	Молотки геологические	3	
23	Нивелиры для нивелировки реперов	3 [8]	[8]) Один запасный.
24	Нивелиры для поперечной нивелировки, желательно с буссолями	3 [9]	[9]) Если с'емка рельефа производится по поперечным профилям.
25	Нивелир для перекидок на большие расстояния	1	
26	Нивелир для мелких работ (проверки водомерных постов и пр.)	1	
27	Нормальная мера длины (швейцарская линейка).	1	
28	Пантометр	1 [10]	[10]) При расстановке триангуляционных знаков.
29	Прибор для починки лент	1	

№№.	НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА.	Количество.	Примечание.
30	Рейки водомерные, 2 м, с делением на 2 см	8 [11]	[11]) По числу водомерных постов.
31	Рейки водомерн., 2 м. с делен. на 2 мм для баржевого поста	2	
32	Рейки ватерпасные 4—5 м	15 [12]	[12]) Из них часть для водомерных постов, по числу последних.
33	Рейки нивелирные 3 м, с делен. по 1 см, для нивелировки реперов (в ящиках) . . .	3 пары.	
34	Рейки нивелирные, подвесные, длиною 1 м, для связок с марками	3 [13]	[13]) Со стальными штырями (3 шт.).
35	Рейки нивелирные 4—5 м, пригодные для поперечной нивеллировки	6 пар.	
36	Рейки для мензульной с'емки	15	
37	Рейки ледомерные	8 [14]	[14]) По числу водомери. постов.
38	Секундомеры	3	
39	Теодолиты	2 [15]	[15]) Один 30″ или 1′, второй 10″ или 30″.
40	Термометры воздушные	6 [16]	
41	Термометры водяные	6 [16]	[16]) По числу постов, где производятся температурн. измерения, с добавлением 2 на брандвахте.
42	Термометры почвенные	4	
43	Транспортир с нониусом	1	
44	Транспортиры	2	
45	Уровни — ватерпасы	16 [17]	[17]) По числу водом. постов, с добавлением 4—8 для ватерпасовок берегов.
46	Уровни для реек	8	
47	Уровни запасные для нивелиров	8 [18]	[18]) При каждом нивелире (в ящике).
48	Фонари для вечерних наблюдений	10 [19]	[19]) По числу водом. постов, с добавлением 2 на брандвахте.
49	Фотографический аппарат 18×24 или 13×18 см, со штативом	1	
50	Фотографические аппараты 9×12 см	3	
51	Фото-кино аппарат	1 [20]	[20]) Желателен.
52	Футштоки (наметки)	3	
53	Хронометры	2 [21]	[21]) Желательны.
54	Циркули полевые	—	
55	Часы	12 [22]	[22]) Из них часть для водомерных наблюдений.
56	Эклиметры	2	

Примечание. Приведенный перечень является примерным; он составлен для случая исследования большой реки. Метеорологическое оборудование сюда не вошло.

Контора партии. Кроме поименованного выше основного полевого кадра, в конторе партии должны иметься еще 1—2 лица конторского персонала, на обязанности которых лежит ведение отчетности и выполнение текущей переписки.*) Обычно контора партии помещается в одном из более крупных населенных пунктов в районе исследований. Нередко, в зависимости от местных условий, непосредственное руководство полевыми работами возлагается на Помощника (Заместителя) Начальника партии. Начальник же партии, кроме общего руководства исследованиями, подготовляет данные для исследований следующего года, производит рекогносцировки более важных притоков, знакомится с имеющимися на местах техническими и экономическими материалами и проч.

Организация исследований несколькими партиями. Если исследования производятся несколькими партиями, то Начальники отдельных партий руководят работами своей партии непосредственно; общее же руководство всеми работами возлагается, как указано выше, на Начальника исследований; в этом случае соответственно увеличивается и конторский персонал в конторе исследований.

Центральный орган и общая схема организации. В большинстве случаев, организация и обработка материалов всех сколько-нибудь значительных исследований, в особенности тех, производство которых связано с составлением проектов, ведется в центре, непосредственным распоряжением центрального учреждения, независимо от местоположения обследуемого района; так, исследования водных путей сообщения находятся в непосредственном подчинении Центральному Управлению внутренних водных путей НКПС. Такая организация является наиболее целесообразной, ибо дает возможность привлечь технический персонал высокой квалификации, что имеет существенное значение при составлении проекта, а также при издании в печати материалов. В таких случаях, весь состав партии выезжает на место работ из своей центральной базы, а по окончании полевых работ, возвращается обратно и занимается обработкой материалов и проектированием.

На месте остаются водомерные посты и гидрометрические станции. Последние иногда выделяются в особые организации, возглавляемые опытным инженером (техником) и действующие в тесной связи с основными работами по исследованиям.

При организации зимних исследований, составляется особая партия (см. следующий Выпуск).

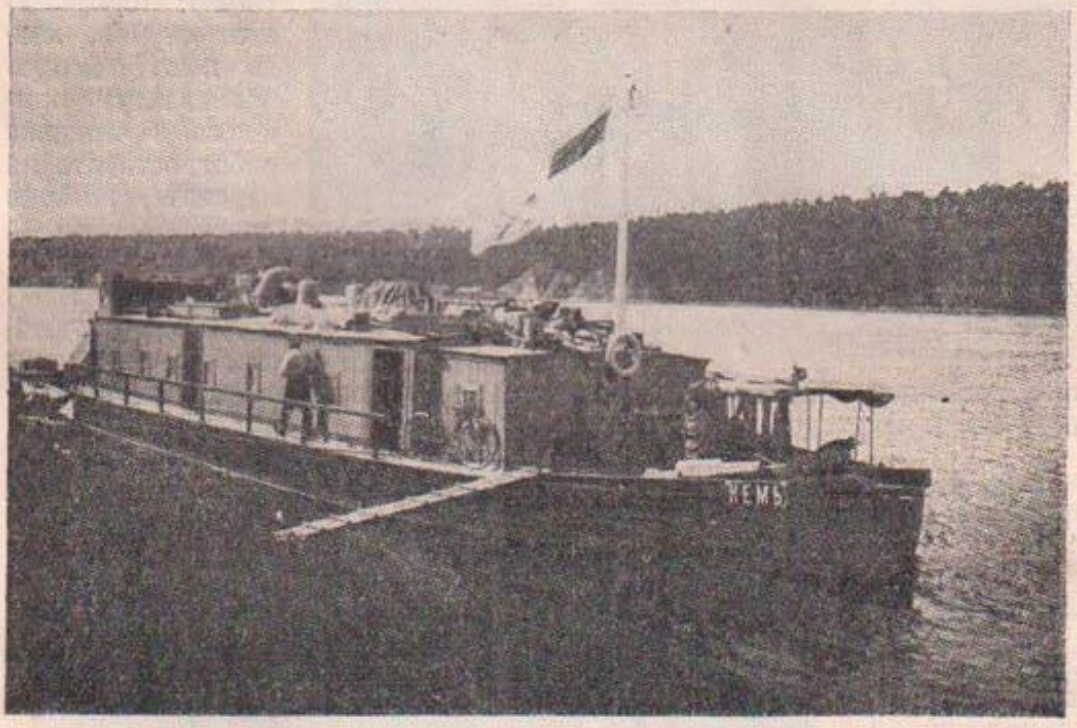
Помещения для техников и рабочих. Средства передвижения. Переходя к более подробному описанию организации и производства исследований, следует прежде всего указать, что весьма существенными вопросами при водных исследованиях являются помещения для технического и рабочего персонала и средства передвижения, зависящие как от характера исследуемой реки (водораздела), так и от прочих местных условий.

Брандвахта. Остановимся сперва на размещении технического персонала.

Если исследуемая река допускает плавание судов, то при малейшей возможности следует размещать технический и рабочий персонал на специально оборудованной барже-брандвахте (фиг. 160, 161), размеры которой зависят как от характера реки, так и от имеющихся кредитов и состава партии, и средств для буксирования. Обычные размеры

*) Если приходится вести отчетность по более сложным формам и пр., то означенный штат должен быть значительно усилен.

брандвахты: длина 21—36 м, ширина 5,8—10,5 м, высота борта 2,20—3,20 м, осадка 0,40—0,50 м. На палубе устраивается надстройка, где и размещается партия; высота надстройки 2—2,20 м. Трюм брандвахты используется для склада материалов и инвентаря; устройство жилых помещений в трюме недопустимо. На брандвахте, кроме жилых помещений, устраивается столовая, кухня с печью для варки пищи и выпечки хлеба, кладовые, уборные, темная комната для фотографических работ; если предполагается вести работы до поздней осени, то желательно устройство печей для отопления; кроме того, следует устраивать камеру для просушивания одежды. Брандвахта должна быть снабжена всеми необходимыми приспособлениями для причаливания и буксировки (буксирными и бортовыми кнехтами, такелажем).



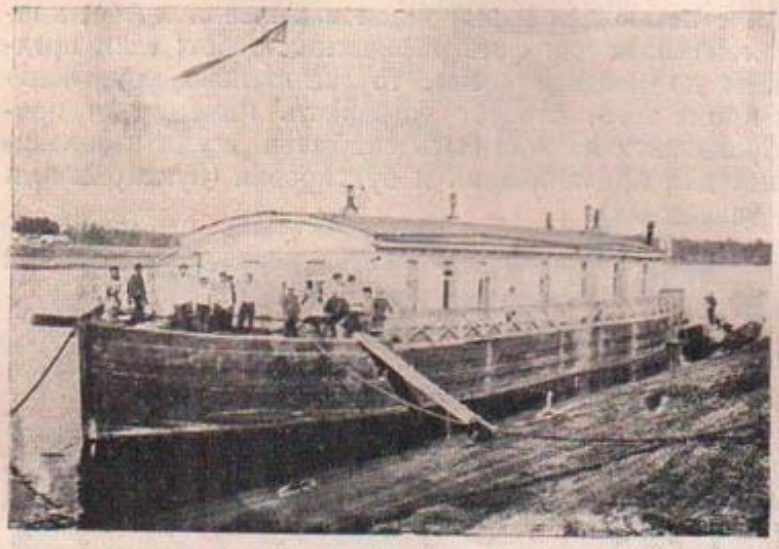
Фиг. 160.

При планировании помещений, следует отдавать предпочтение устройству отдельных кают для технического состава, на 2—3 человека.

Если судоходные условия реки не допускают плавания судов или если не имеется возможности разместить на брандвахте технический и рабочий персонал, то можно поместить на брандвахте часть или весь технический персонал, кухню, кладовые, а рабочих и часть технического состава разместить в палатках; такое размещение, с точки зрения санитарной, даже предпочтительнее перед размещением на брандвахте, так как в последнем случае обычно наблюдается переуплотнение и, связанные с этим, неудобства. Обычно, палатки ежедневно утром снимаются, укладываются на брандвахту, которая отбуксировывается в новое место, назначенное для стоянки.

Попутно следует отметить, что место стоянки следует выбирать, имея в виду удобство причала и расположения лагеря; надо избегать остановок у болотистых мокрых берегов; вместе с тем требуется располагать лагерь с таким расчетом, чтобы он находился возможно ближе к „центру тяжести" работ партии.

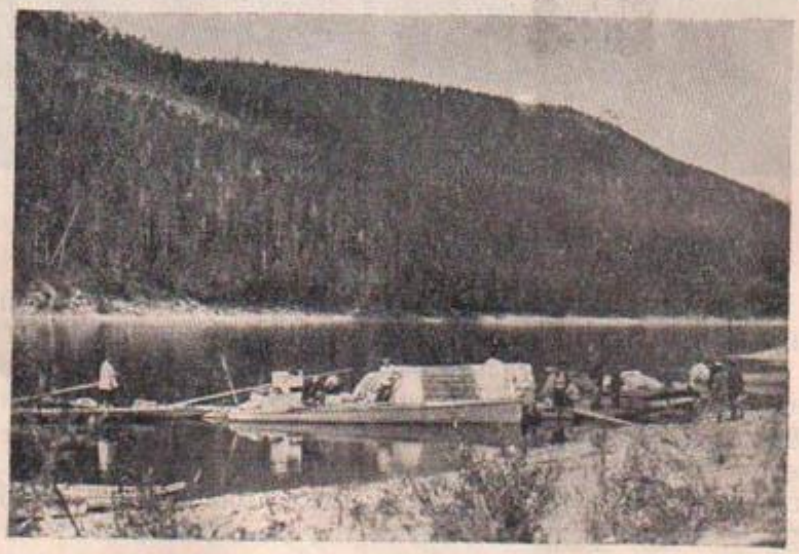
Нельзя не указать еще на одно обстоятельство, которое надо иметь в виду при пользовании брандвахтами: хотя применение брандвахты создает удобства для размещения партии и сокращает бесполезные проходы отдельных отрядов на работы и с работ, однако, если имеются сомнения в возможности пропуска брандвахты через мелкие места, не следует ее применять, так как иначе получится ряд затруднений при ее сплаве: нам известен случай, когда построенную брандвахту пришлось в середине работ оставить на перекате, потеряв много времени на ее сплав в течение ряда дней.



Фиг. 161.

Поэтому в таких случаях лучше всего размещать партию (техников и рабочих) в палатках и перевозить весь лагерь в нескольких лодках (фиг. 162).

Палатки. Что касается типа палаток, то наиболее удобным следует признать так называемый датский тип (фиг. 163); могут быть применены палатки с более низкими бортами, на 12—20 человек каждая (ф. 164). Все палатки обязательно снабжаются плотным брезентовым полом; каждому рабочему выдается специальный войлочный, обшитый брезентом тюфячок. Технический персонал размещается в палатках по 2—4 человека. Употребительные размеры палаток в плане: 2,10 × 2,10 м, 2,10 × 2,80 м, 2,80 × 2,80 м, 2,80 × 3,50 м, 2,80 × 4,20 м.



Фиг. 162.

Пользование палатками представляет неудобства в том отношении, что приходится ежедневно собирать все вещи, на что тратится много времени; кроме того, при таких условиях довольно неудобно вести конторские работы. Наконец, палатки обходятся сравнительно дорого.

Размещение в селах и деревнях.

Если передвижение по реке даже в груженых лодках представляет затруднения, особенно если река преграждена рядом мельничных плотин, и если район, где ведутся исследования, изобилует населенными пунктами, в этих случаях технический и рабочий персонал размещается в близлежащих селах, деревнях, при чем технический состав партии, вместе с инвентарем и оборудованием, передвигается переходами примерно в 25—30 км, размещаясь в более крупных населенных пунктах; рабочие же ночуют в прибрежных селениях; технический персонал выезжает на работы с места нахождения конторы партии.



Фиг. 163.

Такой способ мало целесообразен, так как приходится совершать много лишних пробегов с работы и на работу. К тому же питание рабочих обходится им дорого, условия их ночлега также бывают часто мало удобными. Поэтому лучше, если имеется возможность, пользоваться палатками. При этом можно совершать перевозку лагеря и палаток на подводах и располагать лагерь вблизи реки, ближе к „центру тяжести“ работ партии. Последний способ применяется и при исследованиях водоразделов.



Фиг. 164.

Передвижение на вьюках.

Если исследования производятся в местности, где нет проезжих дорог, то приходится пользоваться передвижением на вьюках (фиг. 165). Более подробные данные о снаряжении в этом случае помещены ниже.

Способы передвижения. Очень большое влияние на успешность работ оказывает правильная организация ежедневных передвижений отдельных отрядов партии утром на работы и вечером с работ. Кроме пользования для передвижения конными подводами или верховыми лошадьми, в большинстве случаев приходится совершать передвижение по воде.



Фиг. 165.

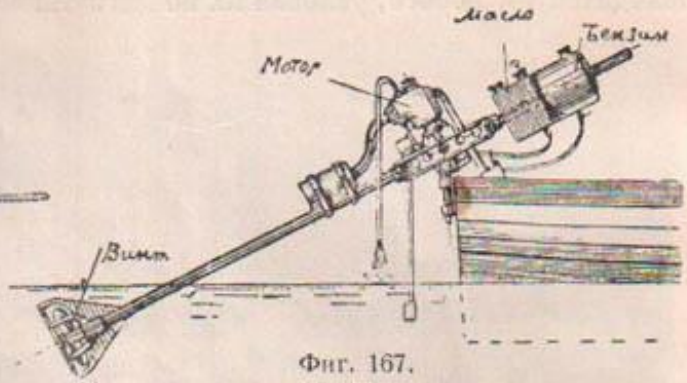
Для этого служат лодки, лодки с переносными двигателями, моторные лодки, паровые баркасы.

Передвижение на лодках (пользуясь веслами, шестами, бечевой тягой) совершается очень медленно, отнимает много времени и понапрасну утомляет техников и рабочих.

Переносные моторы. С успехом можно применять так называемые переносные моторы, мощностью 1,5—2,5—5 лошадиных сил; они приделываются к корме лодки и при умелом и внимательном обращении служат вполне удовлетворительно.



Фиг. 166.



Фиг. 167.

Известны следующие системы таких моторов: 1) с вертикальной осью (фиг. 166) и 2) с наклонной осью (фиг. 167). Последние интересны в том отношении, что имеется возможность их быстро вынимать из воды при подходе к мелкому месту или при встрече с препятствием. На исследованиях реки Волхова 1922—1924 г.г. находилось в действии 12 моторов системы „Archimedes“ мощностью 5 лошадиных сил; в среднем, одним мотором было выполнено 1575 км; число часов работы 250 в течение лета.

Моторные лодки. Более надежным средством передвижения являются моторные лодки; они работают вполне удовлетворительно, развивают хорошие скорости, удобны и просты в обращении; обычно ими пользуются и для буксирования брандвахты

и обыкновенных лодок. Необходимо при заказе моторных лодок предусмотреть все те особенности, которые ожидаются при исследованиях.

Кроме одной—двух небольших открытых моторных лодок, мощностью 5—20 HP, в составе средств передвижения желательно иметь еще один крытый катер, мощностью 40 — 50 HP, для буксировки брандвахты, совершения длинных рейсов и т. д. (фиг. 168).



Фиг. 168.

Очень важно так наладить судовое хозяйство, чтобы моторные лодки действовали на работах без отказа; для этого необходимо иметь опытных механиков, которые должны знать до мельчайших деталей свою машину и сами выполнять весь текущий ремонт. Необходимо также иметь в достаточном количестве запасные части.

В случаях, когда глубины в реке недостаточны, можно применять специальные типы моторных лодок с воздушным винтом; в качестве примера можно привести тип моторной лодки, построенной для Камско-Тобольских исследований в 1910 году: осадка 0,30 м, скорость около 15 км в час.

В настоящее время лодки с пропеллером получили значительные усовершенствования. На фиг. 169 показана моторная лодка системы Фармана (глиссер); она имеет длину 6 м, ширину 1,20 м, высоту борта 0,35 м осадка 8—10 см, мотор мощностью 8—10 HP; скорость 20—25 км в час; вес 150 кг. На фиг. 170 аэролодка на Аму-Дарье, развивающая скорость 60 км в час; мощность двигателя 225 HP; лодка подымает 10 человек и около 0,75 тонн груза.

Паровые баркасы. Кроме моторных лодок, конечно, в подлежащих случаях могут с удобством применяться и паровые баркасы.

Значение быстроты и удобства передвижения.

Вообще следует всегда иметь в виду, что улучшение и ускорение передвижения партии и ее частей уменьшают бесполезную трату времени, ускоряют и удешевляют производство работ; поэтому каждый раз на надлежащую организацию этой части работ надо обращать особое внимание.



Фиг. 169.

Что касается применения судов с механическими двигателями для производства промеров, то применение их целесообразно в тех случаях, если глубины достаточны; по этому вопросу уже были сообщены некоторые сведения выше, в главе IX.

Оборудование инструментами и инвентарем.

Обращаясь к оборудованию партии инструментами и прочим техническим инвентарем, необходимо отметить следующее.

Все инструменты, предварительно отправки на работы, должны быть тщательно осмотрены и выверены; типы инструментов должны соответствовать условиям работ; они должны быть снабжены запасными частями (окулярными стеклами, уровнями); кроме того, необходимо иметь запасные инструменты как на случай порчи, так и на случай, если придется усилить работы того или иного отряда, путем организации новых отрядов. Особое внимание следует обращать на состояние упаковки инструментов.



Фиг. 170.

Как техническому персоналу, так и рабочим надо внушить необходимость бережного и внимательного отношения к инструментам.

Ниже приводятся необходимые правила обращения с геодезическими инструментами.

Правила обращения с геодезическими инструментами. Инструменты должны содержаться в чистоте и предохраняться от сырости и пыли. Поэтому, каждый раз, по окончании работы, необходимо сначала стереть с инструмента пыль мягкой кистью, а затем протереть его куском мягкого полотна или замши. От дождя и солнца, во время работ, инструменты предохраняются зонтом. Если на инструменты попадают капли воды, то их не следует немедленно стирать: капли сами испарятся. В случае появления на стальных частях инструмента следов ржавчины, следует протирать заржавленные места мягким полотном, смоченным в керосине. В зимнее время не вносить инструментов в теплую комнату, а когда они отпотеют, то вытирать их мягким полотном.

Укладка инструмента в ящик производится обязательно техником; при укладке сначала ослабить все зажимные винты инструмента, уложить его в ящик (иначе при упаковке может произойти погнутие осей), закрепить зажимные винты инструмента (иначе они могут от тряски отвинтиться) и, наконец, закрепить упаковочные винты.

При перевозке на повозках, необходимо поддерживать инструменты руками.

Оси инструментов. Необходимо следить, чтобы инструмент свободно вращался около своей оси и в то же время чтобы он не шатался во втулке. В случае тугого хода, инструмент разбирается, обязательно в закрытом помещении, части его перетираются мягким полотном, смоченным в керосине, и умеренно ровным слоем смазываются специальным маслом; зимой смазка производится в минимальном количестве.

Зрительная труба. Необходимо следить за чистотой об'ектива, не прикасаться к нему пальцами, вытирать кисточкой, мягким холстом, замшей. При вывинчивании стекол, для чистки их с внутренней стороны, что делается в случае крайней необходимости, необходимо следить, чтобы сложные стекла не были перевернуты и сохранили свое положение, для чего, до разборки, делается заметка карандашем на краях стекол.

При чистке сеточного кольца следить за сохранностью сетки: при вывинчивании и завинчивании сеточных винтиков, наблюдать, чтобы винтики были завинчены правильно. В виду возможной их порчи, полезно иметь запасные, равно как и сетки, вырезанные на стекле.

Лимбы и нониусы. Не следует раз'единять лимбы и нониусы. В случае порчи, отправлять на фабрику геодезических инструментов, не прикасаться к ним пальцами, пыль стирать только мягкой кисточкой.

Уровни. Уровни требуют бережного обращения; на случай порчи, иметь запасные.

Треножники. Предохранять треножники от сырости, особенно их верхнюю площадку; даже мелкие неправильности немедленно устранять.

Ящик. Особенное внимание обращать на устроенные внутри ящика упаковочные гнезда и малейшие в них неисправности немедленно устранять. Во всех ящиках желательно иметь одинаковые замки, а также запасные ключи.

Лодки. Кроме геодезических инструментов, партия должна быть снабжена необходимым оборудованием для производства работ. На первое место должно быть поставлено надлежащее оборудование лодками. Число лодок определяется применительно к числу отрядов; кроме того, должны быть лодки при лагере и запасные лодки. Что касается типа лодок, то в каждом случае надо строить или приобретать лодки, сообразуясь с условиями данной реки: скоростями течения, силой волнения, характером дна, глубинами и т. п. Так, например, тип лодки, применяемой на Москва-реке, мало пригоден для р. Енисея и т. д. Надо внимательно изучать местные условия и брать местные типы лодок, вводя в них возможные усовершенствования.

Прочее оборудование. Из другого оборудования следует упомянуть о топорах, ломах, пилах, брезентах, принадлежностях для установок реперов и проч. и проч. Весь инструмент должен быть вполне доброкачественный.

Снабжение продовольствием. Переходя к вопросу о снабжении партии продовольствием, следует отметить, что этот вопрос занимает важнейшее место среди других вопросов по организации работ, особенно если исследования производятся в мало населенной местности. Обычно, в таких случаях

питание рабочих производится артельным способом в счет платы за работу (по месячному расчету), или же при партии организуется лавка, где рабочие получают продукты первой необходимости, примерно, по ценам ближайшего (заранее условленного) рынка; наибольшие затруднения обычно представляет снабжение партии хлебом, особенно если нет брандвахты и нельзя на месте стоянки производить выпечку хлеба. При невозможности организовать подвоз хлеба, приходится заблаговременно закупить в достаточном количестве сухари.

Экспедиции. Общие данные.

Если исследования производятся в совершенно ненаселенных глухих местах, то организация таких экспедиций представляет ряд особенностей, которые мы считаем не лишним описать, тем более, что многое из описанного может быть использовано также и при исследованиях в обычных условиях.

В дальнейшем изложении рассмотрим два главных вида организации экспедиций: 1-й—на лодках и 2-й—на вьюках.

Необходимо, прежде всего, отметить, что об'ем оборудования экспедиций зависит, главным образом, от продолжительности пути, а также от степени населенности района, в котором приходится работать; мы будем иметь в виду более трудный случай, когда проходятся совершенно ненаселенные места.

а) Экспедиции на лодках.

Лодка и способы передвижения.

Лодка должна быть надлежащей грузопод'емности; средняя длина ее—не менее 7—8 м; в то же время она должна быть по возможности более легкой, чтобы,в случае надобности, можно было ее протащить через затруднительное место, например, в обход лесного залома или порога. На реках горного типа необходимо принимать особые меры для защиты лодки от волнения, увеличивая высоту бортов посредством набивки досок: одна-две доски с каждого борта. Очень удобны так называемые „долбленые" лодки, или„ долбленки", изготовленные из тополя; они—легки, и не дают течи; но они распространены далеко не повсеместно, главным образом, из-за недостатка соответствующего материала. Особое внимание надо обращать на то, чтобы лодка не давала течи.

На дно лодки настилаются доски, на которые и укладываются все вещи.

Средний состав небольшой экспедиции, могущий уместиться в лодке, обыкновенно, 6 человек; заведующий экспедицией, его помощник, рабочий в корме (знающий реку—лоцман), грамотный рабочий для промеров и двое гребцов; в случае, если не предполагается производство с'емки, это число может быть сокращено до четырех.

При под'еме вверх, против течения, на горных реках, рекомендуется помещать в лодку не более четырех человек: один заведующий и три человека рабочих; в этом случае рабочие распределяются так: один в корме, один у весла с речной стороны, один на носу лодки. Поднимаясь против течения, обыкновенно придерживаются берега; если дно реки каменистое или плотное, то лучше итти, упираясь шестами в дно („на шестах"); в этих случаях шесты изготовляются обязательно из сухого дерева; при галечном дне, концы их полезно оковать; если же дно скалистое, гладкое, то оковка не всегда бывает полезна. Пробираясь вдоль утесов, где глубины большие, цепляются баграми за утес.

Багры имеют крючки, нормальные к оси шеста, на который они надеваются; благодаря такой конструкции, они не заседают в расщелинах скал.

Весла делаются с широкими лопастями, короткие.

Лодка снабжается хорошей легкой бечевой; при плавании по горным рекам, на прочность бечевы, равно как и на ее закрепление надо обратить особое внимание. Полезно иметь, кроме носовой бечевы, еще конец бечевы, зачаленный в корме.

В лодке должны иметься: запасное весло, шест, багор и конец бечевы.

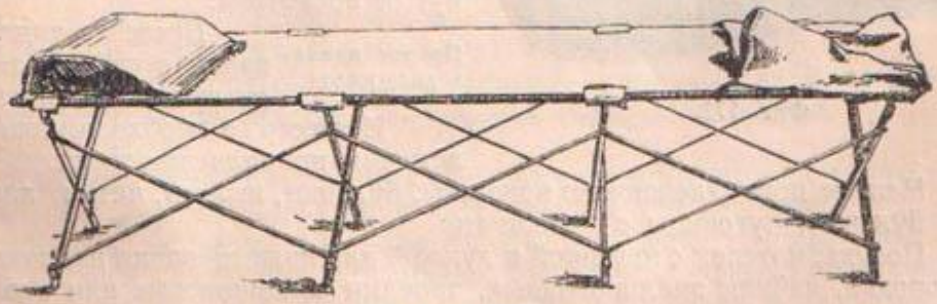
Если дно реки мя кое, поднимаются или на бечеве, при допускающем это береге, или же, если берег неудобен для ходьбы, на веслах.

При укладке вещей в лодку, следует наблюдать, чтобы вещи укладывались всегда в одном и том же порядке; вещи, которые требуются чаще, укладываются сверху; благодаря этому, сборы лагеря при ночевках сокращаются до минимума.

Для укрытия вещей от дождя, употребляется брезент; в борта лодки ввинчиваются кольца, по три с борта; через кольца продеваются веревки, идущие от брезента, чем достигается прочное укрепление брезента.

Палатка. Палатка должна быть по возможности более легкой и простой для установки; наиболее удобным, как указано выше, является тип датский, при чем в случае путешествия по таежным местам, изобилующим комарами, разрез передней стенки (двери), лучше всего зашивать оставляя внизу отверстие, достаточное лишь для входа в палатку. Окопав палатку песком или землей, можно выкурить комаров из палатки и тщательно закрыть щель. Что касается материала для палатки, то очень хороша химически пропитанная бязь; она легче обыкновенного брезента, хотя, правда, не так прочна. Станок для палатки лучше иметь складной; в случае работ в таежных местах, можно обходиться и без станка, заготовляя каждый раз новый.

Кровать. Наиболее удобный тип походной кровати — это кровать с деревянным станком, складывающимся в виде гармоники (фиг. 171); на кровать кладется войлок, обшитый парусиной; английский вой-



Фиг. 171.

лок можно класть и без обшивки, он практичнее. Вместо кровати, можно иметь спальный мешок, особенно в холодное время; имея спальный мешок, можно даже в иных случаях обходиться и без палатки; всё же палатка и кровать создают в пути большой комфорт.

Одеяло и подушки. Полезно иметь два одеяла: одно более легкое байковое, другое меховое или шубу; меховое одеяло делается настолько широким и длинным, чтобы можно было в него вполне завернуться.

Подушка обыкновенная, возможно малых размеров.

Столик и табуреты. Столик складной и табуреты складные, хотя и не являются необходимыми, но если есть место, они желательны.

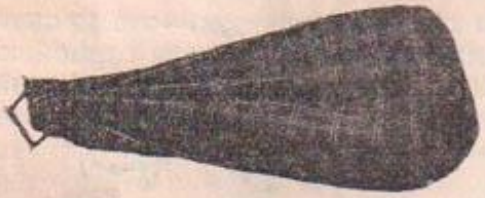
Платье. Предпочтительнее куртки, летом из легкой материи, осенью из более плотной. Удобны кожаные куртки на легком меху, особенно в сырое и холодное время. При работах в тайге,

удобны брюки из легкого брезента. Плащ, в виде пальто (с рукавами), из брезента или из пропитанной, не пропускающим влагу составом, материи; полезно иметь запасный плащ, на случай продолжительных дождей. Накидки без рукавов менее удобны. Фуражка защитного цвета с большим козырьком от солнца. При работах в местности, изобилующей комарами, необходимы перчатки, лучше замшевые (не менее 2—3 пар), так как нитяные служат плохой защитой.

Сетка от комаров и мошки (не менее 2-х); при работах в тайге, наиболее надежной является сетка из легкой материи с волосяной защитой с лицевой стороны. Эту сетку лучше одевать на фуражку. Тюлевые сетки менее прочны; зато в них не так душно. Осенью, когда особенно много бывает мелкой мошки, тюлевая сетка вовсе непригодна. Из других средств от комаров можно рекомендовать гвоздичное масло, скипидар, окуривание дымом; имеются в продаже и специальные свечи.

Обувь. Лучше всего высокие сапоги, по возможности непромокаемые; сапогами лучше запасаться в центре, так как нередко на местах, особенно в Сибири, трудно получить доброкачественную обувь. Сапоги надо возможно чаще смазывать салом, ворванью или специальной мазью, избегая каучуковой мази, портящей кожу. Необходимо иметь запасную пару сапог, а также и легкие кожаные туфли или бурочные легкие сапоги.

Дорожные мешки. Наиболее удобными и поместительными для укладывания вещей являются брезентовые мешки, запираемые на замок (фиг. 172), с веревками для удобной их переноски и для возможности их навьючить, в случае надобности. Чемоданы и сундуки вовсе непригодны: они дороги и громоздки. Для хранения фотографических пластинок, инструментов, документов и книжек полезно иметь небольшой плоский сундучок, обтянутый брезентом.



Фиг. 172.

Прочие принадлежности. Брезенты для укрывания вещей и для подстилки в палатку.

Нессесер с необходимыми туалетными принадлежностями.

Мелкие принадлежности: ножницы, булавки, иголки, нитки, английские булавки, пуговицы с машинками.

Посуда: котелок с крышкой и дужкой для подвешивания над костром, сковородка, чайник эмалированный, тарелки алюминиевые или эмалированные, чайная кружка, ложка, ложечка, нож, вилка, мешочки для сахара, чая, крупы и проч.; мешочки гораздо удобнее разных банок; их полезно иметь в запасе.

Разные принадлежности и материалы: 2 топора, гвозди разных размеров, пакля для конопатки лодки, кусок кровельного железа, сурик (разведенный) в банке с кистью (для реперов), полотно, иголки и нитки для починки палатки, веревки, свечи, фонарь и подсвечники, проволока отожженая, шпагат английский, материя для флагов, наконечники для багров, олифа в банке; она служит для разведения краски, а также употребляется, в случае течи палатки, для окраски пропускающих воду мест; для этой цели можно употреблять, также и воск, которым палатка натирается. Если число лодок экспедиции велико, то полезно иметь с собой небольшое количество вара для ремонта их.

Охотничьи и рыболовные принадлежности: удочки (крючки) очень полезны.

Канцелярские принадлежности: бумага разная, конверты, почтовые марки и открытки, карандаши (обыкновенные, цветные и химические), перья, ручки, пропускная бумага, чернила, сургуч, синдетикон, кнопки, резина, календарь, книжки записные и другие, циркуль дорожный. Очень удобно упаковывать всю канцелярию в специальный (по заказу) брезентовый портфель, который можно иметь всегда под рукой во время разъездов.

Инструменты. Снаряжения инструментами находится в зависимости от целей исследований, см. выше, стр. 232—233.

Съестные припасы. Сухари ржаные и пшеничные; ссыпаются в мешки, лучше брезентовые; на качество сухарей следует обратить самое серьезное внимание; они должны быть хорошо выпечены и иметь более или менее правильную форму, что указывает на специальное их приготовление; встречаются сухари сборные, разных сортов и формы, таких надо избегать; во все время пути следить за сохранностью сухарей и беречь их от сырости; рекомендуется время от времени их высыпать на брезент и просушивать. Начинающие покрываться плесенью выкидывать. Количество сухарей в день на человека 700—800 гр.

Печенье к чаю в жестяных банках, сушки.

Крупа разная в мешочках, рис, мука пшеничная (для лепешек).

Масло коровье обязательно перетопить; удобно хранить его в бутылках и в берестовых бураках („туисах"), вставленных в футляры из жести. Этот продукт имеет большое значение для питания, разные суррогаты не рекомендуются. Если имеется возможность, полезно запастись сливочным маслом в специальной упаковке.

Соль в мешочках. Чай, кофе, какао, сахар (на человека сахара около 4 кг в месяц).

Мясо. Сушеное мясо (баранина) не отличается хорошим вкусом, зато хорошо сохраняется; следить, чтобы мясо действительно было баранье; нередко в Сибири вместо бараньего продают козлятину; необходимо также следить, чтобы мясо было вяленое, а не копченое; солонина скоро портится, ее лучше заготовлять небольшими боченками и следить, чтобы не вытекал рассол. Можно обходиться и без запаса мяса, особенно в таежных местах, где можно стрелять по пути разную дичь. В долинах горных рек дичименьше; например, на Верхнем Енисее она вовсе не попадается, по крайней мере, вблизи реки.

Сало свиное.

Консервы разные—в коробках—можно брать в ограниченном количестве: они дороги, громоздки и часто вредны для желудка.

Колбасы копченые (по возможности без сала, которое портится). Сушеная зелень. Горчица в тюбиках, перец, лук, лавровый лист, сушеная петрушка, лук и укроп. Фрукты: консервы в коробках и сушеные Клюквенный экстракт и лимонная кислота. Конфекты—монпансье. Коньяк, ром.

Аптека. Кроме необходимого набора лекарств (походной аптеки), следует также иметь наиболее ходовые лекарства для лошадей, если таковыми располагает экспедиции.

б) Экспедиция на вьюках.

Общие данные. Если в исследуемой местности не имеется колесных дорог, то приходится прибегать к верховым переездам на лошадях *). В этом случае участники экспедиции едут верхом, а все снаряжение и багаж перевозится во вьюках. Снабжение провиантом и обо-

*) На юге пользуются верблюдами, на севере—оленями и собаками.

рудование экспедиции остаются такими же, как и в случае пользования лодкой; все же необходимо иметь в виду, что при вьючных перевозках надо особенно стремиться к возможному сокращению количества багажа. Необходимо по возможности придавать всем вещам удобный для навьючивания вид: избегать твердых ящиков и громоздких вещей

При работе в таежных местах, избегать перевозки станков для палаток, даже складных: они цепляются за деревья и тормозят передвижение.

В случае продолжительных маршрутов в открытой степной или горной местности, для снабжения экспедиции мясом можно с удобством гнать с собой небольшой гурт баранов.

Лошади. Лошади верховые выбираются спокойные, по возможности со спокойной рысью, что имеет большое значение при продолжительных поездках.

К вьючным лошадям пред'являются менее строгие требования. На каждую лошадь навьючивается от 50 до 80 кг, в зависимости от трудности пути и силы лошади. На верховую лошадь можно взять в торока и сумки не более 12—16 кг багажа. Лошади требуют внимательного ухода, особенно надо строго следить за состоянием спины, которая легко стирается. Целесообразно навьючивать на каждую лошадь по возможности одни и те же вьюки, так как лошадь движется увереннее с привычным вьюком. При переходе через топкие места, необходимо облегчить тяжесть вьюка.

Седла. Седла—верховые—наиболее удобны казачьи, киргизские и военные (пехотные); английские вовсе непригодны. Целесообразно запасаться седлами заблаговременно, так как местные седла бывают очень плохи. Вьючные седла имеются специального изготовления, но они, хотя и удобны, но довольно дороги. Можно с удобством пользоваться обыкновенными деревянными седлами с плотным потником и подушкой. Необходимо наблюдать, чтобы обе половины вьюка имели по возможности одинаковый вес и не качались. В пути надо следить за вьюками и поправлять их, во избежание перекашивания.

Вьючные ящики. Вьючные ящики. Для фотографических, канцелярских и разных мелких принадлежностей очень удобны вьючные ящики, обитые брезентом, размерами: высотой 45 см, длиной 35 см. и шириной 25 см; они соединяются ремнями попарно и перекидываются через седло.

Мешки и сумы. Вьючные мешки делаются из брезента, преимущественно для мягких вещей и соединяются попарно; сверху на седло можно положить, кроме того, и мягкий тюк, например, палатку, сухари) и укрыть его брезентом.

Вьючные сумы—брезентовые или кожаные—удобны для перевозки твердых предметов, например, ящика с нивелиром, аптечки, портфелей и проч.

Подробные сведения о вьючном деле помещены в книге М. Е. Грум-Гржимайло.

Проводники. На каждые 2—3 лошади надо иметь одного проводника, а всего не менее 2-х, так как навьючивать приходится вдвоем. На их обязанности лежит также разбивка лагеря и уход за лошадьми. Так как в таежных местах Сибири наблюдается масса комаров, мошки и проч. „гнуса", то приходится прибегать к усиленному окуриванию лошадей дымом, для чего разводятся костры („дымокуры"); необходимо строго следить, чтобы эти костры, во избежание лесных пожаров, тщательно тушились. Для предохранения лошадей от мошки и комаров, с успехом применяется обмазывание наиболее чувствительных мест смесью из дегтя и коровьего масла.

Заключительные данные. Хотя на первый взгляд приведенный перечень составлен излишне подробно, но мы считали целесообразным его привести, имея в виду, что во многих случаях он облегчит работу исследователя, находящегося в тяжелых условиях; этот перечень выработан нами на основании долголетнего опыта, при чем принят во внимание опыт и других исследователей, особенно В. В. Сапожникова.

Заканчивая краткий обзор вопросов, относящихся к организации исследований, следует подчеркнуть, что везде должно проходить красной нитью требование—вести работу по строго продуманному плану, с тем, чтобы все составные части исследований хорошо и полностью друг с другом увязывались, чтобы задержка в выполнении одной части работ не тормозила другой работы; не менее важно—проводить возможную специализацию работ, разбивая сложное целое на отдельные части; вместе с тем, при производстве исследований, всегда надо иметь в виду те цели, для которых исследования производятся; соблюдая возможную экономию во всем, надо в то же время стремиться к получению надежного материала; в тех случаях, когда точность тех или иных работ может быть без ущерба для дела понижена, не следует требовать излишней точности, но если работа имеет основное значение, то в таких случаях надо терпеливо и твердо добиваться требуемых результатов.

Контроль и приемка полевых работ. В заключение, следует сказать несколько слов о контроле полевых работ. Кроме указанных выше периодических об'ездов работ начальником партии, можно рекомендовать и непосредственную полевую проверку работ, например, контрольную повторную нивелировку между реперами, контрольную с'емку и пр. В конце полевого периода следует производить общую приемку работ, чтобы не было каких-либо существенных пробелов.

2. Учет работ.

Общие данные. Обращаясь к вопросам учета работ по исследованиям и их нормированию, вопросам, тесно примыкающим к организационной стороне исследований, следует заметить, что в этой области имеется сравнительно мало данных; любопытно также отметить, что лишь в самые последние годы вопросы учета и нормирования исследовательских работ получили некоторую разработку.

Рапортички. Для учета работ, удобно применять так называемые „рапортички", составляемые ежедневно по окончании работ техником, заведывающим работами того или иного отряда. Ниже приводится форма рапортички, применявшейся при исследованиях реки Волхова в 1923—1924 г. В этой рапортичке подробно отмечаются все обстоятельства работы, начало и конец ее, перерывы, время, потраченное на переезды, наименование выполненных работ и проч. На оборотной стороне рапортички отмечаются фамилии технического персонала, рабочих, данные, касающиеся камеральной обработки, а также указания о записях в табель. Таким образом рапортичка одновременно является основанием для документального составления табеля.

На основании рапортичек, нетрудно составить сводные ведомости и таблицы, иллюстрирующие ход работ и количество затраченной рабочей силы на ту или иную единицу работы.

Журнал работ. Образец журнала работ, ведущегося на основании рапортичек, помещен ниже (заимствован из материалов исследований р. Волхова).

Река . . . . . .

Партия. . . . . .

Год. . . . . .

РАПОРТИЧКА.

. . . . . .

ПОЛЕВАЯ РАБОТА.

Род работы						
Место работы.						
Переход к начальному пункту работ	Км	Спос. передв.	Час выхода ....час....мин.	Час прибыт. ...час....мин.	Время в пути ....час...мин.	
Возвращение из конечного пункта работ	Км	Спос. передв.	Час выхода ....час....мин.	Час прибыт. ....час....мин.	Время в пути ....час...мин.	
Время работы на месте работ.	Час нач. раб. ...час...мин.	Час конц. раб. ....час...мин.	Общее время ....час....мин.	Время перер. ....час....мин.	Рабочее время на месте работ. ....час...мин.	Рабочее время, включая переезды .....час.. ....мин.
Количество исполненной работы.						
Особые донесения.						

(Обратная сторона рапортички).

№	Должность.	Фамилия, имя и отчество.	Техн.	Дес. и ст. раб.	Шт. раб.	Под. раб.	Под. вод.	Лодк.			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

К А М Е Р А Л Ь Н А Я Р А Б О Т А.

Фамилия.	Описание работ.	Время.			
		Нач.	Кон.	Кол.	

Рапортичка подана „. . . . .“ . . . . . 192 . . . г.

Записано:

В табель шт. раб. . . . . .
„ „ подсн. раб. . . . . .
„ „ сверхур. раб. . . . . .
„ „ . . . . . .
„ „ . . . . . .
В ведомости работ . . . . . .
“ журнале „ . . . . . .

Подпись. . . . . .

Рапортичку проверил . . . . . .

ЖУРНАЛ РАБОТ.

ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ.

Числа и дни недели.		
Фамилии техников, десятников.		
Место работ.		
Погода.	Ясно.	
	Облачно.	
	Пасмурно.	
	Дождь.	
Урочно или сверхурочно.		
Количество исполненной работы.	Краткое описание произведен. работ.	
	Магистраль.	
	Нивелировка реперов.	
	Разные другие работы.	
Переход к начальному пункту работ.	Километры.	
	Способ передвижения.	
	Час выхода.	
	Час прибытия.	
	Время в пути.	
Возвращение из конечного пункта работ.	Километры.	
	Способ передвижения.	
	Час выхода.	
	Час прибытия.	
	Время в пути.	
Время работы на месте работ.	Час начала работ.	
	Час конца работ.	
	Общее время.	
	Время перерыва.	
	Рабочее время на месте работ.	
Рабочее время, включая переход из лагеря.		
Работ. сида и сверхурочн. часы.	Техники.	
	Десятники.	
	Ст. рабочие.	
	Рабочие.	
	Практикант.	

Камеральные работы.

Фамилии работавших.		
Описание работ.		
Время.	Начало.	
	Конец.	
	Итого часов.	

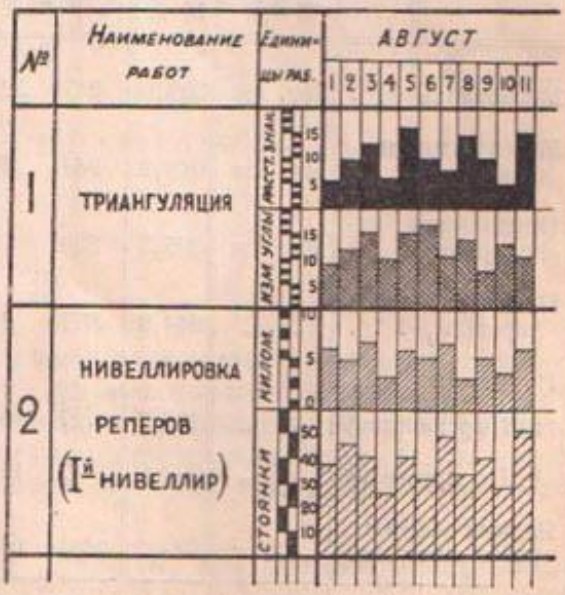
Графический и табличный учет.

Другой способ учета работ, подробно описанный инж. В. В. Валединским, основан на графическом изображении хода отдельных операций условными знаками на таблицах.

На первой таблице отмечаются за каждый день следующие обстоятельства: 1) организационные работы, 2) полевые работы, 3) хозяйственные работы, 4) канцелярские работы, 5) праздники, 6) дороги и проезды, 7) непогода, 8) болезни, 9) командировки, 10) обработка полевых материалов, 11) нерабочие дни по разным причинам. Приведенная классификация является примерной. Ведомость имеет следующий вид:

№№	Фамилия.	Должность.	Январь. Число месяца 1 2 3 4 5..31.	Февраль. Число месяца 1 2 3 4 5..28.	Декабрь. Число месяца 1 2 3 4 5..31.

Ведомость составлена для годового периода работы. В конце года или за тот или иной период составляется сводная таблица, где указывается общее количество дней, количество дней, затраченное по каждой из 11 вышеуказанных категорий, и процентное отношение дней по каждой категории к общему количеству дней, принимаемому за 100%.



Фиг. 173.

Вместе с тем, техником в конце каждого дня подается рапортичка; лучше всего рапортички заготовлять в виде книжек, имеющих корешки и талоны.

Данные рапортичек за каждый день наносятся графически на таблицах (фиг. 173), где все работы разделены по основным группам (отрядам), и для каждой группы приняты те или иные единицы: число стоянок, число километров и проч. В конце года (полевого периода) составляется сводная таблица, которая имеет, примерно, следующий вид:

	1		2				3	
	Магистраль		Нивелировка.				Промеры.	
			1-й нивел.		2-й нивел.			
	Число км.	Число углов.	Число км.	Чис. стоян.	Число км.	Число стоян.	Число км.	Число пром. точ.
Общее число единиц								
Число часов работы								
а) техников								
б) десятников								
в) рабочих								
Число часов на единицу . . .								

Затем можно сделать общую сводку, приняв основные измерители: погонный километр для магистрали, нивелировки, промеров и квадратный километр—для с'емки.

Пример. Ниже, в виде примера, приводится сводная таблица, составленная для работ по исследованиям р. Волхова.

Наименование работ.	Наименование единиц	Количество работ.	Затрачено дней на всю работу			Затрачено дней на един. работ			Примечание.
			Техников.	Десятников.	Рабочих.	Техников.	Десятников.	Рабочих.	
Магистраль . .	пог. км	305,6	247	239	2347	0,8	0,7	7,7	Под разными работами подразумеваются подготовительные хозяйственные работы, камеральная обработка полевых материалов, необходимых для работ следующего дня и разные мелкие технические работы.
Мензульная с'емка	кв. км	948,2	944	80	5856	1,0	0,1	6,2	
Продольная нивелировка . . .	пог. км	805,3	828	12	3444	1,0	0,01	4,2	
Поперечн. нивелировка	„ „	944,8	807	93	4425	0,8	0,1	4,7	
Промеры:									
а) По р. Волхову	„ „	187,7	127	56	993	0,6	0,3	5,3	
б) По притокам	„ „	323,0	42	111	466	0,1	0,4	1,4	
Разные работы (на всю площадь)	кв. км	948,2	2481	908	8978	2,62	0,96	9,68	
На всю работу	кв. км	948,2	5476	1499	26509	5,77	1,58	27,98	

На основании приведенных данных, уже нетрудно исчислить и стоимость работ.

3. Нормы.

Нормы НКЗ и ЮВ. Переходя к вопросу о нормах для производства водных исследований, следует сказать, что наиболее детально разработанными нормами являются „Временные нормы изыскательских работ по водному хозяйству и мелиорации", утвержденные в 1924 г. по Народному Комиссариату Земледелия РСФСР (дальше они называются сокращенно НКЗ), и „Урочное Положение для изыскательских работ в области водного хозяйства на Юго-Востоке России", одобренное в 1924 г. Краевым Экономическим Советом Ю. В. (сокращенно ЮВ).

Сравнение норм НКЗ и ЮВ. Указанные нормы построены по измерителям, отличным друг от друга: так, в нормах НКЗ за основной измеритель для с'емочных и промерных работ приняты стоянка, точка, в то время как в нормах ЮВ соответственно взяты 1 кв. км с'емки и 1 промерный профиль. Для нивелирных работ принят одинаковый измеритель—1 погонный километр (верста). В тех и других нормах принят 8-часовой рабочий день. Нормальные уроки исчислены для благоприятных условий работ; для условий же более трудных вводятся поправки, при чем характеристика условий работ и проценты надбавок приняты в рассматриваемых нормах разные.

Приведем для сравнения нормы для нивелировки; на 1 пог. километр требуется:

	I		II		III		IV		V	
	НКЗ	ЮВ	НКЗ	ЮВ	НКЗ	ЮВ	НКЗ	ЮВ	НКЗ	ЮВ
Старш. техник .	0,19	0,29	0,24	0,36	0,63	0,510	—	0,58	1,88	1,16
Рабочих	0,75	0,86	0,97	1,07	2,51	1,51	—	1,72	7,3	3,44
Подвод	0,19	0,14	0,24	0,17	0,63	0,25	—	0,28	1,88	0,56

Как видно из сравнения, приведенные нормы дают для трудных условий нивелировки (III, IV, V) мало согласные величины; это показывает, во-первых, на то, что величины коэффициентов учитывающих трудность условий работ, установлены суб'ективно, во-вторых, что вопрос о нормировании работ по водным исследованиям еще далеко не закончен разработкой.

Все же мы считаем полезным привести, для общей ориентировки, нормы главнейших работ, приняв за основу нормы ЮВ, как более соответствующие условиям водных исследований для целей судоходства и использования водных сил, чем нормы НКЗ, разработанные преимущественно для целей мелиорации. В означенные нормы нами введены некоторые изменения и поправки, в соответствии с данными нашего личного опыта.

Примерные нормы работ

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТ.	I	II	III	IV
I. Ведение магистрали.				
1) Выбор мест поворота магистрали, установка вех, разбивка пикетов, двойное измерение длин.				
На 1 км требуется:				
Техников	0,11	0,13	0,22	0,44
Рабочих	0,55	0,65	1,10	2,20
Подвод	0,05	0,07	0,10	0,20
Состав отряда:				
1 техник, 5 рабочих, 0,5 подводы. Норма в день	9,0	7,2	4,5	2,25
Условия работ:				
I легкие, II средние, III трудные, IV очень трудные.				
2) Измерение углов, с засечками на приметные пункты.				
На 1 стоянку требуется:				
Техников	0,08	0,11	0,17	—
Рабочих	0,17	0,22	0,33	—
Подвод	0,04	0,05	0,08	—
Состав отряда:				
1 техник, 2 рабочих, 0,5 подводы. Норма в день углов.	12	9	6	—
Условия работ:				
I легкие, II средние, III трудные.				
II. Ведение триангуляции.				
3) Выбор места и установка триангуляционного пункта.				
На 1 триангуляционный пункт требуется:				
Техников (инженеров)	0,11	0,17	0,33	—
Рабочих	0,22	0,33	0,66	—
Подвод	0,11	0,17	0,33	—
Состав отряда:				
1 техник (инженер), 2 рабочих, 1 подвода. Норма в день	9	6	3	—

по водным исследованиям.

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТ.	I	II	III	IV
Условия работ:				
I легкие, II средние, III трудные.				
4) Измерение углов:				
На 1 триангуляционный пункт требуется:				
Техников (инженеров)	0,13	0,17	0,26	—
Рабочих	0,25	0,33	0,50	—
Подвод	0,06	0,08	0,13	—
Состав отряда:				
1 техник (инженер), 2 рабочих, 0,5 подводы. Норма в день	8	6	4	—
Условия работ:				
I легкие, II средние, III трудные.				
III. Нивелировка (реперов и уровня воды).				
5) На 1 пог. километр (одиночного хода) требуется:				
Техников	0,25	0,33	0,50	1,00
Рабочих	0,75	1,00	1,50	3,00
Подвод	0,13	0,17	0,25	0,50
Состав отряда:				
1 техник, 3 рабочих, 0,5 подводы. Норма в день . .	4	3	2	1
Условия работ:				
I легкие, II средние, III трудные, IV очень трудные				
IV. Съемка мензульная.				
6) Съемка контуров (без рельефа), в масштабе 1 : 5000.				
На 1 кв. км требуется:				
Техников	0,40	0,50	1,00	1,33
Рабочих	1,60	2,00	4,00	5,38
Подвод	0,20	0,25	0,55	0,67
Состав отряда:				
1 техник, 4 рабочих, 0,5 подводы. Норма в день кв. км	2,5	2,0	1,00	0,75

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТ.	I	II	III	IV
Условия работ:				
I легкие, II средние, III трудные, IV очень трудные.				
7) Съемка рельефа (вместе с контурной) без вычислений в поле (в масштабе 1 : 5000).				
На 1 кв. км требуется:				
Техников	0,8	1,00	1,33	2,50
Рабочих	4,8	6,00	8,00	15,00
Подвод	0,4	0,50	0,67	1,25
Состав отряда:				
1 техник, 6 рабочих, 0,5 подводы. Норма в день кв. км	1,25	1,00	0,75	0,40
Условия работ:				
I легкие, II средние, III трудные, IV очень трудные.				

V. Промеры глубин.

В виду чрезвычайно большого разнообразия условий производства промеров, трудно дать сколько-нибудь определенные нормы для производства промеров. При организации названных работ, если не имеется судов с механическими двигателями, приходится организовывать работы, имея в виду прежде всего возможность технического выполнения этой работы, в соответствии с условиями течения и проч. Вообще можно отметить, что промерные отряды обычно легко справляются со своими заданиями и никогда не отстают от отрядов, выполняющих другие работы.

Для общей ориентировки, можно привести следующие нормы:

Промеры глубин с засечками, при длине профилей 100 — 200 м.

а) Промеры.

На один промерный профиль требуется:

Техников 0,02
Рабочих 0,10

Состав отряда: 1 техник, 5 рабочих.

Норма в день . . . . . 50 профилей.

б) Засечки:

На один промерный профиль требуется:

Техников 0,02
Рабочих 0,04

Состав отряда: 1 техник, 2 рабочих.

Норма в день . . . . . 50 профилей.

При производстве промеров на реках, шириной 200—500 м, приведенные нормы на единицу увеличиваются в полтора—два раза.

Приведенные нормы следует рассматривать, лишь как грубо-ориентировочные, при определении состава партий и количества рабочей силы.

Накладные и прочие расходы. При составлении смет на производство исследований, должны быть учитываемы, кроме стоимости полевых и кабинетных работ, также и следующие расходы.

1. Содержание Начальника исследований и его конторы.
2. Накладные расходы, связанные с содержанием личного состава: социальное страхование, отпуска и проч.
3. Приобретение инструментов, инвентаря и разного оборудования.
4. Заготовка реперов.
5. Доставка личного состава партии и инвентаря на работы и с работ.
6. Оплата порубок и потрав при исследованиях.
7. Разные расходы: раз'езды, почтово-телеграфные и канцелярские.
8. Наем помещений.
9. Непредвиденные расходы.

Стоимость единицы исследований. Обращаясь к определению стоимости единицы выполненных исследований, следует отметить, что в виду чрезвычайного разнообразия условий производства работ, их об'ема, целей и проч., трудно дать сколько-нибудь надежные нормы; в значительной мере, единичная стоимость зависит от того, в какой мере удается использовать работы партии в течение рабочего (летнего) периода. Нередко, по недостатку отпускаемых кредитов, приходится вести полевые работы в течение меньшего периода времени, чем это возможно по местным условиям; в этом случае, количество пройденных партией километров сокращается, а стоимость единицы повышается, так как сумму накладных расходов приходится раскладывать на меньшее число единиц. Большое влияние на стоимость производства работ влияет, конечно, сложность и детальность с'емки, в особенности с'емка рельефа. Как средние цифры (в довоенных рублях), можно привести следующие:

1 погонный километр облегченных исследований реки в довоенное время обходился 60 — 75 руб., а 1 километр подробных исследований рек—100 — 155 р., включая в эту сумму и обработку материалов. Довольно трудно дать точные цифры, так как обычно параллельно с исследованиями ведутся и проектировочные работы, стоимость которых зависит от чрезвычайно большого количества условий.

Об'ем задания. Что касается об'ема задания, которое может выполнить одна партия нормального состава в средних условиях в течение лета, то можно привести следующие примерные средние цифры:

подробных исследований рек	175— 225 км
облегченных исследований рек	300— 350 км
рекогносцировочных.	1500—2500 км.

Литература к главе XX.

1. Е. В. Близняк. Отчет об исследовании р.р. Енисея и Обь-Енисейского водного пути. 1912.
2. П. К. Ярославская судостроительная верфь. 1925.
3. Е. В. Близняк. Краткие практические указания для снаряжения экспедиций в глухие ненаселенные места Сибири. 1913.
4. М. Е. Грум-Гржимайло. Вьючное дело. 1905.
5. H. M. Wilson. Topographic, trigonometric and geodetic surveyng.
6. Отчет о работах по исследованию р. Волхова в 1923 г. (рукопись).
7. Бауэр. Как устроена моторная лодка. 1917.
8. В. В. Валединский. Техническая отчетность портовых изыскательских работ и норма их производительности 1922.
9. Н. К. З. Временные урочные нормы изыскательских работ по водному хозяйству и мелиорации. 1924.
10. Урочное положение для изыскательских работ в области водного хозяйства на Юго-Востоке России.
11. Материалы по исследованию р. Волхова. Вып. VIII.

ГЛАВА XXI.

Хранение материалов и документов исследований. Издание в печати материалов исследований.

1. Хранение материалов и документов исследований.

Общие данные. Законченные обработкой отчетные документы по исследованиям: планы, продольные профили, гидрометрические данные, записки и проч., а также полевые материалы: полевые книжки, планшеты и проч., сдаются на хранение в архивы тех учреждений, в ведении которых находятся исследования. Имея в виду, что далеко не все материалы подлежат изданию в печати, и что нередко, по прошествии нескольких лет, приходится либо продолжать исследования, либо производить исследования дополнительные, либо организовывать повторные (в случае значительных изменений в русле реки), на надлежащее хранение материалов исследований следует обратить серьезное внимание.

Основные задачи. При этом надлежит иметь в виду следующие задачи: 1) надежность сохранения документов и 2) надлежащая их систематизация, с тем, чтобы каждый, даже не принимавший участия в исследованиях, мог легко находить требуемые материалы и без затруднений ими пользоваться.

Помещение архива. Прежде всего надлежит обратить внимание на помещение для самого архива, избегая устройства архивов в подвалах, особенно если последние подвержены опасности затопления. Полы архивных помещений должны быть защищены от проникновения крыс; помещения должны быть сухие; необходимы также соответствующие противопожарные устройства.

Описи. Сдаваемые на хранение отчетные документы и материалы исследований должны сопровождаться подробной описью, с разделением материалов на отделы, с соответствующей нумерацией. Описи материалов по возможности должны быть напечатаны типографским способом, вместе с отчетами об исследованиях, с тем, чтобы эти описи впоследствии всегда могли бы быть разысканы в библиотеках, если бы экземпляр описи, сданный в архив, был бы утерян или испорчен.

Надписи на документах. На каждом документе: планшете, книжке, записке должна иметься прочная надпись, с указанием наименования партии исследований, реки (озера, водораздела), года и номера документа; надписи выполняются тушью от руки или посредством штемпелей типографской краской; что касается надписей, выполняемых посредством штемпелей обычной фиолетовой (синей) краской, то таковые надписи очень непрочны и скоро выцветают; недолго держатся и разного рода наклейки; поэтому лучше всего делать надписи непосредственно на переплетах книжек, на планшетах, на крышках ящиков прочной краской

(например, масляной краской, несмываемой тушью); удобно применять небольшие медные дощечки, с вытравленными надписями *), привинчиваемые к ящикам медными шурупами.

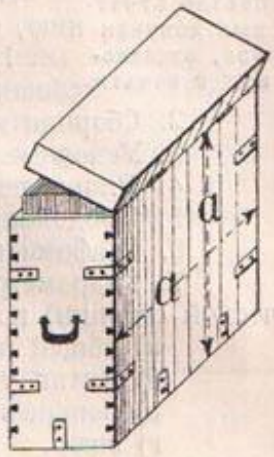
Хранение планшетов.

Обращаясь к деталям хранения отчетных документов и полевых материалов, начнем с алюминиевых планшетов.

Во время полевых работ алюминиевые планшеты хранятся и перевозятся в прочных деревянных ящиках (фиг. 174).

Законченные обработкой планшеты переплетаются в альбомы и заключаются в прочные ящики. Переплетание производится таким образом, чтобы каждый алюминиевый планшет мог быть вынут для продолжения работ и проч., и чтобы при переплетании не происходила деформация планшетов: очень удобно заготовлять альбомы соответствующего формата с карманами в картонных листах для помещения планшетов на подобие того, как это делается при хранении фотографических снимков и проч.

Во время обработки планшеты хранятся в специальных шкафах с большим числов полочек; каждая полочка предназначена для помещения одного планшета; можно применять хранение и в вертикальном положении, с устройством в шкафу вертикальных перегородок.



Фиг. 174.

Хранение полевых книжек и журналов.

Полевые книжки упаковываются или в сундуки или же, что удобнее, в специальные прочные небольшие шкафы; в таком виде ими удобно пользоваться и во время обработки; в каждом шкафу помещается 70—100 книжек.

Прочие документы помещаются в сундуки, металлические трубы, ящики.

Все без исключения ящики, шкафы и проч. должны быть снабжены прочными ручками для переноски.

Очень целесообразно обивать сундуки и ящики жестью. В каждом ящике, сундуке и проч. помещаются описи содержимого; упаковка материалов должна быть такова, чтобы требуемый документ мог быть вынут из ящика с наибольшей легкостью; поэтому целесообразным является размещение документов в один ряд.

Необходимо еще указать, что разного рода записки, ведомости, журналы должны быть переплетены, благодаря чему значительно облегчается пользование материалами, и они лучше сохраняются.

2. Печатание материалов исследований.

Значение печатания материалов.

Совершенно необходимо, чтобы материалы исследований издавались в печати возможно более подробно, так как только при таких условиях эти материалы будут доступны для общего пользования, и, кроме того, результаты исследований будут надежно сохранены, хотя бы в главных своих частях. Вместе с тем, желательно, чтобы не дожидаясь окончания исследований и полной обработки материалов, руководители работ опубликовывали бы как главнейшие данные о производящихся работах, так и законченные

*) Вытравливание надписей производится следующим образом: буквы надписи на медной дощечке наносятся черным лаком; затем дощечка подвергается действию азотной кислоты.

обработкой те или иные отделы. Такой порядок, кроме облегчения работ по изданию в печати, имеет еще и те достоинства, что дает возможность интересующимся исследуемой рекой, озером, водоразделом и проч. знакомиться с материалами без больших запозданий.

Вместе с основными материалами исследований, необходимо печатание также и тех проектов и проектных предположений, которые разрабатываются на основе собранных исследованиями материалов.

Состав отчетных документов, издаваемых в печати. В состав отчетных документов, подлежащих печатанию, обычно входят следующие.

1. Карта бассейна исследуемой реки, озера, или общая карта исследуемого района.
2. Сборная карта планшетов.
3. Условные обозначения.
4. Планы реки.
5. Продольные профили (полные и сокращенные).
6. Графики водомерных постов.
7. Гидрометрические данные, состоящие (для каждой гидрометрической станции) из следующих материалов:
   а) общей пояснительной записки,
   б) плана участка станции,
   в) поперечных профилей (гидрометрических створов),
   г) эпюр.
8. Метеорологические данные (общая сводка метериалов).
9. Ведомость реперов.
10. Геологические данные, состоящие из
    а) общей геологической карты,
    б) геологических разрезов.
11. Данные зимних исследований.
12. Лоцманские карты и лоции.
13. Краткая пояснительная записка, содержащая описание реки (озера, водораздела), способов производства работ и проектных предположений.
14. Данные экономических исследований.
15. Данные специальных исследований (исследования перекатов, наносов, подземных вод, исследования почвенные, исследования рыбного хозяйства, геоботанические и проч.).

В зависимости от об'ема и цели исследований, состав отчетных документов может изменяться, но, во всяком случае, все вышеперечисленные вопросы должны быть освещены.

Для удобства пользования материалами, обычно, они разделяются на две части:

1) Основные карты, планы, продольные профили и графики, с приложением пояснительной записки, содержащей краткую характеристику реки, озера, водораздела, и краткое описание способов составления напечатанных материалов. Эти материалы издаются в виде альбома.

2) Прочие материалы: описания, записки, таблицы, проектные предположения и проч. — издаются в виде книги, разделяемой иногда на выпуски.

Форматы изданий. Не касаясь способов составления отчетных документов, подробно описанных выше (глава XIV), перейдем к рассмотрению организации и выполнения издания и самой техники печатания.

Первым вопросом, который приходится разрешить, является установление форматов издания. Обычно избираются два формата: первый (большой) для карт, планов, графиков и второй (обыкновенный)

для прочих материалов (описаний, записок, проектных предположений), при чем особо сложные чертежи могут издаваться также в большом формате.

Применяемые в книгопечатании форматы следующие: в лист (in folio), когда бумажный печатный лист вмещает четыре страницы и имеет один сгиб, в четвертую (in quarto), когда имеется 8 страниц (два сгиба), в восьмую (in octavo) — 16 страниц.

Для записок, монографий и проч. обычно применяется формат в восьмую, редко в четвертую.

Что касается размеров самих страниц, то таковые зависят от размеров бумаги.

Ходовыми размерами являются: высота страницы 25 — 27 см и ширина 16 — 18 см (издания б. Управления внутренних водных путей имели преобладающий формат 26,5 × 17,5 см); иногда применяется формат 35,0 × 26,5 см, если приходится помещать в тексте крупные рисунки и графики. Точные размеры формата зависят от размеров листов бумаги; в некоторых странах форматы печатаемых книг нормированы; ниже приводятся форматы, нормированные в СССР в 1924 г.

Форматы бумаги в СССР.

№№ форматов.	I (почтовый).	II	III	IV	V	VI	VII	VIII (писчий).
Размеры основных форматов в см . . .	62×88	62×94	68×100	76×100	72×108	76×114	82×114	72×90
Размеры производных форматов:								
1/2	44×62	47×62	50×68	50×76	54×72	57×76	57×82	45×72
1/4	31×44	[31×47	34×50	38×50	36×54	38×57	41×57]	36×45
1/8	23×31	[23 1/2×31	25×34	25×38	27×36	28 1/2×38	28 1/2×41]	22 1/2×36
[1/16 . . .	15 1/2×23	15 1/2×23 1/2	17×25	19×25	18×27	19×28 1/2	20 1/2×28 1/2	18×22 1/2]

При выборе форматов для планов, профилей, графиков необходимо учитывать не только размеры бумаги, (чтобы формат бумаги был использован наиболее экономно и чтобы не было больших обрезков бумаги, но и принимать во внимание оборудование (размеры камней и проч.) той литографии, где будет происходить печатание.

Изданные до 1925 г. б. Министерством Путей Сообщения планы русских рек имеют следующие главные форматы:

Формат 1-й, 69,0 × 56,0 см, применен при изданиях рек б. Отделом Статистики и Картографии.

Формат 2-й (альбомный), 73,5 × 45,0 см, для более новых изданий; повидимому, он является более экономичным.

Кроме указанных форматов, можно встретить, как исключение, еще формат квадратный, соответствующий размерам планшета. В отношении печатания, этот формат мало экономен, получаются большие обрезки бумаги и, кроме того, литографские камни используются недостаточно; зато подготовка к печатанию упрощается, так как печатаемые планы представляют собой копию планшетов, имеющих квадратную форму.

Планы Рейна (издан. 1899) имеют формат 55×36 см.

По установлении форматов, необходимо твердо их держаться и наблюдать, чтобы все издания трудов партии строго соответствовали выбранным форматам; является необходимым также соблюдать и однообразие шрифтов.

Способы печатания карт, планов, графиков.

Переходя к описанию способов печатания карт, планов, графиков (в большом формате), следует отметить, что на увеличение стоимости издания значительное влияние оказывает число красок и тонов, применяемых для изображения названных документов; но в то же время наглядность документов и удобство пользования ими много выигрывают от применения нескольких красок; поэтому следует держаться среднего решения, а именно: ограничиваться строго необходимым числом красок и тонов; при выборе того или иного цвета, необходимо придерживаться утвержденных условных обозначений и избегать применения сходных по оттенкам тонов (например, темно-желтый и оранжевый, темно-голубой и синий и т. д.).

Планы рек в последние годы издавались в МПС. преимущественно в 4 краски, при чем русло реки изображалось в 3—4 тона.

Планы.

Так как основным и преобладающим по об'ему материалом являются планы рек, то на технике их печатания следует остановиться несколько подробнее.

Основными способами печатания планов являются: 1) литографский—на камне, металле и проч. и 2) посредством металлического (обычно алюминиевого) клише, с применением фотографии.

Литографский способ.

Сущность литографского способа заключается в том, что на специальном (литографском) гладком камне или на медной, стальной доске наносится рисунок, с которого производят печатание, покрывая камень (доску) краской. Так как при литографском способе приходится переводить оригинал тем или иным способом вручную, то, естественно, с изобретением фотографии, стали применять последнюю для перевода оригинала фотографическим способом на доску (металлическую) для получения так называемого клише, печатание с которого производится в обычном порядке; наиболее употребительными металлами, применяемыми в указанном переводном процессе, являются (см. ниже, стр. 265) цинк (цинкография) и в особенности алюминий (альграфия). Однако, несмотря на значительное упрощение способа печатания при применении фотографии, литографский способ дает более совершенные оттиски. Наилучшие результаты получаются при нанесении рисунка непосредственно на меди (гравирование), и таким способом печатаются карты и планы с тонкими штрихами и мелкими надписями; за границей, например, в Англии, все морские карты печатаются с гравюр на меди. Однако, печатание указанным способом обходится дорого, работа требует хорошо подготовленных специалистов, печатание идет медленно; поэтому этот способ для печатания материалов водных исследований обычно не применяется.

Что касается литографского способа на камне, то и здесь различают два приема:

1) непосредственное нанесение рисунка на камень и

2) перевод с оригинала.

В обоих случаях процесс начинается с подготовки поверхности камня посредством шлифовки; когда поверхность камня готова для восприятия рисунка, последний наносят на камень посредством литографских (автографских) чернил, специального литографского карандаша; изображение рисунка наносится обратное (зеркальное). Когда рисунок нанесен, камень покрывают посредством губки раствором кислоты (соляной или друг.), с тем, чтобы контур выступил рельефнее; затем смазывают камень специальным раствором, содержащим гуммиарабик, для предохранения камня от воспринятия краски в тех его местах, где нет контура рисунка, после чего вставляют камень в литографский станок (машину), накатывают на камень посредством валика краску и производят печатание. В случае выполнения на камне гравировки, процесс ведется аналогичным способом.

Если печатание производится в несколько красок, то для каждой краски изготовляют особый камень, и печатание производится последовательным накладыванием каждого оттиска на все камни.

Второй так называемый переводный способ нанесения рисунка на камень, заключается в следующем: с оригинала снимают ручным способом копию на специальной прозрачной бумаге („на плюре") автографскими (литографскими) чернилами; затем накладывают исполненную таким образом копию на подготовленный, согласно вышеизложенного, камень, накрывают сверху листом бумаги, смоченным слабым раствором кислоты (соляной), кладут еще один лист сухой бумаги и посредством пресса делают оттиск (перевод) на камень; при переводе надо следить, чтобы давление не было чрезмерным, во избежание раздавливания штрихов. Когда перевод сделан, дальнейшее печатание производят, аналогично описанному выше.

В случае применения литографского способа печатания планов, в литографию доставляются оригиналы без предварительной подготовки, и перевод на камень тем или иным способом обычно производится распоряжением литографии; на Начальника партии в этом случае возлагается обязанность общего наблюдения за выполнением работ, корректуры и проч. Иногда исполнение копий на плюре производится в партии, если в составе последней имеются соответствующие специалисты.

Фотоальграфия. Во втором способе печатания планов, как указано выше, пользуются для получения перевода фотографией; этот способ, с переводом на алюминий (фотоальграфия), широко применяется русским Главным Гидрографическим Управлением с 1903 г. Сущность указанного способа состоит в следующем *).

Если печатание производится в одну краску и если оригинал исполнен черной тушью, то перевод можно делать непосредственно с оригинала, при условии, если последний исполнен достаточно ясно, четко и изящно.

В противном случае, приходится снимать копию на обыкновенной полотняной кальке тушью—черной (не разбавленной), при чем для каждой краски снимается особая калька.

При изготовлении оригиналов необходимо иметь в виду соблюдение резкой разницы в толщине штрихов, так как впоследствии, при

*) Описание процесса составлено по материалам личного осмотра мастерских Главного Гидрографического Управления в Ленинграде и по данным, помещенным в труде В. В. Мессера.

печатании с клише, эта разница в значительной мере сглаживается, и четкость плана может понизиться.

Когда оригинал готов, производится его фотографирование на обыкновенную светочувствительную пластинку в специальной камере; в картографических мастерских Главного Гидрографического Управления такой камерой служит целая комната (темная); оригинал же помещается в соседней комнате, и изображение его передается посредством системы призм на светочувствительную пластинку. По получении негатива, приступают к печатанию с него на алюминиевую пластину, покрытую светочувствительным слоем (раствор хромированного альбумината, гуммиарабика и аммиака). Негатив вставляется в копировальную раму, вместе с алюминиевой светочувствительной пластинкой, после чего производится экспозиция (при дуговых лампах).

После копирования алюминиевая пластина натирается тинктурой (асфальт, краска, воск, скипидар и пр.), затем погружается в воду и проявляется. По окончании проявления пластина сушится и ставится на свет. Последней операцией является травление, для укрепления краски на штрихах, а также для того, чтобы чистые места клише не держали краски; травление производится дважды раствором гуммы и фосфорной кислоты, после чего клише промывается и по высушивании передается для печатания.

Хотя, как указано выше, фотоальграфия по качеству работы уступает печатанию с медных гравюр, но зато она обходится дешевле, и печатание может быть выполнено в более короткий срок.

Печатание продольного профиля, графиков водомерных постов и проч.

Следующим отчетным документом, который обязательно издается в печати, является продольный профиль. Техника его печатания ничем не отличается от описанной выше.

Равным образом, те же способы применяются и для печатания графиков водомерных постов, геологических, гидрометрических и других отчетных документов.

При составлении оригиналов перечисленных материалов, необходимо обратить внимание на возможно более лучшее использование бумаги, для чего графики должны располагаться компактно, в не слишком крупном масштабе.

Во всех случаях печатание планов, графиков и пр. производится, в целях удобства пользования, на одной стороне листа бумаги.

Печатание карт.

Некоторую особенность может иметь печатание карты исследуемого района, особенно если карта издается в мелком масштабе с мелкими надписями; в этом случае применение фотоальграфии не особенно желательно, и лучше пользоваться литографским способом, по соображениям, изложенным выше.

Равным образом, при печатании карт специального назначения (например, лоцманских), приходится устанавливать особые форматы; наиболее употребительным форматом следует признать $36 \times 22^1/_2$ см (лист писчей бумаги).

Альбомы.

По напечатании всех материалов исследований, как-то: планов, профилей, графиков и проч., они помещаются в специально изготовляемую папку или переплетаются в виде альбома (последнее менее удобно). В папку вкладывается, в виде брошюры, или помещается на особом листе краткая пояснительная записка с описанием реки, с указанием способов производства исследований, с перечнем реперов и их отметок и пр. главнейших данных, облегчающих пользование материалами. Обязательно, в числе других материалов, должен быть помещен в папке

(альбоме) лист с изложением содержания альбома, лист принятых условных обозначений, сборная карта планшетов (см. выше, стр. 157).

На каждом листе, на каждой карте должно быть напечатано название реки, озера, водораздела и проч., наименование партии, год исследований и год печатания; это важно в том отношении, что в случае, если листы альбома будут разрознены, всегда легко можно будет установить, что изображено на данном листе, и к какому году относится этот документ.

Печатание записок, описаний и проч.

Чтобы закончить описание способов издания в печати материалов исследований, остается еще остановиться, хотя бы вкратце, на печатании монографий, записок и пр., относящихся к исследованиям.

Печатание производится типографским способом; иллюстрации же и мелкие чертежи выполняются посредством цинкографии, для чего изготовляются клише с оригиналов фотографических снимков, чертежей, графиков и проч. Само собой разумеется, что оригиналы должны быть исполнены черным цветом; при этом, в целях экономии, нередко применяются уменьшенные масштабы, что фотографически делается очень просто. Однако, для того, чтобы клише, по уменьшении масштаба, выходили четкими, необходимо при вычерчивании оригиналов заранее предвидеть размер уменьшения и выполнять чертеж более толстыми штрихами, а равно увеличивать соответственно размер цифр и букв; в противном случае, цифры и буквы, по уменьшении масштаба, могут получиться настолько малыми, что их нельзя будет прочесть; равным образом, излишне тонкие линии, по уменьшении, выйдут недостаточно отчетливо.

Необходимо иметь в виду еще одно требование для составления чертежей, намечаемых к помещению в тексте, а именно: установление и соблюдение основного формата; за таковой обычно применяется вышеуказанный формат книги (28 — 27 × 16 — 18 см); если не иметь в виду определенного формата, то нередко впоследствии, при печатании, приходится перечерчивать чертежи; равным образом, следует избегать применения большого числа красок, а стараться, по возможности, изображать всё черным цветом, применяя разного рода условные обозначения, пунктиры, штриховку и проч.

Особо сложные чертежи и графики могут печататься на листах большого формата, в подлежащих случаях—в несколько красок; печатание таких чертежей производится теми же способами, которые описаны выше, или же изготовляются клише соответствующего размера и в требуемом количестве посредством цинкографии.

Если число чертежей и графиков большого формата велико, то целесообразно собирать все чертежи в особый атлас.

Что касается самой техники печатания текста, то на этом мы не будем останавливаться, указав лишь на необходимость тщательной подготовки рукописи к печати с тем, чтобы во время печатания никаких исправлений текста по существу не производилось; следует еще отметить, что рукописи, сдаваемые в печать, должны переписываться на одной стороне листа бумаги, для удобства набора. Следует еще отметить, что в основу всех расчетов и выполнений типографских работ принимается так называемый „печатный лист“ в 40.000 типографских знаков; обычно 16 страниц текста сброшюрованной книги (в $^1/_8$ л.) составляют печатный лист.

В заключение, считаем существенно важным обратить внимание на одно обстоятельство, а именно, на необходимость при каждом издании (карт, планов, книг и проч.) печатать несколько экземпляров

(не менее 10) на хорошей бумаге, не содержащей древесной массы. Это делается с целью более надежного сохранения, хотя бы нескольких экземпляров издания в течение долгих лет, так как книги, напечатанные на плохой бумаге, подвержены опасности полного уничтожения из-за недолговечности плохих сортов бумаги. Означенные экземпляры номеруются, переплетаются и помещаются на хранение в главнейших библиотеках.

Отметка о номерованных экземплярах делается на оборотной стороне заглавного (титульного) листа издания.

Следует иметь в виду, что книгопечатание является трудным искусством, и для того, чтобы получить изящно и хорошо напечатанную книгу, требуются большое умение и опыт.

Литература к главе XXI.

1. П. Ф. Симоненко. Промышленная фотография. 1901.
2. П. И. Карулин. Техника литографии. 1923.
3. П. В. Мессер. Руководство по гидрографическим работам. 1924.
4. М. Н. Щелкунов. История и техника книгопечатания. 1926.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.

Аар 114
Абакан 11
Автоматическая рейка 30
Азимут географический 152
Акустические промерные приборы 90, 95
Акустический счетчик 109
Алазань 13
Алдан 12
Александров И. Г. 13
Альбомы 139, 259, 264
Альбрехт 110
Алюминиевые листы, планшеты 61, 66, 73, 74, 163, 259
Амгунь 11
Амслер 108, 109
Аму-Дарьинская Экспедиция 12.
Аму-Дарья 13, 239
Амур 10, 11, 14
Аналитический способ вычисления расходов 120
Ангара 10, 12, 13
Андреев Л. Б. 14
Анкета 140
Аншюц 198
Аппарат фотографический 136
Аптека 245
Арало-Каспийская Экспедиция 13
Аргунь 11
Архив 258
Арысь 13
Астрономический пункт 50, 140, 152, 177, 180, 189
Архимедес (мотор) 238
Атлас 265
Аэро-с'емка 77, 209
Багор 29, 242, 243
Базен 126, 222
Базис 53, 55, 58, 61, 82, 187, 193
Байкал 14, 15, 193, 197
Бакан 200
Баксан 13
Балхаш 12
Баргузин 11
Баржевой (передвижной) пост 23, 34, 162, 175
Барказ 82, 239.
Батометр 132
Батометр-тахиметр 132
Белая 11, 13
Беломорско-Балтийский водный путь 11
Бем 198
Берг Л. С. 14
Бесядь 12
Бечева 242
Берже 220, 228
Бернадский 130
Бия 12, 13
Бийск 10
Башмаки для нивеллировки 67, 68, 70
Близняк Е. В. 30
Богословский С.А. 183
Богуславский Н. Б. 10
Боровский 138
Брандвахта 234, 235, 236
Бровки берегов 167
Будка для зимних измерений 127
Бумага 216.
Бурея 11
Буровая скважина 223
Буссоль 185
» в жидкости 178
» спиртовая 178
» Шмалькальдера 178
Бухтарма 13
Бязь 243
Валединский В. В. 251
Варианта выбор 211
Варианты направлений 208, 209
Васильев В. А. 13
Васильев С. А. 11
Ватерпас 29, 167
Ватерпасовка 77
Вах 209
Ведение книжек 49
Ведомость реперов 148, 149, 260
Верблюды 245
Вертикали гидрометрические 113, 114
Вертушки 107, 108
» карманная 110
» Экмана 202
Верхне-Волжский бейшлот 13
Весло 243
Весовой способ 131, 132
Ветлуга 12
Ветра наблюдение 31
Ветра направление и сила 107
Весенний горизонт 70
Веха плавучая 200
» угловая 53, 54
Вещества растворенные 132
Вилюй 12
Витебск 10
Витим 11, 12
Витковский В. 61, 152, 153
Влажность воздуха 107
Водомерные посты 13, 23, 24, 25, 28, 33, 106, 162, 175, 190, 191, 214, 219, 227, 234
Водная мощность 106
Водомерные наблюдения 33, 183, 188
Водоносность 226
Водонепроницаемость 226
Водоразделов исследования подробные 211
Водоразделов исследования облегченные 217
Водораздел 141
Водохранилища 210
Волга 10, 11, 12, 13, 88, 42
Волго-Донской водный путь 11, 12
Волнение 70, 191
Волхов 10, 11, 12, 13, 42, 43, 69, 72, 77, 78, 87, 238, 252
Вскрытие рек 25, 30, 31
Вьюки 237, 245, 246
Выветривание 223
Выг 11, 13
Вымь 11
Вычегда 11, 52, 59
Вюртембергская система 11
Вязовых 13
Гаевский К. С. 52
Гайош 90, 91, 110
Галсы косые 85, 86, 169, 171, 172
Гангилье-Куттер 222
Гарляхер 119
Гаусс 63, 64
Гейс 198
Гелиотроп 194
Географические координаты 49, 50, 151, 152, 189

Географические названия 149
Географический меридиан (истинный) 61, 62, 63, 65, 163, 177, 187
Географические сетки 151, 153, 154
Геологические разрезы 260
» исследования 149, 157, 173, 175, 182, 204, 210, 215, 223
Герлях 165
Герц 137
Гидравлический радиус 126
Гидрометрический мостик 115
Гидрометрические наблюдения 105, 171, 201, 214, 220, 228.
Гидрометрические приборы 107
Гидростатический профилограф 90
Гидрометрическая станция 105, 170, 173, 175, 234, 260
Гидрометрический створ 112
Гидрометрического створа направление 113
Гидрометрия 108
Глиссер 239
Глубина средняя озера 207
» наибольшая 89, 149
» наименьшая 80
Глуховский 12
Глушков В. Г. 13, 14, 132
Годовой расход 130
» сток 106, 131
Год средний гидрологич. 221
Горизонтали 76, 78, 89, 154, 160, 167, 214
Горизонты наивысшие 141, 219
Горизонты наинизшие 141, 219
Горизонт условный 99, 100, 104, 201
Гравюра 277
Графики водомерных постов 33, 34, 149, 260, 264
Графики обработки материалов 147
Графики передвижного поста 36
Графо-аналитический способ 119
Гребень берега 156
Грейнер 36, 113
Груз вертушки 107
Грум-Гржимайло Е. М. 246
Грунтовые воды 225
Давление воздуха 107
Дальномер 68, 164, 165
Двойная нивеллировка 66
Двина Северная 10
» Западная 10, 11
Диаграмма Нэпира 186, 187
Диксона остров 158
Динамометр 55
Девиация 178, 180, 185, 186, 187
Десна 10, 12
Днепр 10, 11, 13, 14
Днепровско - Висленский водный путь 12
Дождемер 192
Документы отчетные 150, 157, 210, 228
Дон 10, 11, 14, 152
Донец Северный 11, 14, 152
Донный контакт 109
Долблинка 242
Донный лед 127, 128, 129
» скорости 127
Длина исследован. водных путей 15
Дриженко 14, 15
Дубовская Гидр. станция 13
Дымокур 246
Дюбуа 127
Евгенов 188
Елогуй 209
Енисей 11, 14, 36, 44, 52, 54, 59, 61, 63, 68, 69, 81, 83, 87, 95, 96, 97, 125, 128, 141, 152, 157, 158, 159, 169, 171, 209, 240, 245
Енисейск 11, 61, 63, 83, 152
Енисей Урянхайский 11
Жилинский 12
Жуковский Н. Н. 132
Журнал водомерных постов 32, 149
» вычисления срезки 102
» глазомерной с'емки 179
» координат 60
» мензульной с'емки 169
» нивеллировки 69
» продольного профиля 104
» работ 247, 250
» триангуляции 57
» фотографических работ 139
Завинчивание свай 42
Задача геодезическая прямая 153
Задача геодезическая обратная 153
Заторы 25, 30, 31, 141
Закладная точка 152, 153
Закруглений разбивка 213
Замерзание реки 23, 30
Заносимость озера 201, 226
Запасы гидравлической энергии рек 9
Записка пояснительная 154, 158, 182, 228, 260, 265
Запорожье 12
Заростание озер 201
Засечка 49, 50, 75, 169
» промеров 82, 83, 84, 85, 199
Затопление 72, 225
Зея 11, 14, 52
Землетрясения 223
Зеравшан 13
Зимние исследования 127, 141, 149, 158, 223, 260
Зимние промеры 87
» расходы 127, 128, 221
Зимний режим 106, 107, 204
Зимний режим озера 226, 227
Зингер Макс 227
Знаки приметные 175, 176, 227
Знаки угловые 53
Игольчатый лед 128, 129
Ижма 11
Избыток сферический 194
Измерение скоростей течения вертушкой 117
Измерение углов 49, 52, 56, 58, 177, 193, 194
Изобаты 89, 195
Изогипсы 195
Или 11, 12
Ильмень озеро 14, 193.
Ингул 12
Интеграционный метод 118
Инструкция (водомерная первая) 10
Инструкция для исследования водных путей (перечень) 19, 20
Инструменты 222, 223, 240, 241
Интенсивность отложения наносов 134
Иогансон Е. Г. 11
Иордан 59, 78
Иркут 12
Иртыш 10, 11, 13
» Черный 11
Испарение 107, 226
Использование водных сил 167
Исследования водоразделов 208
Исследования водоразделов облегченные 217
Исследования водоразделов подробные 211
Исследования водоразделов рекогносцировочн. 208
Исследования геологические 149, 157, 173, 175, 182, 204, 210, 215, 223
Исследования гидробиологические 201
Исследования гидрохимические 201
Исследования гидрофизические 201
Исследования источников гидравлической энергии 80

Исследования ихтиофауны 201
Исследования облегченные рек 161, 231
Исследования озер 120, 135, 190
Исследования описные 17
» планктона 201
» почвенно - ботанические 226
Исследования притоков 134, 204, 223
Исследования рек подробные 219, 230, 231
Исследования рек рекогносцировочные 174, 175, 227
Исследования рыбного хозяйства 226
Исследования сплавных рек 182
Исследования экономические 154, 173, 205, 216, 224, 227, 260

Кадастр водный 16, 221
Казань 10
Кама 10
Камера фотографическая 136
Камера зеркальная фотографическая 137
Камско-Тобольские исследования 239
Камско-Тобольский путь 11
Кан 157
Канцелярские принадлежности 244
Кара-Дарья 12
Карманная вертушка 110
Карстовые образования 223, 227
Карта 175, 177, 227
Карта бассейна 149, 154, 260
Карта геологическая 260
» лоцманская 158, 260
» сборная 149, 152, 154, 260
» сокращенная 182
» судоходная 158
Катунь 13
Качание реек 67
Кельтма Северная 11
Кемчик 169
Кемь 11, 13
Кениг Е. Л. 11, 14
Кери 67
Кеть 180
Кипрегель 73
Кларк 61
Клевант 176
Клише 262
Клязьма 11
Книжка водомерная 32
» гидрометрическая 117
» нивеллировочная 69
» нивеллировки поперечной 77
Книжка промерная 85
Ковда 13
Колва 12
Колебания вековые уровня воды 191
Коллекция фотографических снимков 150
Коллэ 132
Колонна (репер) 28, 43
Колосов С. А. 88
Кольджир 13
Кольрауш 130
Комары 243, 246
Комната темная 137
Компас в жидкости 185
Конгресс Международный Геодезического Союза 71
Консервы 245
Контора партии 234
Контроль нивеллировки 79
» водомерных постов 31
» работ 246
» с'емки рельефа 168
Координаты географические 49, 50, 151, 152, 189
Координаты прямоугольные 59, 154, 166
Координат вычисление 159
Котельников 96, 98
Корешок (водомерный) 32, 38

Корректура 265
Кочерин Д. И. 126
Коэффициент вертушки 110
» дальномера 75, 163
» лота 81
» мутности 134
» стока 131, 215, 221, 222
» шероховатости 222
Краски (при печатании) 262
Красноярск 61, 63, 83, 125, 141, 152, 157, 158, 169
Кривая зимних расходов 128
» колебания уровня воды 29
» подпора 220
» продолжительности расходов 220
» расходов 24, 106
» расходов (построение) 120
» средних скоростей 119
» стока интегральная 220
» тарировочная 111
» элементарных расходов 119
Кристаллический лед 129
Кровать 243
Кроки 49, 188
Круг Секки 203
Кронштадт 68
Кучинская Гидрологическая станция 111
Кубань 11, 42
Кума 12
Кумо — Манычская Экспедиция 13
Кура 11
Курчум 13
Лавка 241
Лагерь 235
Лагутин А. Н. 11
Ладожское озеро 14, 193
Лед донный 127, 128, 129
» игольчатый 127, 128, 129
» кристаллический 129
Ледостав 31, 33, 107
Ледоход 24, 26, 27, 30, 31, 70, 107, 33, 141
Лена 11, 12, 188
Лесосплав 183
Лимб 241
Лимниграф 30
Линейка швейцарская 51, 166
Линия наибольших глубин 157
» равных расходов 89, 122, 148
» средняя 157
» судового хода 89, 148
Литографский способ 262, 263
Лист заглавный
» печатный 265
» титульный 266
Лодка 238, 241, 242, 243
» моторная 82, 83, 238
Лот 80, 176
Лотлинь 81, 148
Лот Рихтера 196
Лоция 157, 158, 159, 260
Лоцман 241
Лоцманская Каменка 14
Лоцманская карта 157, 158
Лошади 246
Лунка 87, 127
Люлька подвесная 114
Лют 110
Магистраль 48, 52, 68, 162, 163, 180, 192, 194, 213, 219
Максимов С. П. 13
Малка 13
Мана 157
Манжеты 128
Мариинская система 11, 12
Марки 28, 44, 45
Марков Е. С. 206
Масло 244
Масштабы 74, 155, 157, 158, 182, 189, 227
» с'емки 74, 189
Материалы литературные, картографические и проч. 20

Материалы строительные 141
Мая 12
Медведица большая 177
» малая 177
Мелиорационные исследования 12
Мензула 73
Мензульная с'емка 162, 165, 166
Мера нормальная 51
Меридиан географический (истинный) 61, 62, 63, 65, 163, 177, 187
Мессер В. В. 266
Месячный расход 130
» сток 130
Метеорологические наблюдения 107, 192, 215, 220, 222, 260
Метеорологические станции 192, 215
Мешок дорожный 244
» спальный 243
Мид 224
Минусинск 141
Модуль стока 215
Молодых И. Ф. 179, 181
Москва 44
Москва-река 11, 12, 241
Моторная лодка 82, 83, 238
Мотор переносный 82, 238
Мощность гидравлической установки 218
Места 13
Мунт 92
Мургаб 12
Муть 134
Мюллер 203
Мясо 245
Наблюдения водомерные 33, 183, 188
Наблюдения метеорологические 107, 192, 215, 220, 222, 260
Набор (типографский) 265
Навигационно-Описная Комиссия 10
Нагон воды 24
Надписи 258, 259
Названия географические 149
Наибольшая поверхностная скорость 126
Наибольшая глубина 89, 149
Наименьший расход 105
Накладка на план 160
Наклейка бумаги 73
Нактоуз 185
Наметка 80
Намыв русла 104, 122
Наносы 131, 134, 106, 110, 25, 27, 141, 226, 227
» взвешенные 131
» влекомые 132, 227
Напор 219, 227
Направление гидрометрического створа 113
Направление струй 106, 108
» течения в озере 202
Нарова 42
Нарын 13
Начальник исследований 229
» партии 229.
Нева 11, 13
Невязка с астрономическими пунктами 151, 189
» базиса 61
» в измерении углов 194
» в с'емке 75, 76
» при нивеллир. 70
» при триангуляции 61, 62
» с'емки мензульной 166
» угловые 50
Негативы 138, 139
Нивеллировка 66, 176, 183, 214, 228
» барометрическая 176, 188
» горизонтов воды 66, 70, 162, 220
» двойная 66
» (нормы) 252, 253, 254
» поперечн. 77
» прецизионная 71, 72
» реперов 61, 66, 69, 162, 194, 217, 220
» с дополнительн. точками 79
Нивеллиры 67, 68
» с буссолью 167
Никифоров Н. М. 8, 14
Никополь 114
Ниппольд 130
Номерация свай 27
Нониус 241
Нормальная мера длины 51
Нормирование 247
Нормы 253—257
» ведения триангуляции 254
» измерен. углов 254, 255
» кабинетных работ 159
» магистрали 254
» промеров глубин 256
» с'емки мензульной 255
» с'емки рельефа 256
Нуль водомерного поста 31
Нэпир 186, 187
Обвалы 223
Облачность 107
Ока 10, 11, 14
Об'езды гидрометрические 105
» водоразделов 209, 213
Об'ективы 137
Об'ем задания подробных исследований 257
» задания облегченных исследований 257
» задания рекогносцировоч. исследований 257
» воды озера 206
» с'емки 76
Об'емный способ 131, 132
Обозначения условные 146, 260
Оборудование инструментами 232, 233, 240
» партии 232, 233, 234
» фотографическое 137
» чертежной 146
Обработка водомерных наблюдений 33, 34
» высотных данных 78
» материалов 145, 205
» промеров 88, 172
» с'емки 180, 189
» с'емки рекогносцировочной 189
Образцы отчетных документов 146
Обращение с геодезическими инструментами 241
Обручев В. А. 204
Обувь 242
Обходы водоразделов 209
Обь - Енисейский водный путь 11, 166, 211, 212
Обь - Енисейская партия 95, 158
Обь 209
Обь - Енисейские исследования 42, 43, 44, 46, 167
Одеяло 243
Озер исследования 120, 135, 190
Озер исследования история 14
Озерные течения 109
Озер типы 226
Окраска реек 66
Окуривание 243
Олени 245
Онежское озеро 14, 193
Омь 13
Описание реки 149, 228
» реперов 46
Описные исследования 17
Опись материалов 146, 258
Оползень 225
Опорная сеть (водомерных постов) 23
Опытовый бассейн 111
Организация исследований 229, 234
Орхон 12

Осадки 29, 107, 19, 21, 226
Ось инструмента 241
Отметка окончат. 71
Отпечатки 139
Отряды 229
Отт 108, 109, 110, 111
Падение пластов 223
» реки 24
Пакорэ Э. 220
Палатки 235, 236, 243, 246
» для с'емки 74
Палицын Е. А. 14
Параллель 154
» основная 152
Пеленгатор 185
Пеленг 187
Перевалы 141
Перевод (литографский) 263
Перевозка 237
» инструментов 241
Передвижной (баржевой) водомерный пост 23, 34, 162, 175
Передвижения способы 238
Перекидки 49, 68, 70
Перерывы в работе 70
Печатания способы 262
Переход с планшета на планшет 164
Печатание 262, 263
Персонал технический 229
Печатание записок 265
Печатание карт 264
» материалов исследований 259
Печора 11
Пешня 19, 87, 127
Пикетаж 213
Пикеты 49, 144
Питание людей 237
» водораздельного бьефа 210
» озера 226
Плавание ночное 141
Планшеты алюминиевые 61, 66, 73, 163, 259
» мензульные 73, 205
Планы озера 205
» реки 149, 150, 182, 260, 262
Пластинки фотографические 137, 138
Платье 243
Пленки фотографические 137, 138
Площадь озера 206
Поверхностные скорости 122
Погоды наблюдение 31
Подвижка льда 31
Подземные воды 141, 224
Подпор 24
Подсчет отметок 71, 148
Подтопление 225
Подушка 243
Пойма 74, 79, 141, 167, 178, 227
Покров снеговой 129
Полярная звезда 177
Помещение 234
Понижение уровня воды озера 226
Понтон гидрометрический 114
» промерный 87
Поперечная нивеллировка 77
Поплавки 122, 124, 125
Пороги 25, 70
Порча свай 29
Пост баржевой (передвижной) 23, 34, 162, 175
» водомерный 13, 23, 24, 25, 28, 33, 106, 162, 175, 190, 191, 215, 219, 226, 233
» дождемерный 192, 215
» испарительный 215
» реечный 25, 26
» свайный 25, 26, 27
» смешанный 25
Посуда 244
Потенот 200
Почвенно-ботаническ. исследование 226
Правила обращения с геодезическими инструментами 241
Прайс 108, 109
Прецизионная нивеллировка 71, 72
Прибор Грейнера водомерный самопишущий 36, 113
Приведение к условному уровню (см. срезка).
Приводка к нулю 33
» отметок 71
Приемка работ 247
Принадлежности водомерного поста 29
Принадлежности канцелярские 244
Принадлежности охотничьи, рыболовные 244
Припасы с'естные 245
Припять 12
Притоки 24, 25, 106, 134, 204, 223
Притоков исследования 134, 204, 223
Проба воды 203
Проверка водомерных постов 31
» ленты 51
» полевых книжек 146
» с'емки 76
Проводники 246
Продовольствие 241
Продолжительность расходов воды 220
Продольного профиля журнал 104
Продольный промер 168
» профиль 149, 155, 182, 217, 260
Продольный профиль сокращенный 149, 157, 217
Проекция картографич. 152
» цилиндрическая 152
Прозрачность воды 203
Промерный понтон 87
Промерный прибор Гайоша 90, 91
Промерный прибор Мунта 92
Промерный прибор Серебрякова 92
Промерный прибор Фергусона 92
Промерный прибор Штехера 91
Промеров обработка 88, 172
Промеры глубин 28, 81, 82, 84, 162, 168, 169, 170, 175, 176, 183, 188, 194, 198, 214, 217, 220, 227, 231
» весенние 88
» в мелких местах 85
» зимние 87, 200
» повторные 80, 104
» на Енисее 83, 84
» озера по квадратам 199
» по косым галсам 85
» по проволоке 201
» прибрежной полосы озера 195
» продольный 87, 88, 176
» продольниками 88
» с засечками 82, 199
» точность 171
» тросу 81, 198
» чашки озера 195
» фарватеров 195
Просеки 52
Простирание пластов 223
Протяжение внутренних водных путей 8
Профилограф гидростатич. 90
Профиль продольный 149, 155, 182, 217, 260
Профиль продольный (печатание) 264
Профиль разлива 151, 154
Прохождение 1-го судна 23, 31
Прохождение последнего судна 23, 31
Проявление пластинок 137
Пульсация 117
Пунсон 42
Рабочие 229, 230, 231
Разбивка галсов 86
» поперечных профилей 86

Разделение водных исследований 18
» партии 229
Размыв русла 104, 122, 221
Разрезы геологические 260
Рапортичка 247, 248, 249, 251
Расстояние от нивеллира до рейки 67, 68
Расход воды 108, 119, 175, 201, 210, 215, 218, 227
Расход воды годовой 130
» месячный 130
» суточный 130, 131
» зимний 127, 128, 221
» минимальные 218, 228
» накладные 257
Расходимость измерен. длин 48
» нивеллировки 70
Рейка автоматическая 30
» водомерная 26, 27, 29
» мензульная 14, 86
» наклонная водомерная 26
» нивеллирная 66
» постоянная 25
» системы инж. *К. В. Близняка* 30
Рейки поверка 163
Рейн 24, 157, 158, 262
Рекогносцировки 181, 234
» маршрутные 182
Рекогносцировочные исследования рек 174, 175, 227
Реперы 25, 26, 28, 38, 104, 140, 162, 175, 176, 191, 192, 210, 211, 217, 219, 230
» буровые 44
» винтовые 28
» вспомогательные 38, 46
» высотные 38
» основные 38, 40
» плановые 38
» потайные 40
» разборные 42
» столбы 41
Реперов ведомость 148, 149, 260
» нивеллировка 61, 66, 69, 162, 194, 217, 220
Ржавление реперов 41
Ризенкампф Г. К. 13
Рион 11, 13
Рихтер 196
Родевич В. М. 8, 10, 11, 14
Рыбинск 10
Рыбного хозяйства исследования 226
Сало 33
Самопишущие промерные приборы 89, 90
Самопишущие промерные приборы гидростатические 89
Самопишущие промерные приборы с промерным грузом на тросе 89
Самопишущие приборы с промерной жесткой штангой 89, 90
Самопишущие приборы акустические 89, 90
Сапоги 244
Сапожников В. В. 247
Саратов 88
Сближение меридианов 50, 61
Сборная карта планшетов 149, 151, 152
Сброс 223
Свая винтовая 42, 43
Сведения гидрологические 140, 141, 173, 182
» использования водных сил 140, 142
» исторические 142
» картографические 141
» о гидросиловых установках 142
» о рабочей силе 142
» о способах передвижения 142
» по мелиорации 140, 143
» по рыбному хозяйству 140, 143
» санитарно-технические 143
Сведения судоходные 140, 142, 173, 182
» технические 140, 141, 173, 182
» топографические 140, 173, 182
Свая винтовая 28
Светофильтр 138
Свирь 12, 13
Связка горизонтов воды 70
» планшетов 166
» с нивеллировками 69
» с'емок 76, 165
» с марками 69
Связующие точки 69
Сгон воды 24
Сгонные ветры 25
Себестоимость гидроэлектрической энергии 225
Северный Донец-Днепр 11 (водный путь).
Сегежа 11
Седла 246
Сейша 191
Секки 202
Селемджа 11
Селенга 11
Селенга Монгольская 11, 12
Серебряков 92
Сетка географическая 151, 153, 154
» от комаров 243
Скважина буровая 223
Склонение магнитной стрелки 63, 154, 163, 177, 185
Склонение солнца 63, 64
Скорости донные 127
» под ледяным покровом 127, 128
» течения 175, 177, 182
Смета исследований 229
Смоленск 10
Снаряжение походное 244
Снимки панорамные 178
» пробные 138
Собаки 245
Собирание сведений 140, 205, 216
Советов С. А. 14
Составление карт 155
Состав отчетных документов, издаваемых в печати 260
Состав партии 230, 231
Сочур 180
Сплав 182, 183
Сплавных рек исследования 182
Сравнение вариантов 211, 212
Средний суточный уровень воды 130
Средняя скорость 116
» » на вертикали 117
Средства передвижения 234
Срезка 89, 99, 100, 101, 103, 104, 148, 172, 176, 201
Станции гидрометрические 105, 170, 173, 175, 234, 260
Станции метеорологические 192, 215
Старицкий А. К. 11
Стаут 122
Стоимость единицы исследований 257
» облегчен. исследований 257
» подробн. исследований 257
Сток 106, 131, 215, 220, 221, 222
Столбы деревянные 46
Столик (походный) 243
Судость 12
Сумы 245
Суна 11, 13
Сунгари 11
Сунгача 11
Сундуки 244, 259
Суточный расход 130, 131
Сура 10
Сухона 10, 11, 13
Сухари 242, 245
Сфероид 61
Счетчик 110
» акустический 109

Схема организации 234
Сылва 12
Сыр-Дарья 12
Сюжеты фотографической с'емки 139
С'емка 162, 175, 176, 183, 214, 227
» водоразделов 209
» второстепен. протоков 76, 166
» контуров 73, 74, 194, 220
» мензульная 162, 165, 166
» морская 185, 187
» рельефа 73, 76, 77, 161, 167, 168, 194, 217, 220
» с плота 189
» с парохода 178
Таблица Гаусса 64
Таблицы Иордана 78
Табуреты 243
Тара 13
Тарирование вертушек 42, 107, 110, 111
Тарировочная кривая 111
Тахеометрическая с'емка 77
Тахеометры 77
Тверца 11
Теберда 13
Теджен 13
Тейхман О. О. 11
Температура воды 23
» воздуха 23, 29, 192, 107
Терек 12
Тесдорф 68
Тетерев 12
Тетюши 13
Течение озерное 109
Тилло А. А. 11
Типы озер 226
Тихвинский водн. путь 11
Ткварбули 130
Тобол 11, 14
Толщина льда 23, 29, 87, 128, 129
Томск 10
Томь 10
Топенант 96
Точка закладная 152, 153
Точность воздушной магистрали 165
» измерения углов мензулой 165
» прецизионных нивеллировок 71
» с'емки 75
» » рельефа 79, 168
» уровня 67
Трал 80, 95
Траление 95, 98
Трал Котельникова 96
» простейший 95
Треножники 240
Триангуляция 52, 53, 192, 193, 213, 214, 219
Триангуляция озера 193
Тригонометрические пункты 50
Труба зрительная 241
Труфанов А. А. 126
Туба 11
Тулома 13
Тунгузка 12
Тунгузка Нижняя 12
Тура 11, 14
Увеличение трубы 67
Увязка отметок 71
» планшетов 153
» с'емки 50, 151
Указатель географических названий 154
Уклоны 106
Уле 203
Уменьшение чертежей 265
Упаковка инструментов 240, 241
» пластинок 238
Уравнение вертушки 110
» расхода 121
» условные 153
Урал 12
Уровни 29, 241
» с запасной камерой 68
» (с'емные) 67
Уровень моря 71
Усадка бумаги 73, 163
Условные обозначения 146, 149, 155, 156, 260
Условный горизонт 104
Урунгу 11
Условный средний рабочий уровень 119, 120
Уссури 11, 13
Установки (гидросиловые) гидроэлектрические 142, 218, 219
Установки реек 67
Устойчивость русла 103
Усыхание озера 227
Учет работ 146, 247
» » графический 146, 247, 251
» » табличный 251
» чертежных работ 160
Уфа 11, 13
Ухта 11
Фадеев П. А. 10
Фарман 239
Феннель 55
Фергусон 92, 95
Фидман А. И. 11, 165
Фиктивные элементарные расходы 125
Фильтрация 226
Финансирование гидросиловых установок 225
Фонарь 29
Форель 191, 203
Форма полевой книжки рекогносц. с'емки 178
Форматы 146, 261, 262, 264, 265
» бумаги СССР 261
» изданий 260
Фотоальграфия 263, 264
Фотографич. аппарат 136
» работы 136, 173, 175, 182, 188, 205, 210, 224
» снимки 156
Фотос'емка 77
Футшток 80
Фюлли 218
Характеристика рельефа 167
» сплавного пути 184
Химический метод 107, 129
Хлеб 241
Хмызников П. К. 188
Хранение материалов 258
» планшетов 259
» полевых книжек 264
Цвет воды 203
Цейс 137
Цинкография 262, 265
Чарыш 12
Часы 29
Чашки озера 194
Чемодан 244
Черноморско - Балтийский водный путь 11
Чиков В. В. 13
Чирчик 12
Число вертикалей гидрометрических 114
» водомерных наблюдений 29
» красок при печатании 262
» точек при с'емке рельефа 78
Чувствительность вертушки 109
Чувствительность пластинки 138
Чудское озеро 14
Чулым 11, 13
Чумыш 12
Чу 13
Швейцарская линейка 51, 166
Шексна 11, 14
Шекснинско-Северо-Двинск. водный путь 11
Шест 242, 243
Шилка 11, 14
Широта средняя 61
Шкаф 259
Шмалькальдера буссоль 178
Шпиндлер И. Б. 14
Штат (партии) 229
Штехер 91
Штыри заершенные 46
Шурф 223
Экземпляры изданий нумеров. 266
Экман 202, 203

Экономическая записка 159
Экономические исследования 154, 173, 205, 216, 226, 260
Экспедиция на вьюках 245
» на лодках 242
» по исследован. источников главн. рек 11
Экспедиция по орошению на Юге России и на Кавказе 12
Экспедиция по осушению болот (западная) 12
Экстраполяция кривой расходов 121
Электрический счетчик вертушки 110
Электропроводность 130
Элементарный расход 116
Элементарн. расход фиктивный 125
Элементарный расход насосов 134
Элементы вариантов 209
Эссен А. М. 14
Эпюра невязок 71
Эхо-лот 90, 95, 197, 198
Юрты тяголовые 10
Ярославль 13
Ясмунд 116
Ящик 241, 259
Ящики вьючные 246