

155  
11

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

Государственный ордена Трудового Красного Знамени  
гидрологический институт

08 APR 1975

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
УПРАВЛЕНИЯМ ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ  
№ 85

р

Изучение гранулометрического состава  
донных отложений рек

Ленинград  
1974

Одобрено

Центральной комиссией ГУМС по приборам  
и методам получения и переработки гидро-  
метеорологической информации 19 июля 1973г.

### В в е д е н и е

Сведения о гранулометрическом составе донных отложений речных наносов являются необходимыми исходными данными в различного рода расчетах транспорта наносов, суммарного стока взвешенных и влекомых наносов, русловых деформаций, заиления водохранилищ, а так же для определения физико-механических свойств грунтов при гидротехническом строительстве, разработке и добыче нерудных полезных ископаемых и при решении других задач.

Данные о крупности донных отложений имеются, в основном, по крупным и средним равнинным рекам с песчаным и песчано-гравелистым руслом. Данные о составе отложений наносов горных рек очень ограничены и часто недоучитывают крупные фракции.

В последние годы несколько расширилась сеть постов, изучающих донные отложения на малых и средних равнинных реках, а также некоторых горных реках.

В настоящее время около 1200 пунктов сети Гидрометслужбы занимаются изучением стока взвешенных наносов и только около 700 из них производят наблюдения за гранулометрическим составом донных отложений, хотя очевидно, что такие наблюдения должны быть обязательной составной частью комплекса изучения речных наносов. В связи с этим каждому УГМС необходимо в течение ближайших лет организовать наблюдения за донными отложениями на всех станциях и постах, осуществляющих измерения стока взвешенных наносов.

Анализ материалов по гранулометрии донных отложений на сети УГМС, выполненный в связи с подготовкой справочников "Ресурсы поверхностных вод СССР", обобщение результатов инспекций состояния изучения наносов на сети Гидрометслужбы, а также специальные натурные и экспериментальные исследования состава отложений различных рек, выполненные в лаборатории наносов ГТИ, выявили существенные недостатки в постановке изучения гранулометрического состава донных отложений и необходимость усовершенствования методики наблюдений.

Настоящие Методические указания обобщают накопленный опыт работ и направлены на усовершенствование методики изучения донных

отложений и повышение точности результатов гранулометрического анализа при одновременном значительном сокращении объема полевых и лабораторных работ.

В Методических указаниях существенно переработаны рекомендации по методике наблюдений за донными отложениями наносов (в особенности горных рек) и их лабораторной обработке, имевшиеся в Наставлении, вып. 6, ч. I, изд. 1957 г.; некоторые разделы включены вновь.

В главе I подробно изложена усовершенствованная методика наблюдений за донными отложениями равнинных рек. Для изучения крупности донных отложений горных рек предлагается новый фотографический метод, разработанный в лаборатории наносов ГТИ. Даются рекомендации по отбору проб грунта в русле и способам их осреднения. В главе 2 приводятся новые таблицы гидравлической крупности частиц (табл. 2), температурных поправочных коэффициентов (табл. 3), скоростей падения наибольшей частицы при анализе на фракциометре (табл. 4), сроков закрывания зажимов фракциометра (табл. 5) и сроков отбора проб пипеткой (табл. 6). Этими таблицами следует пользоваться при выполнении гранулометрических анализов не только проб донных отложений, но также и проб взвешенных наносов. Глава 3, содержащая рекомендации по обработке фотографий крупных донных отложений и вычислению полного гранулометрического состава, написана заново. Изменения и дополнения к таблицам, помещаемым в Ежегодники, отражены в главе 4. В приложении даются примерные нормы на лабораторные работы по наносам.

С выходом в свет настоящих Методических указаний утрачивают силу § 296-299, 331-351, а также таблицы 31-34 и таблица поправочных температурных коэффициентов (§ 304) Наставления, вып. 6 ч. I, изд. 1957.

Внедрение фотографического метода на сети станций ГУГМС следует проводить постепенно. На первом этапе целесообразно применить этот способ на 1-2 станциях в каждом УГМС, имеющим посты на горных реках, в последующие 2-3 года УГМС смогут использовать опыт этих станций и распространить фотографический метод на остальные станции.

Методические указания составлены в лаборатории наносов ГТИ мл. научн. сотрудн. Г.А.Петуховой под редакцией канд. геогр. наук И.В. Боголюбовой.

## I. Натурное изучение донных отложений

### I. Приборы и методика наблюдений, применяемые на равнинных реках

1. Гранулометрический состав донных отложений речных наносов, удельный и объемный вес, содержание органических веществ изучаются путем отбора проб в русле с последующей их лабораторной обработкой.
2. В зависимости от характера грунта, глубины и скорости потока для отбора проб донных отложений используются различные приборы. На крупных и средних равнинных реках рекомендуется применять отборник проб донных отложений ГР-86 (рис. 1), может быть использован и дночерпатель (рис. 2). На малых равнинных реках рекомендуется применять штанговый дночерпатель ГР-91 (рис. 3) и донный шуп ГР-69 (рис. 4). До оснащения всех постов приборами ГР-86, ГР-91 и ГР-69 разрешается использовать также шуп Аполлова и донный шуп ГТИ.

Отборник проб донных отложений ГР-86 предназначен для взятия проб несвязных и слабосвязных донных отложений со дна рек, каналов, озер и водохранилищ с глубиной до 30 м и скоростью течения до 2 м/с. Отборник рассчитан на работу с троса с применением лебедок или дистанционных гидрометрических установок ГР-64, ГР-70. Прибор снабжен съемными дисками-грузами. Проба забирается со дна ковшом, приводимым в действие натяжением несущего троса в момент начала подъема отборника. При этом ковш поворачивается вокруг своей оси, врезается в грунт, забирая пробу. После забора пробы режущие кромки ковша прижимаются к резиновой прокладке, предохраняя пробу от вымывания. Объем ковша 300 см<sup>3</sup>. Общий вес прибора 43 кг, вес без съемных дисков 35 кг.

Дночерпатель представляет собой ковш, состоящий из двух шарнирно соединенных створок, вращающихся на горизонтальной оси. Прибор на тросе с открытыми створками опускается на дно, створки удерживаются при помощи цепочек и крыка-сбрасывателя, который при ударе о дно освобождает цепочки. При подъеме створки закрываются и захватывают грунт. Дночерпатель предназначен для отбора проб грунтов от пылевато-глистых до песчано-гравелистых, рекомендуется использовать прибор при глубинах до 10 м и скоростях течения до 1 м/с.

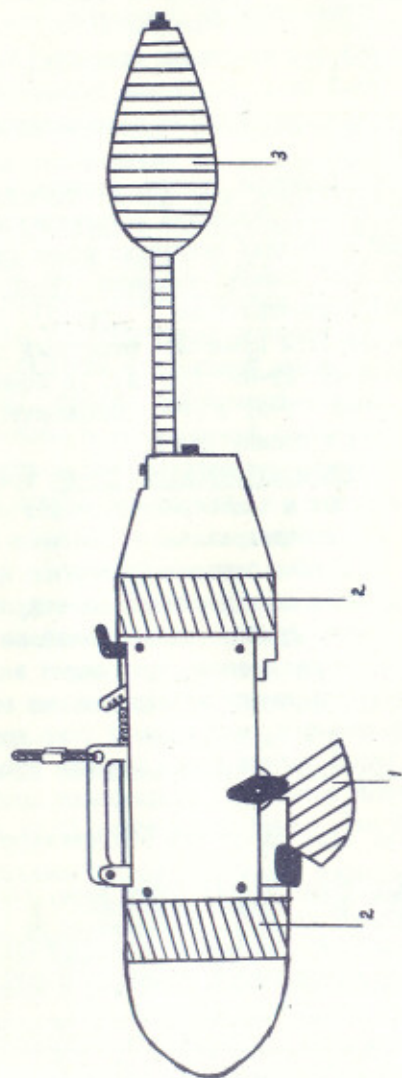


Рис. 1. Отборник проб донных отложений ГР-86.  
1 - заборный ковш; 2 - съемные диски; 3 - стабилизатор.

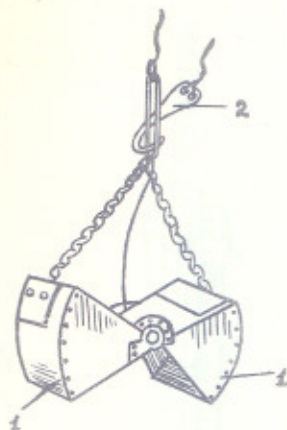


Рис. 2. Дночерпатель.  
1 - створки ковша; 2 - крюк-сбрасыватель.

Штанговый дночерпатель ГР-91 предназначен для взятия проб илистых и песчано-гравелистых донных отложений со дна рек, каналов, озер и водохранилищ при глубинах до 2 м и скоростях течения до 2 м/с и рассчитан на работу со штанги ПИ-13 или ПИ-17. Прибор можно применять при глубине до 4 м, если скорости течения не превышают 1 м/с. Для взятия проб дночерпатель укрепляют на гидromетрической штанге и опускают с открытым ковшом, удерживаемом в таком положении фиксатором. Прибор плотно прижимают к дну и одновременно натягивают вверх гибкую тягу. При этом фиксатор освобождает ковш, который под воздействием пружин врезается в дно и забирает пробу. Режущие кромки ковша прижимаются к резиновой прокладке и обеспечивают сохранность отобранной пробы. Емкость заборного ковша 300 см<sup>3</sup>. Вес прибора 3,5 кг.

Донный щуп ГР-69 предназначен для отбора проб донных отложений в водотоках и водоемах с илистым, песчаным, гравелистым и мелкогалечным дном, с глубиной до 6 м и скоростью течения до 1 м/с. Прибор состоит из заборного стакана и противовеса. Заборный стакан с противовесом может свободно вращаться на цапфах в вертикальной плоскости.

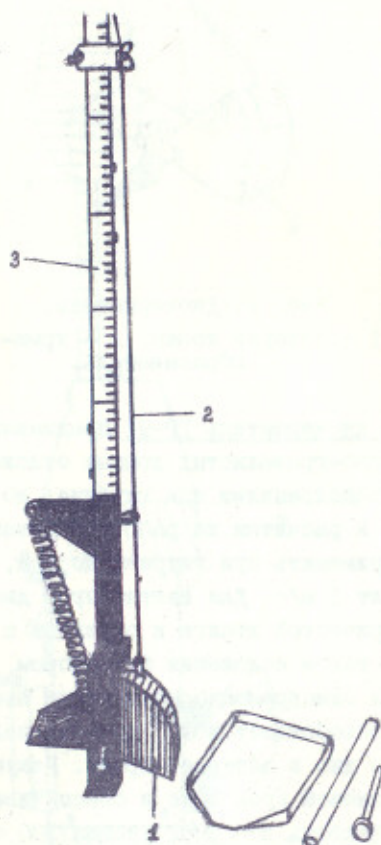


Рис. 3. Штанговый дночерпатель IP-91.  
1 - заборный ковш; 2 - гибкая тяга; 3 - штанга.

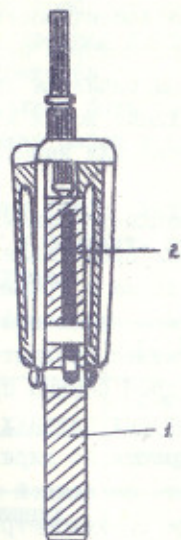


Рис. 4. Донный щуп IP-69.  
1 - заборный стакан; 2 - противовес.

Конструкция прибора обеспечивает надежность его работы и предохраняет стакан с противовесом от перевертывания в момент опускания прибора. При взятии проб щуп опускается на дно и вдавливается в грунт, при этом давление грунта передвигает поршень вверх. Отобранная проба доставляется на поверхность в перевернутом состоянии (заборным стаканом вверх). В верхней части прибора имеется наконечник, на который крепится гидрометрическая штанга или насадка для шеста. Вес прибора 4 кг, объем отбираемой пробы 175 см<sup>3</sup>.

- Отбор проб донных отложений производится наблюдателем на основном гидрометрическом створе. Если по каким-либо причинам отобрать пробы грунта на основном гидростворе нельзя, они отбираются на дополнительном створе, расстояние которого от основного г/с (выше или ниже) указывается в метрах в этикетке к пробе (см. п. 9). За одну дату отбирается несколько проб донных отложений по ширине русла.

4. При назначении количества отбираемых в русле проб необходимо предварительно оценить изменчивость крупности отложений по ширине реки. Оценка изменчивости состава отложений и назначенные количества проб, которое необходимо отбирать в русле за одну серию (дату), выполняется специалистами отдела гидрологии ГМО и лаборатории химии вод и атмосферы по материалам наблюдений за прошлые годы или непосредственно на гидрометрическом створе.

5. В створах, где наблюдается значительная изменчивость крупности (донные отложения представлены многофракционным составом от тонких илов до песка с гравием) для получения характеристики среднего состава отложений в русле с точностью  $\pm 20\%$ , необходимо одновременно отбирать 10-12 проб.

Точки взятия проб обычно приурочиваются к скоростным вертикалям. В некоторых случаях при большой неравномерности распределения крупности по ширине русла пробы донных отложений следует отбирать на каждой промерной вертикали.

В створах, где гранулометрический состав донных отложений в различных точках русла представлен одним видом грунта (например, илом, песком или гравием), основной фракционный состав которого находится в диапазоне 3-4 фракций, достаточно отбирать 5-7 проб, распределив их по ширине русла через одну скоростную вертикаль.

6. При организации изучения донных отложений на постах, ранее не производивших таких наблюдений, следует в течение первого года назначать 10-12 точек отбора проб в русле. После первого года наблюдений количество точек отбора проб может быть сокращено до 5-7, если окажется, что состав наносов в русле достаточно однородный.

7. Каждая отобранная проба помещается в отдельный мешочек (плотный матерчатый или полиэтиленовый) и просушивается до воздушно-сухого состояния в закрытом помещении.

8. После просушивания из каждой пробы способом квартования выделяется часть, характерная для данного образца. С этой целью проба распыляется на листе бумаги, тщательно перемешивается шпателем или совочком, разравнивается слоем примерно в 1 см, затем насыпается в виде конуса, вновь разравнивается и опять перемешивается. После двух-трехкратного перемешивания конус разделяется ножом на четыре примерно равные части, из которых берется одна или две части (в зависимости от веса каждой про-

бы и их числа) и взвешивается навеска 50-100 г. Из таких одинаковых по весу частей проб, отобранных в разных точках русла, составляется одна средняя проба, которая и направляется в стационарную лабораторию.

Вес средней пробы должен быть достаточным для выполнения всех видов лабораторных работ и составлять от 500 г до 1 кг.

9. Направляемую в лабораторию пробу следует упаковать в пронумерованный плотный мешочек и снабдить этикеткой, в которой должно быть указано следующее:

Река - пост	р. Белая - с.Петровка
Дата отбора проб	4 апреля 1972
Место и способ отбора	гидроствор I; ГР-86
Количество проб, объединенных в среднюю пробу	10
№ мешочка	4
Наблюдатель	Иванов

10. Отбор проб донных отложений на равнинных реках следует производить 4-6 раз в году в разные фазы водного режима: на подъеме, пике и спаде половодья, в период летне-осенних паводков и в межень.

## 2. Методы, приборы и оборудование, применяемые на горных реках

11. Для изучения гранулометрического состава донных отложений горных рек с валунно-галечным руслом рекомендуется фотографический метод. Если использование этого метода затруднено, то применяется обмер частиц поверхностного слоя отложений.
12. Определение гранулометрического состава донных отложений горных рек следует выполнять 1-2 раза в год при низких уровнях в межень, когда достаточно хорошо просматривается дно или его часть на прибрежных участках, островах и косах, расположенных в районе поста.

Состав донных отложений определяется на площадках размером  $1 \times 1 \text{ м}^2$  в тех местах, где отложившиеся наносы являются характерными для данного участка и не образуют крутых навалов. В зависимости от местоположения и конфигурации осушенной (косы, острова, прибрежной отмели) или малозатопленной части русла, площадки располагаются либо вдоль течения, либо перпендикулярно, а в случае достаточной ширины осушенной части русла и в шахматном порядке. Расстояние между площадками 3–5 м.

13. Для получения надежной средней характеристики гранулометрического состава донных отложений (с точностью  $\pm 20\%$ ), если визуально обнаруживается значительное различие крупности на участке наблюдений, то определение состава производится на 5–7 площадках. При однородном составе отложившихся наносов достаточно 3–5 площадок. Место изучения гранулометрического состава и необходимое количество площадок назначается Гидрометстанцией или ГМО.
14. Предлагаемый фотографический метод определения гранулометрического состава крупных донных отложений обладает рядом преимуществ по сравнению с такими способами как обмер частиц и визуальное определение фракционного состава. Фотографический метод позволяет изучать крупность поверхностного слоя донных отложений без нарушения их естественного состояния, значительно сокращает затраты труда и времени в полевых условиях, отвечает допустимой точности гранулометрического анализа ( $\pm 3\%$ ).
15. Сущность метода заключается в фотографировании отложений и последующем определении количества частиц различных фракций на фотографии.

На фотографируемую часть русловых отложений накладывается металлическая масштабная рама-сетка размером  $1 \times 1 \text{ м}$ , разделенная шнуром или проволокой на квадраты  $10 \text{ см} \times 10 \text{ см}$ . При этом раму-сетку следует располагать горизонтально для того, чтобы на фотографии не получилось значительного искажения масштабной сетки и размеров отдельных частиц.

16. Для фотографирования образцов могут быть использованы фотоаппараты "Киев", "ФЭД", "Зоркий", "Зенит", "Ленинград" с применением съемных широкоугольных объективов "Диптер-12", "Мир-1", "Орбон-15", "МР-2", а также фотоаппарат "Смена".

17. Прежде, чем приступить к фотографированию образцов, необходимо в полевых условиях выяснить тип отложений с тем, чтобы установить имеется ли естественная отмстка из наиболее крупных наносов или же крупность наносов равномерно распределена в толще отложений. Для этого нужно на осушенном участке русла снять верхний слой отложений на глубину самой крупной частицы на сравнительно небольшой площади  $0,25\text{--}0,5 \text{ м}^2$  и визуально сравнить крупность поверхностного и более глубокого слоев отложений.
18. Образцы донных отложений фотографируются с высоты около 2 м. Фотографирование выполняется с помощью штатива или с рук. В последнем случае фотоаппарат поднимается на вытянутых руках вперед и вверх таким образом, чтобы плоскость фотопленки в аппарате в момент съемки была параллельна плоскости отложений. В случае нарушения этого условия обработка фотографий значительно усложняется из-за большого искажения изображения на снимке. Каждый снимок (кадр) должен иметь порядковый номер. Перед фотографированием под сетку рамы кладется трафарет с наименованием реки и пункта и очередным номером кадра; располагается он таким образом, чтобы не затенялись мелкие частицы. При фотографировании на осушенных местах русла применяются трафареты, изготовленные из картона или плотной бумаги, при съемке образцов покрытых слоем воды следует изготовить устойчивые в воде трафареты (например, из пластмассы или металлические).
19. При наличии в русле наряду с крупными отложениями значительного количества (больше 5–10%) мелких наносов (частицы диаметром менее 10 мм) следует из каждого фотографируемого образца лопаточкой отобрать пробу мелких наносов (300–500 г) и упаковать ее в мешочек. В этикетке, прилагаемой к пробе, должно быть указано: река – пункт, дата фотографирования, номер кадра.
20. На одной фотопленке могут быть зафиксированы донные отложения нескольких постов.
- Регистрация фотоснимков и проб мелких частиц производится в ведомости КГ-53<sup>а</sup>. В графе 3 ведомости КГ-53<sup>а</sup> следует указать где расположен участок изучения состава отложений (выше или ниже г/с, расстояние от г/с) и где сделаны фотоснимки (на отмели у левого или правого берега, на острове и т.п.);

в графе 4 обязательно надо показать какой тип отложений в данном пункте наблюдений (отмостка или равномерное распределение крупности в толще отложений).

Образец ведомости КГ-53<sup>а</sup>

Гидромет-станция		Пятигорск					
река-пункт	дата	место фотографирования	тип отложений	количество фотографий	№ снимков (кадров)	№ снимков, к которым относятся пробы мелких частиц	примечания
1	2	3	4	5	6	7	8
Картан-В. Картан	15.IX.73	30 м ниже гидроствора, остров	отмостка	6	14-19	15, 18	

21. Первичная обработка фотоленки (проявление и фиксирование) выполняется на станции. После обработки фотоленка и мешочки с образцами мелких наносов (для дальнейшего анализа) с приложением к ним ведомости КГ-53<sup>а</sup> направляются в стационарную лабораторию.
22. Применение фотографического метода изучения состава отложившихся наносов требует от исполнителя определенных навыков в обращении с фотоаппаратурой. Поэтому выполнение полевых работ на постах и производство первичной обработки фотоленки следует поручать одному специалисту станции.
23. В тех случаях, когда применение фотографического метода по каким-либо причинам затруднено, определение гранулометрического состава выполняется наблюдателем путем обмера частиц поверхностного слоя отложений на площади 1 м<sup>2</sup> с помощью мерной ленты (рулетки), линейки, калибров и грохот или визуально с помощью рамы-сетки. Толщина исследуемого слоя должна быть равна диаметру самой крупной частицы на площадке.

Место изучения состава отложений и необходимое количество образцов назначаются в соответствии с п. 13. Этими

способами донные отложения подразделяются на фракции: 1000-500; 500-200; 200-100, 100-50, 50-20, 20-10 и < 10.

24. При сортировке частиц на фракции отдельные валуны, крупнее 200 мм, измеряются мерной лентой (рулеткой), валуны размером от 200 до 20 мм подразделяются на фракции с помощью калибров и грохот, которые рекомендуется изготовить в мастерских УГМС.

Калибры изготавливаются из проволоки в виде окружностей, укрепленных на деревянных рукоятках, с диаметрами равными 200, 100, 50 и 20 мм. Сортировка частиц на фракции с помощью калибров производится следующим образом: каждая частица пропускается через соответствующее ее размеру отверстие калибров и относится к определенной фракции. Нижней границей фракции принимается диаметр отверстия калибра, через которое частица не проходит, а верхней - диаметр следующего более крупного калибра, через отверстие которого частица проходит. Разделение частиц на фракции 50-20, 20-10 лучше выполнять на грохотах (сита с ячейками диаметром 50 и 20 мм). Подразделенные на фракции частицы взвешиваются безменом. Процентное содержание каждой фракции определяется отношением общего веса всего образца, который получается как сумма весов всех фракций.

25. При определении состава донных отложений с помощью рамы-сетки, которая представляет собой металлическую раму размером 1 м x 1 м, разделенную шнуром на квадраты (ячейки) 10 см x 10 см, стороны ячеек, равные 100 мм, служат масштабами для измерения отдельных частиц. Площадь каждой ячейки соответствует 1% всей площади рамы. Сумма ячеек, занятых частицами определенной фракции составляет их процентное содержание в образце. Запись определения состава отложений ведется в книжке КГ-53, где в примечании должно быть указано наличие отмостки или равномерного распределения крупности в толще.
26. Изложенными способами (п.п. 23-25) учитывается процентное содержание фракций крупнее 10 мм. При наличии в русле наряду с крупными отложениями значительного количества (больше 5-10%) мелких наносов (частицы диаметром менее 10 мм) следует лопаточкой отобрать пробу мелких наносов (300-500 г) и упаковать ее в мешочек для отправки в лабораторию для дальнейшего анализа. Ниже приведен пример заполнения этикетки, прилагаемой к пробе мелких частиц.



## Образец этикетки к пробе

Река-пост	р. Быстрая - п. Холодный Ключ				
Дата	15 октября 1973				
Место и способ определения состава	остров, 30 м ниже г/с рама-сетка				
Процентное содержание крупных фракций	200-100	100-50	50-20	20-10	< 10
	25,5	23,5	19,3	16,7	15,0
№ мешочка с пробой мелких наносов	6				
Наблюдатель	Петров				

## II. Лабораторная обработка проб донных отложений

27. Организация лабораторных работ и правила пользования аналитическими и техническими весами выполняется в соответствии с § 318, 319 Наставления, вып. 6, ч. I, 1957 г.

## I. Определение гранулометрического состава

28. Пробы донных отложений поступают в лабораторию в плотных матерчатых или полиэтиленовых мешочках. Все поступающие пробы регистрируются. Определение состава донных отложений заключается в подготовке образца к анализу, проведении анализа и в обработке его результатов.

Растительные остатки и другие инородные включения (веточки, щепки, ракушечник) следует удалить из пробы с помощью пинцета. Наличие инородных включений отмечается в примечании журнала КГ-54 (табл. 8). На анализ поступает освобожденная от примесей минеральная часть образца.

29. Для анализа донных отложений применяется классификация частиц по их размерам, приведенная в табл. I.

Таблица I

Подфракция	Диаметр частиц, мм						
	валуны	галечка	гравий	песок	пыль	ил	глина
Крупные	1000-500	100-50	10-5	1-0,5	0,1-0,05	0,01-0,005	< 0,001
Средние	500-200	50-20	5-2	0,5-0,2	-	-	-
Мелкие	200-100	20-10	2-1	0,2-0,1	0,05-0,01	0,005-0,001	-

Анализ выполняется в зависимости от крупности частиц соответствующими методами: пипеточным, методом фракциометра, ситовым или простым обмером. Для разнородных по крупности образцов эти методы применяются в комбинации друг с другом (например, пипетка-фракциометр, сита-фракциометр, обмер-сита-фракциометр). Определение крупности наносов пипеточным методом или другими в комбинации с пипеточным методом применяется к тем образцам (пробам), в которых смоченные наносы при растирании их на ладони оставляют мазки, не сдвигающиеся после подсыхания. Все анализы донных отложений пипеточным методом следует выполнять с подразделением на фракции до 0,001 мм.

Для производства анализов требуется следующее количество наносов:

- 1) пипеточным методом и комбинированным методом пипетка-фракциометр для анализа до 0,001 мм - 0,5-5,0 г
- 2) методом фракциометра - 0,5-2,0 г
- 3) ситовым методом и комбинированным методом сита-фракциометр
  - а) однородных по крупности песков - 100-150 г
  - б) гравелистых песков - 300-500 г
  - в) галечно-гравелистых песков - 0,5-1,0 кг

Перед производством гранулометрического анализа выполняется механическая, а в особых случаях и химическая подготовка образца грунта к анализу.

Навески проб на анализ берутся из доставленного образца всегда в воздушно-сухом состоянии после размельчения больших агрегатов. Если образец превышает требуемую навеску, то из него предварительно отбирается средняя проба. Отбор средней пробы для песчано-гравелистых наносов выполняется квартованием (см. п. 8). Если необходима меньшая навеска, то одна четвертая часть образца вновь подвергается квартованию.

Отбор средней пробы для пылевато-иловых наносов производится из рассыпанного на листе бумаги, тщательно перемешанного, образца. Весь образец разравнивается тонким равномерным слоем, подразделяется на 6-8 участков и из каждого из них отбирается на кончике ножа примерно равное количество наносов. Взятые части соединяются вместе и перемешиваются.

30. Содержание гигроскопической влаги определяется для донных отложений, поступающих на анализ пипеточным методом, в которых преобладают илловые и глинистые частицы.

Из образца наносов, просеянного через сито с отверстиями в 1 мм, отбирается навеска 1,0-1,5 г. Вес наносов в воздушно-сухом состоянии ( $P_0$ ) определяется на аналитических весах в заранее взвешенном боксе ( $P_1$ ). Бокс с пробой в открытом виде помещается в термостат и выдерживается 5 час. при температуре 105-110°, крышечка бокса ставится там же рядом. По окончании срока бокс с пробой быстро закрывается крышечкой внутри термостата, охлаждается в эксикаторе 30-40 мин. и после охлаждения взвешивается на аналитических весах ( $P_2$ ).

Уменьшение веса бокса с пробой равно весу гигроскопической влаги в граммах и вычисляется в процентах от навески в абсолютно-сухом состоянии

$$\frac{P_0 - P_2}{P_2} \cdot 100 = \gamma \%,$$

где  $P = P_2 - P_1$  - вес наносов в абсолютно-сухом состоянии.

Процентное содержание гигроскопической влаги ( $\gamma$  %) учитывается при пересчете веса навески в воздушно-сухом состоянии на вес ее в абсолютно-сухом состоянии при выполнении анализа пипе-

точным методом, при вычислении содержания органических веществ, при определении удельного веса грунта, а также при определении воднорастворимых солей в глинистых донных отложениях поймы.

31. При механической подготовке взятой к анализу пробы гравелисто-галечных и песчаных донных отложений не покрытых глинистым налетом, имеющиеся комочки в воздушно-сухом состоянии растираются пальцами.

Для заиленных песчаных образцов донных отложений (заиленность определяется перед взятием навески визуально, по оставшимся на ладони мазкам влажной пробы) навеска размачивается в дистиллированной воде в течение одних суток, после чего тщательно растирается (резиновым пестиком или пальцем в резиновом напалечнике) в фарфоровой чашке и подвергается в ней многократному отмучиванию с целью удаления частиц < 0,01 мм. Столб жидкости высотой 4-5 см после взбалтывания и отстоя в течение 30 сек сливается до остаточного слоя в 2 см. Количество отмученных частиц, (< 0,01 мм) отдельно не учитывается, а относится к частицам < 0,05 мм, которые определяются по разности первоначальной навески и суммы фракций, выделенных на фракционном.

При наличии частиц крупнее 1 мм образец после растирания крупных агрегатов просеивается через набор сит с отверстиями в 1 мм и крупнее. Если частицы > 1 мм покрыты глинистым налетом, то он отмывается от частиц отмучиванием. Отмытые частицы просушиваются, отдельные комочки размываются, после этого все частицы крупнее 1 мм взвешиваются и поступают на анализ ситовым методом, а из частиц меньше 1 мм отбирается необходимая навеска по правилу средней пробы на анализ комбинированным методом пипетка-фракционметр.

Илловые и глинистые донные отложения подвергаются более тщательной механической подготовке.

Навеска мелких частиц (0,5-5,0 г) взвешивается на аналитических весах, размачивается в фарфоровой чашке в течение двух суток, залитая 10-20 мл дистиллированной воды.

После размачивания навеска растирается резиновым пестиком с добавлением нескольких капель 25%-го раствора аммиака ( $NH_4OH$ ). Густая суспензия постепенно сливается из чашки в однолитровую коническую колбу. Колба дополняется дистиллированной водой до объема в 300–500 мл, затем добавляется 0,5–1,0 мл 25%-го раствора аммиака, в горлышко вставляется резиновая или корковая пробка с обратным холодильником (для конденсации паров воды) и колба ставится на кипячение в течение одного часа. Если аммиак не добавляется, то кипячение продолжается 3 часа.

По окончании кипячения проба остужается до комнатной температуры и переводится для анализа в цилиндр пипеточной установки.

32. Отмывка навески от воднорастворимых солей производится для засоленных глинистых донных отложений с поймы, чтобы при анализе не произошла коагуляция частиц под влиянием электролитов, выпадающих в водную среду, в которой ведется анализ пипеточным методом.

Предварительно делается опробование наноса на коагуляцию частиц. Специальная навеска около 2 г растирается в фарфоровой чашке резиновым пестиком с 4–6 мл дистиллированной воды, кипятится после добавления 25 мл дистиллированной воды в течение 5–10 мин., затем содержимое фарфоровой чашки охлаждается и сливается через воронку в стеклянную пробирку емкостью около 30 мл. Если суспензия в пробирке коагулирует (верхняя часть осадка рыхлая, хлопьевидная), то взятая на анализ навеска перед кипячением отмывается от воднорастворимых солей.

Отмывка навески от воднорастворимых солей производится следующим образом. Навеска 5–10 г, взвешенная на аналитических весах, промывается методом автоматического фильтрования на бумажном фильтре дистиллированной водой до полного удаления воднорастворимых солей. Окончание промывки определяется по отсутствию реакции в фильтрате на ионы хлора и сульфат-ионы в отдельных пробирках, куда наливают немного фильтрата и добавляют в одну  $AgNO_3$  (азотнокислое серебро), а в другую

$CaCl_2$  (хлористый барий). Весь фильтрат в объеме 1–2 л собирают в одну колбу и после перемешивания из нее берут две пробы по 100 мл. Пробы выпариваются в биксах, высушиваются в термостате при 105–110° в течение 2–3 час., охлаждаются в эксикаторе в течение 30 мин. и взвешиваются. Вычисляется среднее значение веса воднорастворимых солей  $P_c$  во всем объеме фильтрата  $W$ , выраженных соответственно в граммах и миллилитрах.

$$P_c = 0,005 W (P_1 + P_2),$$

где  $P_1$  и  $P_2$  – вес солей в каждой из проб, в граммах. Затем определяется чистый вес отмытого грунта, идущего на анализ.

$$P = P_0 - P_r - P_c,$$

где  $P_0$  – навеска в воздушно-сухом состоянии, поступившая на отмывку солей;

$P_r$  – вес гигроскопической влаги в навеске;

$P_c$  – вес вымытых из навески солей.

После промывки воронка с фильтром и остатками навески вставляется в однолитровую коническую колбу, фильтр в вершине конуса прокалывается стеклянной палочкой, и наносы через отверстие смываются в колбу чистой дистиллированной водой. Затем колба дополняется дистиллированной водой до 300–500 мл и после добавления 0,5–1,0 мл 25%-го раствора аммиака ставится на кипячение в течение одного часа.

33. Химическая подготовка навески к анализу пипеточным методом выполняется только в случае специального задания ГИМС, когда необходимо подразделить на фракции частицы в их элементарном, а не микроагрегатном состоянии.

Для химической подготовки взятая навеска 5–10 г осторожно смачивается раствором соляной кислоты 0,05 нормальной концентрации ( $HCl$  0,05N) и растирается, после чего с помощью промывалки переносится на фильтр, помещенный в стеклянной во-

ройке, и промывается тем же раствором методом автоматического фильтрования.

Промывание навески производится до полного удаления кальция, что определяется моментом прекращения образования осадка при кипячении фильтра с прилитым в него щавелево-кислым аммонием в щелочной среде (реакция на лакмус). С прекращением образования осадка с щавелево-кислым аммонием навеску промывают дистиллированной водой до полного удаления из нее ионов хлора, что определяется моментом прекращения образования осадка в фильтрате при введении в него раствора  $AgNO_3$ , подкисленного 2-3 каплями концентрированной азотной кислоты  $HNO_3$ . После этого навеска поступает на анализ. Для определения количества вымытых при химической подготовке частей пробы берется контрольная навеска 2 г, взвешивается на аналитических весах и над ней проводится весь процесс, описанный выше. Химическую подготовку основной и контрольной навесок рекомендуется выполнять одновременно, причем промывание контрольной навески следует производить на заранее взвешенном фильтре. Фильтр с контрольной навеской, отмытой от ионов кальция и хлора, подсушивается на воронке, затем помещается в бокс, в котором высушивается в термостате при температуре 105-110° в течение 3-4 часов и взвешивается после охлаждения в эксикаторе.

34. Гранулометрический анализ проб донных отложений заключается в определении процентного содержания частиц различных фракций и определении геометрических размеров самой крупной частицы в пробе.

Разделение крупных частиц на фракции производится непосредственно по их диаметру путем фотографирования или обмера ( $d > 10$  мм) или ситовым методом ( $d = 1-10$  мм), а частиц мельче 1 мм - по гидравлической крупности (пипеточным методом и методом фракциометра). Гидравлическая крупность частиц перечисляется в их диаметр с помощью табл. 2, в которой показаны соотношения между нормальной гидравлической

крупностью (при  $t = 15^\circ$ ) и диаметром частиц (при коэффициенте их формы  $\theta = 0,75^*$ ) по принятой шкале.

Таблица 2

Диаметр, мм	Гидравлическая крупность, м/с	Диаметр, мм	Гидравлическая крупность, м/с
0,001	0,0000008	1,2	0,128
0,005	0,00002	1,5	0,154
0,01	0,00008	1,8	0,177
0,05	0,00195	2,0	0,192
0,1	0,0061	2,2	0,204
0,2	0,0174	2,5	0,221
0,5	0,0555	3,0	0,242
1,0	0,110		

В лабораторных условиях температура суспензии в цилиндрах пипеточной установки и во фракциометре часто отличается от 15°; переход от измеренной к нормальной гидравлической крупности частиц в зависимости от  $t^\circ$  суспензии осуществляется путем деления измеренной гидравлической крупности на температурный поправочный коэффициент "К" (табл. 3).

Таблица 3

$t^\circ C$	2,5-7,5	7,6-12,5	12,6-17,5	17,6-22,5	22,6-27,5	27,6-32,5
$d$ мм						
2,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,5	0,94	0,97	1,00	1,04	1,07	1,11
1,0	0,87	0,93	1,00	1,07	1,14	1,22
0,5	0,81	0,90	1,00	1,11	1,20	1,32
0,2	0,77	0,88	1,00	1,13	1,25	1,38
0,1	0,76	0,87	1,00	1,14	1,26	1,40
$\leq 0,05$	0,75	0,87	1,00	1,14	1,27	1,41

ж) Коэффициент формы  $\theta$  вычисляется по соотношению трех взаимно перпендикулярных диаметров частицы (длины, ширины, высоты). Экспериментами установлено, что в большинстве случаев коэффициент формы речных наносов близок к 0,75.

35. Перед подготовкой образца к анализу любым методом он осматривается и выбирается самая крупная частица. Если она крупнее 3 мм, измеряются три ее основных размера (длина, ширина, высота).

Если же самая крупная частица меньше 3 мм, то ее диаметр определяется по гидравлической крупности. Определение диаметра наибольшей частицы по гидравлической крупности производится в процессе анализа всей навески на фракциометре (см. п. 38) и заключается в фиксировании по секундомеру времени прохождения самой крупной частицей, которая падает впереди других, нижней метки, сделанной на цилиндрической части труб фракциометра.

Гидравлическая крупность частицы находится делением расстояния между верхней и нижней метками фракциометра (пути падения частицы) на продолжительность падения и выражается в м/с.

Для нахождения гидравлической крупности частицы по времени ее падения во фракциометре и для последующего определения диаметра частицы по гидравлической крупности предлагается пользоваться табл. 4. Данные граф 2 и 3 соответствуют температуре воды во фракциометре равной  $12,5-17,5^{\circ}$ . При иной температуре воды во фракциометре частицы одинакового диаметра будут падать быстрее (если  $t > 17,5^{\circ}$ ) или медленнее (если  $t < 12,5^{\circ}$ ). В этих случаях полученная по табл. 4 гидравлическая крупность частицы исправляется путем деления на коэффициент, соответствующий температуре, при которой ведется анализ (табл. 3).

Для частиц с диаметром меньше 0,1 мм ( $< 0,0063$  м/с) наибольшая крупность не определяется, например, в случае анализа наносов только пипеточным методом (без фракциометра и сит).

36. Анализ образца, в котором преобладают частицы крупнее 10 мм производится путем измерения трех характерных размеров каждой частицы (длины, ширины, высоты) или на грохотах с применением самодельных калибров. Предварительно вся проба

взвешивается на технических весах, затем просеивается через сито с отверстиями 10 мм. Для удобства выполнения обмера частиц крупнее 10 мм рекомендуется изготовить приспособление из трех взаимно перпендикулярных плоскостей прозрачного оргстекла (рис. 5) с нанесением градуировки через 10 мм (первые десять миллиметров градуируются через 1 мм).

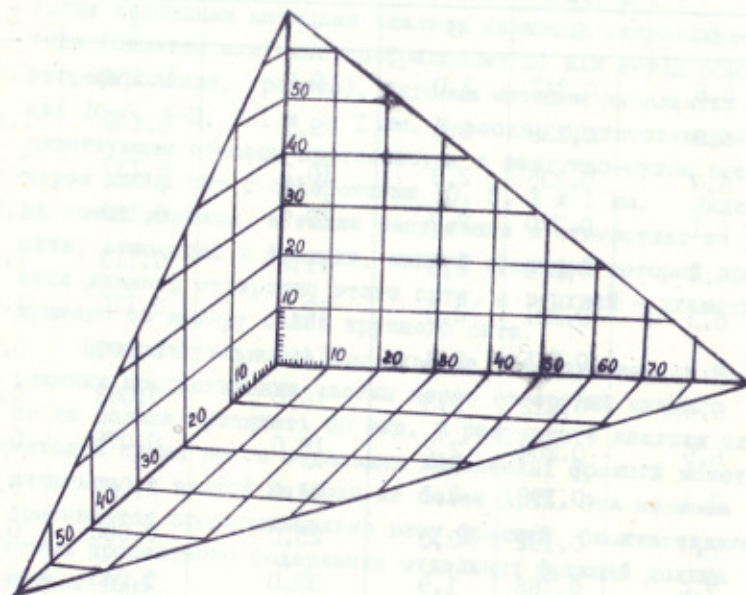


Рис. 5. Приспособление для обмера частиц наносов.

Группировка частиц по фракциям производится на основании двух меньших размеров (ширины и высоты), т.к. именно эти размеры, а не длина лимитируют попадание частицы в ту или иную фракцию.

Таблица 4

Время (сек) прохождения частицей расстояния, равного 1400 мм	Гидравлическая крупность при $t=150$ м/с	Диаметр частиц, мм	Время (сек) прохождения частицей расстояния, равного 1400 мм	Гидравлическая крупность при $t=150$ м/с	Диаметр частиц, мм
1	2	3	1	2	3
5,8	0,242	3,0	9,2	0,154	1,5
5,9	0,238	2,9	9,7	0,146	1,4
6,0	0,235	2,8	10,2	0,137	1,3
6,1	0,230	2,7	10,9	0,128	1,2
6,2	0,226	2,6	11,8	0,119	1,1
6,3	0,221	2,5	12,7	0,110	1,0
6,5	0,215	2,4	14,0	0,099	0,9
6,6	0,212	2,3	16,0	0,088	0,8
6,9	0,204	2,2	18,0	0,078	0,7
7,1	0,198	2,1	21,0	0,067	0,6
7,3	0,192	2,0	25,0	0,056	0,5
7,6	0,185	1,9	33,0	0,043	0,4
7,9	0,177	1,8	45,0	0,031	0,3
8,3	0,170	1,7	82,0	0,017	0,2
8,7	0,162	1,6	230(03м. 50 сек.)	0,0061	0,1

Вес каждой фракции определяется на технических весах, затем вычисляется процентное содержание частиц в каждой из принятых градаций и общий процент наносов менее 10 мм.

Сумма весов выделенных фракций не должна отличаться от веса всей пробы более чем на 1%.

Часть пробы с наносами мельче 10 мм далее анализируется ситовым методом.

37. Ситовый метод может применяться как самостоятельный - для частиц от 10 до 1 мм и как дополнительный, в тех случаях, когда основными методами анализа являются гидравлические методы (пипетка или пипетка-фракциометр) или метод обмера (фотографирование, грохота). Ситовым методом выделяются фракции 10-5, 5-2, 2-1 и < 1 мм. Навеска, подготовленная соответствующим образом просеивается в воздушно-сухом состоянии через набор сит с отверстиями 10, 5, 2 и 1 мм. Выделенные на ситах частицы, а также застрявшие в отверстиях на данном сите, относятся к фракции, нижней границей которой принимается диаметр отверстия этого сита, а верхней - диаметр следующего по номеру более крупного сита.

Продолжительность просеивания устанавливается по прекращению проскакивания частиц через отверстия каждого сита, но не должна превышать 20 мин. В результате анализа ситовым методом сумма весов отдельных выделенных фракций может отличаться от взятой навески не более 0,5%. Эта невязка распределяется пропорционально весу фракций. Окончательная сумма процентного содержания отдельных фракций должна равняться 100%.

38. Метод фракциометра может применяться в двух случаях:

- 1) как самостоятельный для частиц от 1,0 мм до 0,05 мм;
- 2) при комбинированных методах сита-фракциометр, пипетка-фракциометр для частиц тех же размеров. Методом фракциометра выделяются фракции 1-0,5; 0,5-0,2; 0,2-0,1; 0,1-0,05 и < 0,05.

При наличии в образце частиц крупнее 1,0 мм, они предварительно просеиваются на ситах. Если в песчаном образце имеются частицы мельче 0,01 мм, то они удаляются путем отмучи-

ванни. Величина навески на анализ берется в пределах от 0,5 до 2,0 г. Если образец очень мал, может быть допущена навеска до 0,25 г. Взвешивание навески и фракций производится на аналитических весах (до 0,0001 г).

Взятая навеска в фарфоровой чашке смачивается чистой водой и осторожно растирается резиновым пестиком в течение 3-5 мин. до состояния жидкой кашицы.

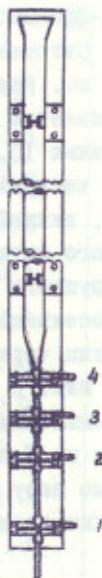


Рис. 6. Фракциометр ГР-82.

1-4 - зажимы.

Перед анализом фракциометр (рис. 6) медленно наполняется чистой пресной водой, растекающейся по внутренней стенке стеклянной трубы (во избежание образования воздушных пузырьков на стенках), до верхней метки, выше которой остается место для введения анализируемого образца.

Зажимы фракциометра остаются открытыми (описание фракциометра помещено в приложении 9 Наставления, вып. 6, ч. I). К анализу приступают спустя 5-10 мин. с тем, чтобы успокоилась вода во фракциометре и выровнялась ее температура, измеряемая по истечении этого времени с точностью до  $1^{\circ}$ .

39. Растертую в чашке пробу переводят в маленькую коническую колбочку, встряхивают, закрыв горлышко большим пальцем, или легко выбрасываемой резиновой пробочкой на проволочной дужке, затем, быстро перевернув, вливают пробу в фракциометр, одновременно пуская секундомер и следя за падением самой крупной частицы. В момент прохождения первой частицы через нижнюю метку, не останавливая секундомера, фиксируют время падения частицы между верхней и нижней метками для определения наибольшей крупности.

Сроки закрывания зажимов для выделения установленных фракций определяются в зависимости от температуры воды во фракциометре по табл. 5.

По окончании анализа под фракциометр подставляется стеклянный бикс и отделяется нижняя пробирка, содержимое которой смывается в бикс с помощью промывалки. Затем под фракциометр подставляется второй бикс, открывается зажим 1 и отделяется трубка, заключенная между зажимами 1 и 2. Частицы, осевшие на стенках отделенной трубки, смываются в тот же бикс. Подобным же образом извлекаются частицы, осевшие в трубках между зажимами 2 и 3, 3 и 4.

40. Стеклянные биксы с наносами разных фракций ставятся на водяную или песчаную баню для выпаривания воды, а затем взвешиваются при воздушно-сухом состоянии наносов с точностью до 0,01 г (при анализе методом сита-фракциометр) и до 0,0001 г (при анализе методом пипетка-фракциометр).

Последней фракцией при анализах на фракциометре является суммарное содержание в навеске частиц меньше 0,05 мм, количество которых определяется по разности между весом взятой навески и суммой весов всех фракций, выделенных на фракциометре. Веса фракций перечисляются в проценты от взятой навески.

Сроки закрывания задвижки стандартного лабораторного фракциометра ГР-82

Фракции, мм	Расстояние до задвижки, см	Температура воздуха (градусы)				
		2,5-7,5	7,6-12,5	12,6-17,5	17,6-22,5	22,6-27,5
1,0-0,5	188	42 сек	38 сек	34 сек	31 сек	29 сек
0,5-0,2	172	2 мин. 08 сек.	1 мин. 52 сек.	1 мин. 39 сек.	1 мин. 27 сек.	1 мин. 19 сек.
0,2-0,1	162	5 мин. 52 сек.	5 мин. 06 сек.	4 мин. 26 сек.	3 мин. 52 сек.	3 мин. 31 сек.
0,1-0,05	152	17 мин. 28 сек.	15 мин. 00 сек.	13 мин. 05 сек.	11 мин. 30 сек.	10 мин. 16 сек.
						9 мин. 16 сек.
						26 сек
						27,6-32,5

41. Для анализа комбинированным методом пипетка-фракциометр требуется навеска 0,5-5,0 г. Анализ на пипеточной установке выполняется с выделением четырех фракций 0,05-0,01; 0,01-0,005; 0,005-0,001 и < 0,001 мм. Анализ комбинированным методом состоит из взятия навески в воздушно-сухом состоянии (из выделенной через сито в 1 мм части образца, если в нем были частицы крупнее 1 мм), ее механической подготовки (п.п. 28-30) и в подразделении частиц на фракции в зависимости от их крупности путем отбора проб пипеткой с последующим подразделением на фракции частиц крупнее 0,05 мм на фракциометре.

Если имеется специальное распоряжение УГМС о проведении анализа наносов в состоянии наибольшего разделения мелких частиц (в элементарном, а не микроагрегатном состоянии), то кроме указанных выше работ, следует перед механической подготовкой навески произвести химическую ее подготовку и определение количества вымытых частиц.

42. После кипячения (п. 31) охлажденная до комнатной температуры взмученная суспензия переводится из колбы в пустой односторонний цилиндр (диаметром 5-6 см). Промывание стенок колбы выполняется дистиллированной водой до полного перевода частиц в цилиндр, затем в него доливается дистиллированная вода комнатной температуры до метки (1 л)\*, смесь энергично взбалтывается мешалкой, после чего суспензия оставляется на 15-20 мин. для выравнивания температуры.

Приступая к анализу, измеряют температуру чистой воды в контрольном цилиндре с точностью до 1°. По табл. 6 определяют сроки отбора проб пипеткой, а суспензию в цилиндре тщательно взбалтывают специальной мешалкой (движениями вверх и вниз, но не допуская разбрызгивания суспензии и образования пузырьков воздуха). В момент окончания взбалтывания мешалка вынимается из цилиндра и включается секундомер;

\* Допускается отклонение емкости цилиндра и суспензии в нем до 900 и 1200 мл (при обязательном учете действительной емкости).



с этого момента ведется счет времени для отбора пипеткой первой пробы. При отборе второй, третьей и четвертой проб каждый раз суспензия вновь взбалтывается мешалкой и ведется свой счет времени по секундомеру. Первая, вторая и третья пробы берутся пипеткой с глубины 10 см, четвертая проба (частицы  $< 0,001$  мм) — с глубины 5 см. Глубина последующих проб определяется от понижающегося уровня суспензии.

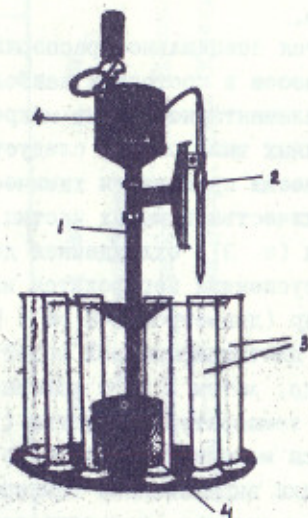


Рис. 7. Пипеточная установка ПВ-52.

1 — стойка, 2 — пипетка, 3 — цилиндры, 4 — сосуды аспиратора.

Анализ пипеточным методом осуществляется с помощью пипеточной установки (рис. 7), позволяющей производить быстрый и точный отбор проб пипеткой, при одновременном анализе 6 образцов (описание пипеточной установки см. в приложении 10 Наставления в. 6, ч. I). Все пробы берутся стандартной пи-

петкой Мора (25 мл) путем засасывания суспензии с помощью вакуума. Объем взятой пробы отсчитывается с точностью до 0,1 мл по шкале, изготовленной при калибровке пипетки в лаборатории, вычерченной на миллиметровой бумаге и наклеенной на верхней трубке пипетки так, чтобы при заполнении пипетки пробой было видно положение повышающегося уровня суспензии. При систематической работе приобретает навык, обеспечивающий точный отбор объема пробы, равного обозначенной емкости пипетки.

Взятие пипеткой пробы полностью переносится в пронумерованные и взвешенные биксы, а затем выпаривается на бане до воздушно-сухого состояния и взвешивается на аналитических весах. При анализе донных отложений, представленных преимущественно илами и глинами, отобранные пипеткой пробы дополнительно просушиваются в термостате в течение 3-4 часов при температуре  $105-110^{\circ}$ , а затем охлаждаются в эксикаторе 30-40 мин. (см. п. 30).

43. После отбора пипеткой положенных проб оставшаяся в цилиндрах суспензия взбалтывается мешалкой и оставляется на отстой в течение 3 мин., после чего частично осветленный слой воды с оставшимися во взвеси частицами мельче 0,05 мм осторожно сливается с помощью резинового шланга. В цилиндре остается слой суспензии в 7-8 см. Этот процесс повторяется 3 раза. Полного удаления частиц  $< 0,05$  мм добиваться не следует; важно удалить излишнее их количество, которое может затруднить правильное подразделение песчаных частиц на фракциометре.

Остаток суспензии с частицами  $> 0,05$  мм тщательно переводится из цилиндра в коническую колбочку емкостью 50 мл для дальнейшего подразделение их на фракциометре (п. 38). После высушивания на бане вес каждой фракции определяется в воздушно-сухом состоянии на аналитических весах до 0,0001 г.

Таблица 6

Сроки отбора проб пипеткой в зависимости от температуры суспензии

Наиболь- ший диа- метр частиц в пробе, мм	Глубина взятия проб, см	Температура воды (градусы)					
		2,5-7,5	7,6-12,5	12,6-17,5	17,6-22,5	22,6-27,5	27,6-32,5
0,05	10	63сек.	57сек.	51сек.	46сек.	40сек.	36сек.
0,01	10	28мин.00сек.	24мин.30сек.	21мин.20сек.	18мин.40сек.	16мин.40сек.	15мин.09сек.
0,005	10	1час 50мин.	1час 36мин.	1час 23мин.	1час 12мин.	1час 07мин.	1час 00мин.
0,001	5	23час.47мин.	20час.27мин.	17час.47мин.	15час.35мин.	13час.53мин.	12час.38мин.

34

Таблица 7

Переходные коэффициенты от объема пипетки к объему всей суспензии ( $k = \frac{b}{c}$ )

$C_{мл}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$b = 1000 \text{ мл}$										
24	41,6667	41,4938	41,3223	41,1523	40,9836	40,8163	40,6504	40,4858	40,3226	40,1606
25	40,0000	39,8406	39,6825	39,5257	39,3701	39,2157	39,0625	38,9105	38,7597	38,6100
26	38,3142	38,3142	38,1679	38,0228	37,8788	37,7358	37,5940	37,4532	37,3134	37,1747
$b = 1200 \text{ мл}$										
24	50,0000	49,7925	49,5867	49,3827	49,1803	48,9795	48,7804	48,5829	48,3870	48,1927
25	48,0000	47,8087	47,6190	47,4308	47,2440	47,0588	46,8750	46,6926	46,5116	46,3320
26	46,1538	45,9770	45,8015	45,6273	45,4545	45,2830	45,1127	44,9438	44,7761	44,6096

35

44. Количество отобранных пипеткой и выделенных на фракционнометре наносов и их процентное содержание относительно взятой навески вычисляется по ходу анализа в журнале КГ-54. Количество взятых пипеткой наносов в граммах определяется по формуле

$$x = a \frac{b}{c},$$

где  $a$  — вес наносов во взятой пипеткой суспензии в граммах;  
 $b$  — объем всей суспензии в цилиндре (1000 или 1200 мл);  
 $c$  — объем суспензии в пипетке.

Для удобства вычислений рекомендуется пользоваться вспомогательной табл. 7.

Ниже приводится образец записи в журнале КГ-54 и порядок вычислений при выполнении анализа методом пипетка-фракционметр (табл. 8).

Вычисленный вес наноса в пипетке (строка 4) умножается на переходный коэффициент от объема пипетки на объем всей суспензии; полученный результат записывается в строку 6. Чтобы получить вес наносов в каждой отдельной фракции 0,05–0,01; 0,01–0,005; 0,005–0,001 и суммарный вес частиц мельче 0,001 мм, надо произвести последовательное вычитание из веса в суспензии частиц < 0,05 мм вес частиц < 0,01 мм (графа 16 минус графа 17); затем из последнего веса вычитается количество наносов < 0,005 мм (графа 17 минус графа 18) и т.д. Результаты последовательных вычитаний записываются в строке 7 (графы 16–19).

Вес более крупных фракций вычисляется непосредственно после выполнения анализа на фракционнометре и взвешивания биксов с наносами. Сумма полученных весов всех выделенных на фракционнометре и пипетке фракций не должна отличаться от веса взятой на анализ навески больше, чем на  $\pm 3,0\%$ . Если расхождение превышает 3,0%, то анализ повторяется более тщательно, на вновь взятой навеске. Невязка менее  $\pm 3,0\%$  разбрасывается пропорционально весу отдельных фракций. При анализе илистоглинистых отложений принимается исходный вес абсолютно-сухой навески (см. п. 45), в отдельных случаях — воздушно-сухой.

Поправка вычитается в случае, когда невязка со знаком плюс, и прибавляется, когда невязка со знаком минус.

В приведенном примере (табл. 8) расчет произведен исходя из навески в абсолютно-сухом состоянии. Сумма полученных весов фракций (гр. 20) равна 3,5474 г, ошибка анализа составляет 0,6%, расхождение в весе, равное 0,0198 г, отнесено со знаком плюс пропорционально весу фракций. Процентное содержание каждой фракции определено относительно взятой на анализ навески. Если в образце донных отложений имеются частицы крупнее 1 мм, следует сделать пересчет процентного содержания мелких наносов, определенного методом пипетка-фракционметр относительно всего образца (см. п. 56).

## 2. Определение содержания органических веществ в донных отложениях

45. Определение органической части производится для тех образцов донных отложений, в которых мелкие частицы (< 0,1 мм) составляют не менее 70% по весу.

Для определения органической составляющей из взятого образца отбирается навеска около 1,0 г, помещается в заранее прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель, взвешивается на аналитических весах до 0,0001 г, затем сжигается и прокаливается в муфельной печи в течение 1–1,5 часа. После прокаливания тигель с золой остужается в эксикаторе (30–40 мин.) и опять взвешивается на аналитических весах.

Содержание органических веществ вычисляется в процентах от веса абсолютно-сухой навески:

$$x\% = \frac{P - P_1}{P} \cdot 100.$$

Здесь  $P_1$  — вес золы после прокаливания,

$P$  — вес абсолютно-сухой навески, вычисляемый по формуле:

$$P = \frac{100 \cdot P_0}{100 + \gamma},$$

где  $P_0$  — вес воздушно-сухой навески,

$\gamma$  — содержание гигроскопической влаги (см. п. 30).

46. Удельный вес зависит от минералогического состава наносов и представляет собой отношение веса частиц наносов к их объему в твердом теле, т.е. без пор.

Объемный вес зависит от минералогического и гранулометрического состава наносов и представляет собой отношение веса образца отложений к его объему, отвечающему естественной влажности и уплотнению. Для гравия и песков принимается вес образца в воздушно-сухом, а для илов и глин - в абсолютнo-сухом состоянии.

Удельный вес наносов определяется для проб, отобранных на постах, где наблюдения за донными отложениями ранее не производились, а также для образцов грунта, поступающих со створов, по которым характеристика удельного веса наносов в прехние годы не определялась. Изучение удельного веса наносов на таких постах выполняется в течение 3-5 лет, а затем прекращается, если на основании наблюдений может быть сделан вывод о практической неизменности этой величины. Определение удельного веса возобновляется в случае, искусственного или естественного изменения режима реки в створе наблюдений.

Объемный вес определяется для всех проб донных отложений, поступающих в стационарную лабораторию.

Если в лабораторию поступает только часть образца с наносами диаметром менее 10 мм (процентное содержание более крупных наносов определяется в полевых условиях фотографическим способом, визуалью или путем обмера), то удельный и объемный вес определяется только для этой части образца. В таких случаях в примечании к соответствующей таблице Ежегодника указывается для каких наносов получены величины удельного и объемного веса.

47. Определение удельного веса наносов мельче 2 мм производится следующим образом: чистый пикнометр с высоким горлышком наполняется до метки 50-100 мл дистиллированной воды комнатной температуры, закрывается притертой пробочкой и взвешивается с точностью до 0,01 г. После этого вода из пикнометра выливается.

№	Порядок записи	Навеска в воздушно-сухом состоянии		1/П	Примечания
		в абсолютном состоянии	в воздушно-сухом состоянии		
1	89	22,1108	22,1472	2	
2	4	12,6672	25,1472	3	
3	15	12,6220	21,5080	4	
4	9	13,1737	22,0703	5	
5	83	13,4756	13,0663	6	
6	14	13,4756	30,1447	7	
7	16	30,0753	23,1210	8	
8	28	30,1447	31,9813	9	
9	8	13,4756	30,2143	10	
10	9	13,1737	31,9608	11	
11	9	12,8968	30,2061	12	
12	9	12,8968	31,9608	13	
13	9	12,8968	30,2061	14	
14	9	12,8968	30,2061	15	
15	9	12,8968	30,2061	16	
16	9	12,8968	30,2061	17	
17	9	12,8968	30,2061	18	
18	9	12,8968	30,2061	19	
19	9	12,8968	30,2061	20	
20	9	12,8968	30,2061	21	
21	9	12,8968	30,2061	22	
22	9	12,8968	30,2061	23	
23	9	12,8968	30,2061	24	
24	9	12,8968	30,2061	25	
25	9	12,8968	30,2061	26	
26	9	12,8968	30,2061	27	
27	9	12,8968	30,2061	28	
28	9	12,8968	30,2061	29	
29	9	12,8968	30,2061	30	
30	9	12,8968	30,2061	31	
31	9	12,8968	30,2061	32	
32	9	12,8968	30,2061	33	
33	9	12,8968	30,2061	34	
34	9	12,8968	30,2061	35	
35	9	12,8968	30,2061	36	
36	9	12,8968	30,2061	37	
37	9	12,8968	30,2061	38	
38	9	12,8968	30,2061	39	
39	9	12,8968	30,2061	40	
40	9	12,8968	30,2061	41	
41	9	12,8968	30,2061	42	
42	9	12,8968	30,2061	43	
43	9	12,8968	30,2061	44	
44	9	12,8968	30,2061	45	
45	9	12,8968	30,2061	46	
46	9	12,8968	30,2061	47	
47	9	12,8968	30,2061	48	
48	9	12,8968	30,2061	49	
49	9	12,8968	30,2061	50	
50	9	12,8968	30,2061	51	
51	9	12,8968	30,2061	52	
52	9	12,8968	30,2061	53	
53	9	12,8968	30,2061	54	
54	9	12,8968	30,2061	55	
55	9	12,8968	30,2061	56	
56	9	12,8968	30,2061	57	
57	9	12,8968	30,2061	58	
58	9	12,8968	30,2061	59	
59	9	12,8968	30,2061	60	
60	9	12,8968	30,2061	61	
61	9	12,8968	30,2061	62	
62	9	12,8968	30,2061	63	
63	9	12,8968	30,2061	64	
64	9	12,8968	30,2061	65	
65	9	12,8968	30,2061	66	
66	9	12,8968	30,2061	67	
67	9	12,8968	30,2061	68	
68	9	12,8968	30,2061	69	
69	9	12,8968	30,2061	70	
70	9	12,8968	30,2061	71	
71	9	12,8968	30,2061	72	
72	9	12,8968	30,2061	73	
73	9	12,8968	30,2061	74	
74	9	12,8968	30,2061	75	
75	9	12,8968	30,2061	76	
76	9	12,8968	30,2061	77	
77	9	12,8968	30,2061	78	
78	9	12,8968	30,2061	79	
79	9	12,8968	30,2061	80	
80	9	12,8968	30,2061	81	
81	9	12,8968	30,2061	82	
82	9	12,8968	30,2061	83	
83	9	12,8968	30,2061	84	
84	9	12,8968	30,2061	85	
85	9	12,8968	30,2061	86	
86	9	12,8968	30,2061	87	
87	9	12,8968	30,2061	88	
88	9	12,8968	30,2061	89	
89	9	12,8968	30,2061	90	
90	9	12,8968	30,2061	91	
91	9	12,8968	30,2061	92	
92	9	12,8968	30,2061	93	
93	9	12,8968	30,2061	94	
94	9	12,8968	30,2061	95	
95	9	12,8968	30,2061	96	
96	9	12,8968	30,2061	97	
97	9	12,8968	30,2061	98	
98	9	12,8968	30,2061	99	
99	9	12,8968	30,2061	100	

Таблица 8

Взятая в воздушно-сухом состоянии навеска с частицами мельче 2 мм в количестве 10-15 г осторожно высыпается в тот же пикнометр через воронку.

Пикнометр с наносами примерно до половины объема доливается дистиллированной водой и проба кипятится в течение 30 мин. (для удаления воздуха из пор наносов). По окончании кипячения проба в пикнометре охлаждается до комнатной температуры, затем в него доливается до метки дистиллированная вода, пикнометр закрывается пробкой и опять взвешивается. Вес воздушно-сухого наноса, всыпанного в пикнометр, перечисляется на вес абсолютно-сухого наноса по формуле

$$\rho = \frac{100 P_0}{100 + \gamma},$$

где  $P_0$  - вес воздушно-сухого наноса;

$\gamma$  - процентное содержание гигроскопической влаги.

Удельный вес наносов определяется по формуле

$$\gamma_{yg} = \frac{P}{P + P - m} \cdot \gamma^b,$$

где  $P$  - вес абсолютно сухого наноса;

$P$  - вес пикнометра с водой;

$m$  - вес пикнометра с водой и наносом;

$\gamma^b$  - удельный вес воды, равный 1 г/см<sup>3</sup>.

48. Удельный вес смеси наносов, содержащей частицы песка, гравия и гальки, определяется раздельно для крупных (более 2 мм) и мелких наносов.

Удельный вес гравия и гальки определяется в мерном сосуде по объему вытесненной воды. Вес гравия и гальки, поделенный на объем вытесненной воды и дает удельный вес наносов. Величина удельного веса всего образца вычисляется пропорционально весу каждой из двух категорий наносов.

$$\gamma_{yg} = \frac{\gamma_{yg1} f_1 + \gamma_{yg2} f_2}{100},$$

где  $\gamma_{yg}$  - удельный вес наносов всей пробы, г/см<sup>3</sup>;  
 $\gamma_{yg1}$  и  $\gamma_{yg2}$  - удельный вес крупных и мелких наносов в г/см<sup>3</sup>;  
 $f_1$  и  $f_2$  - процентное содержание в образце соответственно крупных и мелких (< 2 мм) частиц.

49. Определение объемного веса наносов заключается в следующем: берется навеска, взвешенная в воздушно-сухом состоянии с точностью до 0,01 г в количестве: 25-30 г для мелких наносов (с преобладанием частиц мельче 0,1 мм), 50-70 г для средних наносов (с преобладанием частиц от 0,1 до 2,0 мм), 150-300 г для наносов с наличием частиц крупнее 2,0 мм. Навеска, растертая с водой в фарфоровой чашке резиновым пес-тиком, переводится в стеклянный градуированный цилиндр емкостью 100 см<sup>3</sup> - для мелких и средних наносов, 500 см<sup>3</sup> - для крупных наносов. Навеска илистых и глинистых отложений предварительно в течение 1-2 суток размачивается в фарфоровой чашке. В цилиндр добавляется вода до полного покрытия пробы с тем, чтобы поверхность воды была выше поверхности отстоявшейся пробы на 3-4 см.

Перед установкой на длительный отстой наносы тщательно взбалтываются с водой в цилиндре для естественного заполнения промежутков уплотняемой навески и удаления из них воздуха. На отстой цилиндры размещаются на строго горизонтальной поверхности. Наносы уплотняются путем постукивания по стенкам цилиндра резиновым молоточком, изготовленным из резиновой пробки, диаметром равным диаметру цилиндра.

Постукивание цилиндров производится ежедневно в начале и в конце рабочего дня. Перед каждым уплотнением отсчитывается объем наносов  $W$  (в кубических сантиметрах) и записывается в журнал. Необходимо следить за тем, чтобы усадка наносов происходила равномерно по всей высоте, а также чтобы поверхность пробы в цилиндре была горизонтальной, что обеспечивается постукиванием по стенкам цилиндра резиновым молоточком равномерно со всех сторон и по всей высоте осадка. Длительность уплотнения составляет примерно 10-12 дней для илистых и глинистых отложений, 5-7 дней для песчано-

гравелистых. После прекращения уплотнения и установления постоянного объема наносов вычисляется объемный вес наносов по формуле

$$\gamma_{об} = \frac{P}{W},$$

где  $P$  — вес наносов в воздушно-сухом, а для илистых и глинистых наносов в абсолютно-сухом состоянии в граммах;

$W$  — уплотненный объем наносов в кубических сантиметрах.

### III. Вычисление гранулометрического состава отложений речных наносов по данным полевых и лабораторных измерений

#### I. Обработка фотографий донных отложений

50. Поступившая в стационарную лабораторию фотопленка тщательно просматривается, проверяется соответствие данных ведомости КГ-53<sup>а</sup> и содержания пленки: затем пленка регистрируется в журнале (табл. 9).

Таблица 9

№ фото-пленки	Дата поступления	ГМС	Количество фотоснимков	Сдано в фотолабораторию	Получено из фотолаборатории	Примечания

51. При печатании следует строго следить за тем, чтобы все снимки были изготовлены в одном масштабе. Для этого нужно, чтобы на всех снимках сторона масштабной рамки была равна одной и той же величине (например, 10, 11, 12 см и т.д.). Особое внимание при изготовлении фотоснимков следует обратить на негативы с искажениями масштабной рамки, которые могут иметь место в случае фотографирования с руки. Необходимо с помощью фотоувеличи-

теля трансформировать изображение таким образом, чтобы масштабная рамка получилась квадратной. Это достигается наклоном печатного столика под увеличителем.

52. Подразделение изображенных на фотографиях частиц на фракции выполняется с помощью трафаретов, которые представляют собой кружки, вычерченные на небольших прозрачных тонких пластинках из органического стекла или на кальке. Для каждой фракции вычерчиваются два кружка с общим центром, больший соответствует верхнему, а меньший — нижнему пределу фракции. На трафарете указываются границы фракции в миллиметрах. Если масштаб всех фотоснимков одинаковый, тогда и масштабные кружки, соответствующие различным фракциям, будут одинаковыми для всех фотографий. Если на отдельных снимках сторона квадрата отличается от принятого масштаба, то необходимо определить масштаб каждого из таких фотоснимков. Для этого производится измерение стороны масштабной рамки на снимке  $l_{ф}$  длина которой в натуре  $l_{н}$  известна (1000 мм). Масштаб снимка равен  $M = \frac{l_{ф}}{l_{н}}$ . Трафаретные кружки в этом случае должны быть изготовлены с учетом разных масштабов.

В табл. 10 в качестве примера и для удобства построения трафаретных кружков приведены границы фракций с учетом масштаба фотографий для следующих размеров фотоснимков: 10x10, 11x11, 12x12, 13x13, 14x14, 15x15 см<sup>2</sup>.

53. По трафаретам выполняется сортировка частиц на фракции и подсчитывается их количество в каждой фракции. К определенной градации относятся такие частицы, которые на фотографии занимают площадь большую площади внутреннего кружка трафарета, но равную или меньшую площади внешнего кружка. Лимитирующим размером при этом является ширина частицы.
54. Вычисление процентного содержания фракций выполняется в форме табл. II. В графе 3 (табл. II) приводятся граничные размеры фракций в миллиметрах. Верхний предел наиболее крупной фракции определяется размером самой крупной частицы на фотографии. Средний диаметр фракции (графа 4) вычисляется как средняя арифметическая величина из крайних размеров фракции;

Таблица 10

Фракции, мм	Границы фракций в масштабе, мм					
	M=0, I0	M=0, II	M=0, I2	M=0, I3	M=0, I4	M=0, I5
200-100	20-10	22-II	24-I2	26-I3	28-I4	30-I5
100-50	10-5	11-5,5	12-6	13-6,5	14-7	15-7,5
50-20	5-2	5,5-2,2	6-2,4	6,5-2,6	7-2,8	7,5-3,0
20-10	2-I	2,2-I, I	2,4-I, 2	2,6-I, 3	2,8-I, 4	3,0-I, 5

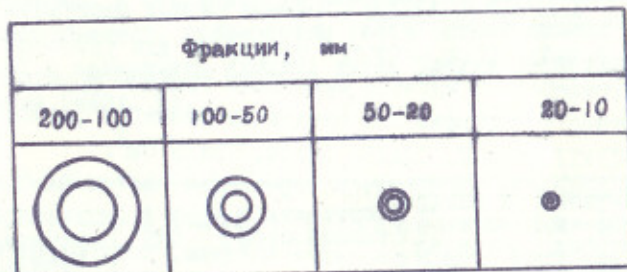


Рис. 8. Трафаретные кружки (M=0, I0) для сортировки частиц на фотографии по фракциям.

для первой самой крупной фракции эта величина получается как средняя арифметическая из нижнего предела фракции и диаметра наибольшей частицы. Величина среднего диаметра фракции записывается в сантиметрах. Средняя площадь одной частицы (графа 5) вычисляется по формуле

$$\frac{\pi d_i^2}{4} = 0,785 d_i^2,$$

где  $d_i$  - средний диаметр  $i$  фракции;  
 $\pi$  - 3,14.

Значения среднего диаметра и площади одной частицы первой крупной фракции (графы 4 и 5) будут различными в зависимости от размера самой крупной частицы. Для остальных фракций данные граф 4 и 5 постоянны.

Количество частиц каждой фракции  $n_i$  (графа 6) подсчитывается с точностью: для фракций крупнее 100 мм - до 0,1 шт; для фракций мельче 100 мм - до 1 шт. Если часть крупных частиц находится за пределами рамки, то учитывается лишь их доля, находящаяся внутри рамки. Количество частиц самых мелких фракций ( $< 10$  мм) определяется косвенным путем через площадь, занятую этими фракциями. Площадь, занятая  $i$  фракцией на фотографии (графа 7), вычисляется по формуле

$$f_i' = n_i \frac{\pi d_i^2}{4}.$$

Площадь, занятая частицами, диаметр которых менее 10 мм, ( $f'_{<10}$ ), получается как разность между всей площадью ( $F$ ) и суммой площадей, занятых более крупными фракциями крупнее 10 мм

$$f'_{<10} = F - \sum_{i=1}^{m-1} f_i'; \quad m - \text{число фракций.}$$

Так как площадь мелких частиц  $f'_{<10}$  включает в себя и поровое пространство, то необходимо вводить поправочный коэффициент на объем пор. Для единицы площади этот коэффициент равен 0,75.

Уточненная площадь, занятая частицами размером менее 10 мм (графа 8), будет равна

$$f_{<10} = 0,75 f'_{<10}.$$

Для фракций крупнее 10 мм  $\varphi_i = \varphi'_i$ . При однородном составе наносов по глубине процентное содержание фракций (графа II) вычисляется с учетом площадей, занимаемых каждой фракцией (используются данные графы 8, табл. II, а графы 9 и 10 не заполняются).

$$L_i \% = \frac{\varphi_i}{\sum \varphi_i} \cdot 100.$$

Если верхний слой донных отложений сформирован отмосткой и крупность наносов по глубине отложений распределена неравномерно, то при вычислении процентного содержания фракций следует переходить от площадных характеристик к объемным, т.е. от  $d^2$  к  $d^3$ . По среднему диаметру фракций (графа 4) вычисляется значение  $d_i^3$  (графа 9), затем подсчитывается общий объем данной фракции (графа 10).

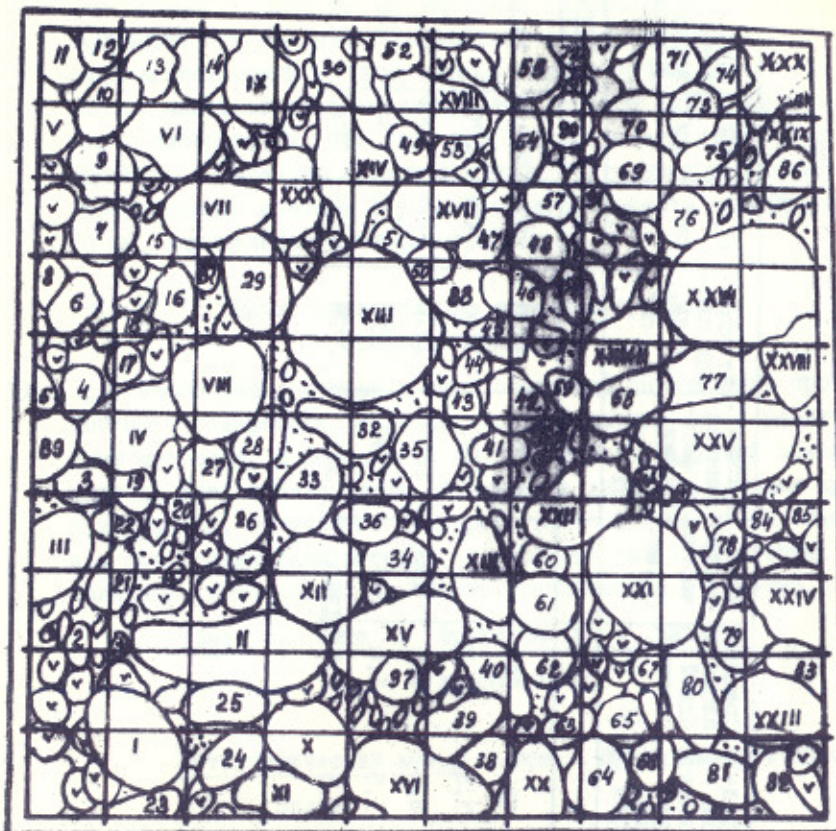
Процентный состав фракции при наличии отмостки ( графа II) определяется по формуле

$$d_i \% = \frac{n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^3} \cdot 100.$$

Причем количество частиц  $< 10$  мм ( $n_m$ ) вычисляется не путем подсчета отдельных частиц (что невозможно выполнить), а делением площади ( $f_{<10}$ ), занятой этими частицами на среднюю площадь одной частицы ( $\varphi$ ), (гр. 8).

$$n_m = \frac{f_{<10}}{\varphi}.$$

На рис. 9 показан образец фотографии. Пример вычисления гранулометрического состава донных отложений по фотографии приведен в табл. II.



- I, II, III..... частицы размером 200-100 мм  
 1, 2, 3..... частицы размером 100-50 мм  
 v..... частицы размером 50-20 мм  
 +..... частицы размером 20-10 мм

Рис. 9. Образец фотографии.



Таблица II

№ п/п	Река-пункт, номер кадра, тип донных отложений	Фракции, мм	Средний диаметр фракции, см	Средняя площадь одной частицы, см <sup>2</sup>	Количество частиц, шт.	Площадь, занятая на фотографии, см <sup>2</sup>	Уточненная площадь, см <sup>2</sup>	d', см <sup>3</sup>	nd', см <sup>3</sup>	Процентное содержание фракций
I										
I	р. Угуйлик-Рыбачье, №2, отмыстка	140-100 100-50 50-20 20-10 < 10	12,0 7,5 3,5 1,5 0,5	113 44,2 9,6 1,8 0,2	13 61 199 160 13600	1470 2700 1910 290 3630	1470 2700 1910 290 2720	1730 422 42,9 3,38 0,125	22430 25700 8500 540 1740	38,8 44,3 14,7 0,9 2,9

55. В тех случаях, когда кроме фотографирования крупных фракций отобрана также проба мелких частиц диаметром менее 10 мм (см. КГ-53<sup>а</sup>, графа 7), процентное содержание фракций по фотографиям определяется только для частиц крупнее 10 мм и вычисляется общий процент наносов менее 10 мм, а мелкозернистая часть образца анализируется методом сита-фракциометр уже в лаборатории. При этом необходимо делать пересчет процентного содержания мелких фракций, полученных в результате лабораторного анализа с учетом общего процента частиц менее 10 мм, определенного по фотографии.

## 2. Вычисление полного гранулометрического состава отложений

56. При разнородном составе донных отложений определение процентного содержания различных фракций производится различными методами, а результаты выполненных определений объединяются. Так, производится объединение данных о составе крупных фракций, полученных непосредственно в поле путем обмера или фотографическим методом, с результатами лабораторных анализов, выполненных на ситах, фракциометре и пипетке.

$$\frac{\text{Обмер} + \text{сита} + \text{фракциометр} + \text{пипетка}}{\text{поле} \quad \quad \quad \text{лаборатория}}$$

$$\frac{\text{Фотографический метод} + \text{сита} + \text{фракциометр} + \text{пипетка}}{\text{поле} \quad \quad \quad \text{лаборатория}}$$

Ниже приводится пример вычисления действительного состава отложений, полученного фотографическим методом с учетом данных о процентном содержании мелких фракций, полученных по лабораторным анализам.

Пример. Процентное содержание частиц, определенное по фотографии (или обмером) следующее:

Фракции, мм	200-100	100-50	50-20	20-10	< 10
%	5,0	18,2	26,8	24,7	25,3

В результате лабораторного анализа получено следующее процентное содержание фракций мельче 10 мм.

Фракции, мм	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,2
%	33,5	28,5	21,7	9,0	7,3

Приведенное процентное содержание фракций < 10 мм получено при предположении, что вся проба мелких фракций или ее часть - навеска, необходимая для анализа, составляет 100%, в действительности же частицы < 10 мм составляют всего лишь 25,3% от общего состава донных отложений. Пересчет выполняется по такой схеме:

$$P_{i \text{ м. действ.}} = \frac{P_{i \text{ м. лаб.}}}{100} \cdot P_{<10 \text{ м. фотогр.}}$$

где  $P_{i \text{ м. действ.}}$  - действительное процентное содержание мелкой фракции;

$P_{i \text{ м. лаб.}}$  - процентное содержание фракции мелких наносов, определенное в лаборатории;

$P_{<10 \text{ м. фотогр.}}$  - общее процентное содержание всех мелких фракций, получаемое по фотографии (или обмером).

$$\text{Для первой фракции } P_{\text{м. действ.}} = \frac{33,5}{100} \cdot 25,3 = 8,5\%$$

и т.д. Гранулометрический состав всего образца записывается в табл. ТТ-51 (табл. 12).

Таблица 12

Фракции, мм	200-100	100-50	50-20	20-10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,2	Диаметр наибольшей частицы
%	5,0	18,2	26,8	24,7	8,5	7,2	6,5	2,3	1,8	140x128x75

75. Если из фотографируемого образца проба мелких наносов не отбиралась, а они составляют более 10%, то по фотографии выполняется подразделение мелких частиц (< 10 мм) на две фракции: 10-5 и < 5 мм (в таких случаях фотография изготавливается более крупного размера, например 15 x 15 см<sup>2</sup>).

#### IV. Составление таблиц для Гидрологического ежегодника и статистическая обработка материалов

I. Составление таблиц "Крупность взвешенных и донных наносов и донных отложений"; "Удельный и объемный вес донных отложений"

58. Сведения о гранулометрическом составе, удельном и объемном весе донных отложений речных наносов, помещаемые в Гидрологическом ежегоднике (табл. 8 и 9), подготавливаются в стационарной лаборатории. Лаборатория готовит материал к этим таблицам постепенно в течение всего года, по всем постам, от которых поступили пробы грунта или фотоленки с фиксированными образцами донных отложений.

В связи с настоящими указаниями по изучению состава донных отложений в табл. 8 и 9 Гидрологического ежегодника (см. макет Гидрологического ежегодника, 1966 г. и Наставление в.6, ч.Ш, § 188-192) вносятся некоторые изменения и дополнения.

59. В Гидрологический ежегодник помещаются сведения о среднем гранулометрическом составе донных отложений в данном пункте в соответствующую дату измерений.

Для равнинных рек средний гранулометрический состав отложений получается непосредственно в результате анализа осред-

ненной пробы; для горных рек - путем осреднения состава отдельных образцов, полученных по снимкам, при этом процент каждой фракции вычисляется как средняя арифметическая величина

$$a_{cp} = \frac{\sum_1^n a_i}{n},$$

где  $a_i$  - процент данной фракции в образце;  
 $n$  - число образцов (снимков).

60. В табл. 8 в графе 5 показываются приборы для отбора проб донных отложений (ГР-69-донный щуп, дч - дночерпатель, ГР-86 - отборник проб донных отложений, ГР-91 - штанговый дночерпатель) или методы изучения крупных донных отложений (Ф - фотографический, О - обмер, В - визуально).

После обозначения прибора для взятия проб донных отложений или метода изучения крупных наносов над чертой показывается количество вертикалей, под чертой количество проб или образцов, которые отбирались или фотографировались в русле<sup>\*)</sup>. В примечании (графа 9) указывается тип отложений (отмстка или равномерное распределение крупности в толще отложений).

В табл. 9 Ежегодника кроме сведений о величинах удельного и объемного веса донных отложений следует приводить данные о процентном содержании органических веществ (см. п. 45 настоящих указаний). С этой целью в табл. 9 добавляется одна графа, в которой величина органических включений в пробах донных отложений приводится с точностью 0,1 процента.

## 2. Статистическая обработка материалов

по крупности донных отложений речных наносов

61. Статистическая обработка данных по гранулометрическому составу донных отложений равнинных и горных рек выполняется по особому заданию ГУМС и заключается в определении гранулометрических параметров  $d_5, d_{10}, d_{25}, d_{50}, d_{75}, d_{90}, d_{95}$ .

<sup>\*)</sup> Аналогичные сведения приводятся в графе 5 о способе и месте взятия проб взвешенных наносов для определения их крупности (см. Макет Гидрологического ежегодника).

Индекс при  $d$  показывает, какой процент частиц меньше данного размера  $d$  содержится в составе рассматриваемой пробы наносов.

По данным о среднем составе речных отложений в определенную дату наблюдений строятся на миллиметровой бумаге интегральные кривые гранулометрического состава. Границы фракций откладываются по оси абсцисс графика через равные интервалы (независимо от фактических размеров этих интервалов) от мелких к более крупным фракциям; по оси ординат - суммарный процент фракций меньше определенного размера (верхнего предела фракции). Нижняя часть интегральной кривой экстраполируется на нижний предел самой мелкой фракции.

62. По интегральной кривой определяются величины параметров  $d_5, d_{10}, d_{25}, d_{50}, d_{75}, d_{90}, d_{95}$ . На рис. 10 изображены интегральные кривые и показано, как определяются гранулометрические параметры (для кривой № 1). При определении величин  $d_5, d_{10}, d_{25}$  и т.д. необходимо учитывать, что фракции на графике изображены в разном масштабе.

Для фракции < 0,001 в 1 мм графика		
"	0,001-0,005	" - 0,0001 мм
"	0,005-0,01	" - 0,0004 мм
"	0,01-0,05	" - 0,0005 мм
"	0,05-0,1	" - 0,004 мм
"	0,1-0,2	" - 0,005 мм
"	0,2-0,5	" - 0,01 мм
"	0,5-1,0	" - 0,03 мм
"	1-2	" - 0,05 мм
"	2-5	" - 0,1 мм
"	5-10	" - 0,3 мм
"	10-20	" - 0,5 мм
"	20-50	" - 1,0 мм
"	50-100	" - 3,0 мм
		" - 5,0 мм
		и т.д.

Значения гранулометрических параметров снимаются с графика с точностью до двух значащих цифр при их величинах больше

0,01 мм и с точностью до 0,001 мм, если величины параметров мельше 0,01 мм.

Результаты статистической обработки записываются в табл. ТТ-51<sup>а</sup>. В соответствии с приведенным выше примером определения гранулометрических параметров (рис. 10) заполнен образец табл. ТТ-51<sup>а</sup> (табл. I3)

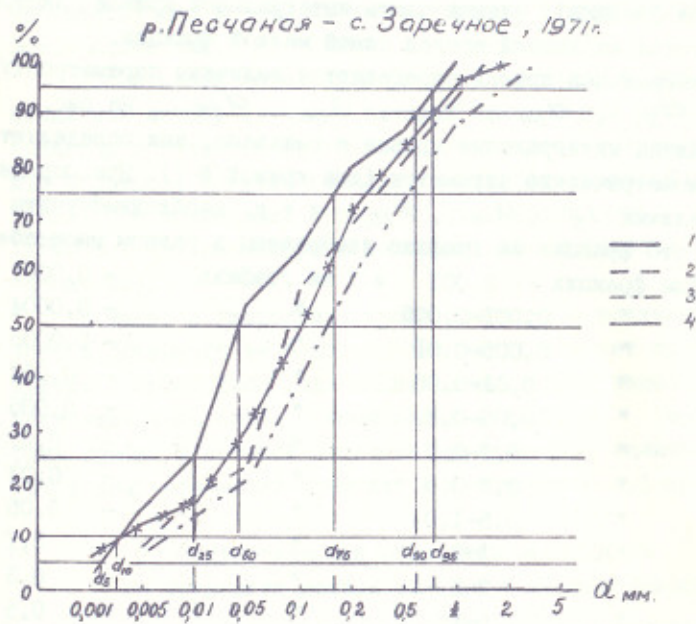


Рис. 10. Интегральные кривые гранулометрического состава донных отложений и определение гранулометрических параметров.

I - 25/III; 2 - 2/V; 3 - 5/VI; 4 - II/X.

Таблица I3 ТТ-51<sup>а</sup>

№ пробы	Река, местоположение станции (поселка)	Дата взятия пробы	Место и способ взятия пробы	Диаметр частиц (d) (мм) и их содержание (в % по весу)									
				1-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	I2	I3
I		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
4	р. Песчаная-с. Заречное	I	25/III-72	ГР-96, I2, I6, I2, I6	13,0	6,8	15,5	10,4	29,2	9,2	13,6	2,3	

Гранулометрические параметры (мм)									
d5	d10	d25	d50	d75	d90	d95	Наибольший диаметр (мм)	Метод анализа	Примечание
0,002	0,003	0,010	0,04	0,17	0,64	0,80	I, I	п.ф.	
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
							23		

## У. Контроль за работой на станциях и постах

63. Отдел гидрологии УГМС в тесном контакте со стационарной лабораторией и ее филиалами при гидрометстанциях должны осуществлять методическое руководство работами по изучению гранулометрического состава донных отложений и вести текущий контроль за соблюдением принятой методики при выполнении полевых и лабораторных работ по наносам.

Особое внимание следует обращать на качество поступающих проб и фотопленок донных отложений. О недостатках в работе на посту лаборатория сообщает на станцию, осуществляющую непосредственное руководство работой поста, и в отдел гидрологии УГМС и принимает меры для своевременного устранения замеченных недостатков.

64. После выполнения лабораторных определений и вычислений гранулометрического состава донных отложений следует обеспечить полную сохранность лабораторных журналов, ведомостей, фотоснимков образцов и остатков проб донных отложений, чтобы в процессе обработки и анализа результатов определений можно было бы произвести проверку правильности записей, а в случае необходимости — повторить лабораторные анализы.

Срок хранения этих материалов определяется моментом опубликования Гидрологического ежегодника за данный год наблюдений. После этого остатки образцов могут быть уничтожены, а журналы, фотопленки и фотоснимки сданы в архив.

65. Отдел гидрологии УГМС должен осуществлять строгий контроль за качеством материалов, подготовляемых лабораторией для Гидрологического ежегодника.

Для оценки качества работ на постах следует выявлять количество забракованных лабораторией проб (фотоснимков) донных отложений путем сопоставления количества проб и фотоснимков, поступивших с постов и станций и использованных при составлении Ежегодника.

## Примерные нормы на основные лабораторные и камеральные работы по наносам

№ п/п	Вид работ	Норма <sup>1)</sup> на лаборанта в день (при 8-часовом рабочем дне)
1	Взвешивание боксов с наносами или с фильтрами	80 шт.
2	Гранулометрический анализ методом пипетка-фракциометр с подразделением: а) на 8 фракций (от 1,0 до 0,001 мм) б) на 6 фракций (от 1,0 до 0,01 мм)	2 <sup>2)</sup> анализа 3 <sup>2)</sup> анализа
3	Гранулометрический анализ методом фракциометра (от 1,0 до 0,05 мм)	8 анализов
4	Гранулометрический анализ ситовым методом (от 10 до 1 мм)	12 анализов
5	Гранулометрический анализ на грохотах или обмером частиц с подразделением на 5 фракций (200-100, 100-50, 50-20, 20-10, 10мм)	5 анализов
6	Вычисление процентного содержания фракций по фотографиям	7 снимков
7	Взвешивание и подготовка образцов для определения объемного веса	20 проб
8	Определение удельного веса наносов	10 проб
9	Определение процентного содержания гигроскопической влаги	20 проб
10	Определение процентного содержания органических веществ	20 проб

Примечания: 1) Нормы на выполнение всех видов работ даны с учетом затрат на подготовительные и вычислительные операции.

2) Норма дается с учетом, что на пипеточной установке одновременно анализируются 6 образцов.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение . . . . .	3
I. Натурное изучение донных отложений	
1. Приборы и методика наблюдений, применяемые на равнинных реках . . . . .	5
2. Методы, приборы и оборудование, применяемые на горных реках . . . . .	II
II. Лабораторная обработка проб донных отложений	
1. Определение гранулометрического состава . . . . .	16
2. Определение содержания органических веществ в донных отложениях . . . . .	37
3. Определение удельного и объемного веса. . . . .	39
III. Вычисление гранулометрического состава отложений речных наносов по данным полевых и лабораторных измерений	
1. Обработка фотографий донных отложений . . . . .	42
2. Вычисление полного гранулометрического состава отложений . . . . .	49
IV. Составление таблиц для Гидрологического ежегодника и статистическая обработка материалов	
1. Составление таблиц "Крупность взвешенных и донных наносов и донных отложений"; "Удельный и объемный вес донных отложений" . . . . .	51
2. Статистическая обработка материалов по крупности донных отложений речных наносов . . . . .	52
У. Контроль за работой на станциях и постах	56
Приложение. Примерные нормы на основные лабораторные и камеральные работы по наносам. . . . .	57