Э. А. Гарбовский

Инженерная гидрология рек Афганистана

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1989

УДК 556.5

Рецензент: д-р техн. наук Г. А. Алексеев

Дана орографическая, геологическая и гидрогеологическая оценка территории республики Афганистан, подробно освещены такие климатические факторы, как осадки, температура, испарение, влажность и ветер. Большое внимание уделено гидрографии рек, морфометрическим характеристикам рек и речных бассейнов.

Основная часть монографии посвящена характеристикам годового, максимального, минимального и твердого стока рек. Рассмотрено изменение стоковых характеристик по длине рек, внутригодовое распределение стока, определение характеристик максимального стока по редукционной формуле и формуле предельной интенсивности стока.

Рассмотрена также возможность использования региональных формул, применяемых в СССР для определения характеристик минимального и твердого стока.

Составлены карты-схемы характеристик годового, максимального и минимального стока.

Книга рассчитана на гидрологов, гидротехников и мелиораторов, а также на студентов и научных работников.

In the Book "Engineering hydrology of rivers of Afghanistan" by E. A. Garbowskiy orographical, geologial and hydrogeological estimations of territory of the Republic of Afghanistan and detailed climatical factors such as precipitations, temperature, evaporation, moisture and wind are given.

Much attention is given to rivers hydrographical and morphometrical characteristics of rivers and rivers basins.

Considerable part of the monographie is devoted to such characteristics as annual, maximum, minimum runoff and also to the sediment runoff.

Alteration of flow characteristics along rivers, annual distribution of flow by using reduccion formula and formula of limit of intensive flows are considered.

Mamps of characteristics of annual, maximum and minimum runoff are represented.

The possibileties of using of regional formulas applied in the USSR, for the definition of minimum flow and sediment discharge are considered.

The book is itended for hydrologists, hydraulic engineers and meliorators, as well as for students and scientifics workers.

363637

Российский государственный
гидрометеорологический
институт
БИБЛИОТЕКА
195196, СПб., Малоохтинский пр., 98

Г 1502000000-020
069(02)-89 20-89

© Гидрометеоиздат, 1989

ISBN 5—286—00168—8

Предисловие

Развитие народного хозяйства Афганистана в условиях острого дефицита водных ресурсов требует обоснованного их учета и прогнозирования возможных колебаний характеристик речного стока.

Создание монографии по гидрологии рек Афганистана, в которой были бы изложены основные характеристики речного стока и закономерности его формирования, необходимо как для производственных и проектных организаций, занимающихся проектированием и эксплуатацией водохозяйственных объектов, так и для подготовки гидрологов и гидротехников для Республики Афганистан.

При поддержке афганских специалистов и ведомств, связанных с использованием водных ресурсов, автор предпринял попытку обобщить все имевшиеся к 1980 г. гидрологические данные. С 1980 г. наблюдения за стоком рек практически прекратились на большей части гидрологических постов страны, что сделало еще более необходимой комплексную гидрологическую оценку режима рек.

Большое участие в подборе исходных материалов и имеющихся локальных разработок приняли работники Министерства ирригации и водных ресурсов Афганистана.

Автор благодарит за большую помощь в поиске и переводе с языка дари материалов, необходимых для работы, афганских ученых — докторов наук Абдулу Хакима Найера, Наджмуддин Рустаки, Мохаммеда Эмама Алими и Мохаммеда Асефа.

Автор считает своим долгом выразить глубокую признательность д-ру техн. наук, проф. Г. А. Алексееву, д-ру техн. наук, проф. В. С. Алтунину, канд. техн. наук Л. Ф. Сотниковой за ценные замечания и большой труд при просмотре рукописи.

Издательство и автор будут благодарны за замечания и пожелания по настоящей книге.

Введение

Афганистан относится к аридным странам с крайне недостаточным естественным увлажнением земель, исключающим возможность неполивного земледелия. Существующие много столетий традиционные методы орошения, на базе которых постепенно осваивались новые земли, не обеспечивают возможность интенсивного вовлечения в хозяйственный оборот больших территорий, приводят к неоправданно большим потерям воды.

Развитие экономики Республики Афганистан, повышение благосостояния народа требуют активного освоения земель на качественно новой основе мелиорирования и реконструкции существующих систем.

Строящиеся новые мелиоративные комплексы: Камалхан в низовьях р. Гильменд и на р. Кокча, комплексный гидроузел Салма на р. Герируд — наряду с эксплуатируемыми, построенными с помощью Советского Союза комплексами (в районе г. Джелалабада и Сарде на р. Джилга), призваны решать эту задачу в ближайшее время.

Предстоят большие мероприятия по реконструкции мелиоративных систем на севере страны в долинах рек Хульм, Балх, Сари-Пуль, Ширинтагао, строительству новых объектов в бассейне р. Кундуз, в бассейнах рек Гильменд и Аргандаб, в Пактике.

В то же время недостаточная обеспеченность топливными ресурсами ставит задачу по использованию стока рек и для целей энергетики. Ранее построенные гидроузлы Наглу, Каджаки, Аргандаб и другие показали большую эффективность использования гидроэнергоресурсов, поэтому перспективным планом развития народного хозяйства Республики Афганистан предусматривается строительство ряда средних и мелких гидроэнергетических объектов.

На очереди остро стоит проблема обеспечения водой развивающихся городов, в первую очередь таких крупных центров, как Кабул, Газни, Джелалабад, Кандагар, Фарах, Герат, Мазари-Шариф, Шиберган, Баглан, Кундуз, Файзабад, Хост, в связи с развитием промышленности и с необходимостью строительства бытового водопровода.

При крайне малой водности рек Афганистана решение всех перечисленных выше задач требует надежного гидрологического обоснования.

Проводившиеся в стране гидрологические исследования непродолжительны по времени и не охватывают полностью все районы.

Это вызывает необходимость гидрологической обработки и анализа имеющихся данных с целью получения общих закономерностей и экстраполяции результатов наблюдений для распространения их на неизученные районы.

При определении расчетных характеристик речного стока использовались как результаты наблюдений, так и метод гидрологических обобщений, в котором особенно следует выделить приемы картографического отображения и географической интерполяции и гидрологической аналогии.

Единственной по настоящему комплексной работой по гидрологии рек Афганистана является монография В. Л. Шульца «Реки Афганистана», вышедшая в 1968 г. [72]. К сожалению, малый объем данных как по территории страны, так и по продолжительности наблюдений, имевшихся в его распоряжении, не позволил сделать какие-либо обобщения и охарактеризовать хотя бы основные реки.

В таких же условиях находилась группа советских гидрологов, подготовивших в 1965 г. отчет с основными гидрологическими характеристиками некоторых рек Афганистана для комиссии ФАО по линии ЮНЕСКО.

Систематические гидрологические наблюдения за режимом стока рек Афганистана начаты сравнительно недавно. Наблюдения в ряде районов носили узко утилитарный характер, были непродолжительны. Гидрологические посты, создаваемые различными организациями и группами, носили временный характер и ликвидировались по окончании работ. Е. Стенз провел в 1939 г. некоторые гидрометрические наблюдения на р. Гильменд, в 1947 г. в связи со строительством ГЭС «Сороби» западногерманская фирма «Simens» провела ряд наблюдений на р. Кабул. Более продолжительный и систематический характер носили гидрометрические наблюдения, проводившиеся гидрологической группой ФРГ с 1957 г. на р. Кабул, управлением комплексного освоения р. Гильменд, а также группой специалистов из СССР в связи с проектированием гидроузлов Сарде на р. Джилга и Наглу на р. Кабул.

Наблюдения, проводившиеся в ряде случаев западноевропейскими фирмами и фирмами США в различных районах страны, носили, как правило, эпизодический характер, не могли дать представления о режиме стока, охватывали незначительные территории и поэтому данные, полученные в результате этих наблюдений, использовались только частично, а некоторые результаты этих работ вообще не были переданы афганским правительственным органам.

С организацией отдела гидрологии при Министерстве энергетики и водных ресурсов страны и передачей в его ведение всех гидрологических постов начинается постепенное расширение гидрометрической сети, улучшение технического оснащения постов.

По состоянию на 1 января 1978 г. в стране насчитывалось 157 гидрологических постов, распределение которых как по бассейнам, так и по длине рек крайне неравномерно. На многих основных

реках и их крупных притоках имеется по одному гидрологическому посту (Сари-Пуль, Адраскан, Лагман, Сурхруд, Кадж и др.). На некоторых весьма важных в хозяйственном отношении для данного района реках гидрологические посты не были установлены вообще, систематические (хотя бы один год) наблюдения не проводились (например, на реках Ваханского выступа, на притоках Пянджа севернее бассейна р. Кокча, на р. Гомаль (Пактика), на р. Наар (бассейн р. Газни) и др.). Тем не менее работа многих гидрологических постов, пусть крайне непродолжительная, позволила дать в настоящее время более полную оценку водного режима и более широкий спектр гидрологических характеристик рек практически по всей территории страны по сравнению с приводившимися в более ранних источниках [69, 71, 72, 88].

Техническая оснащенность гидрологических постов различна. Регистрация уровней на большинстве постов (129 из 157) проводилась самописцами барабанного типа. Остальные 28 постов реечные. Измерение расходов вертушками с постоянных гидрометрических подвесных пешеходных или кабельных с люльками мостов было возможно на 72 постах.

Недостаточно частая корректировка кривых $Q=f(H)$ и во многих случаях недостаточно квалифицированное наблюдение за изменениями уровней на реечных постах приводили к появлению погрешностей в значениях расходов.

Степень достоверности результатов наблюдений оценивалась в гидрологическом отделе Министерства энергетики и водных ресурсов и приведена в изданных в 1976—1980 гг. гидрологических ежегодниках [83]. По каждому пункту степень достоверности определялась помесячно со следующими оценками: 1) P (Poor Accuracy) — плохая, недостаточная точность, 2) F (Fair Accuracy) — удовлетворительная точность, 3) G (Good Accuracy) — хорошая точность, 4) E (Excellent Accuracy) — отличная точность.

За весь период наблюдений ни по одному посту превосходной оценки качества данных не было. В целом по стране около 16 % данных могут быть оценены как имеющие недостаточную точность, 56 % — как удовлетворительные и около 30 % — как хорошие.

Отдел гидрологии провел большую работу по уточнению и восстановлению недостоверных данных.

Гидрологический год (water year) принят с октября по сентябрь.

Для обоснования комплексов гидроэнергетического и мелиоративного назначения необходимо иметь достаточно полные сведения о факторах, определяющих формирование стока рек, что к тому же позволит обоснованно распространить получаемые гидрологические характеристики на неизученные районы. Поэтому первые две главы посвящены общим физико-географическим, особенно климатическим, факторам. Эту же цель преследует и определение гидрографических и морфометрических характеристик рек страны, приведенных в главе 3, в которой также сделана попытка обосно-

вания гидрографического районирования, несколько отличного от принятого до сих пор.

Необходимость обеспечения всех видов водохозяйственного строительства и водопользования различными расчетными характеристиками с оценкой их изменчивости по территории и по времени предопределила детальное рассмотрение характеристик по каждому бассейну.

Прежде всего определены характеристики годового стока (глава 4) с учетом и без учета потерь воды на орошение. Для учета действительного объема годового стока по створам, выше которых расположены орошаемые земли с неизвестным фактическим потреблением воды, был определен ориентировочный среднегодовой гидромодуль брутто по дельтовым районам рек Балх, Хульм, Сари-Пуль и Ширинтагао по известным расходам в придельтовых створах и известной площади орошения в зоне полного разбора воды. Средний годовой гидромодуль оказался почти равным для всех четырех рек — 0,13—0,35 л/(с·га) в вегетационный период — очень небольшая величина, обусловленная острым дефицитом воды. На реках с большей водностью, например, на р. Кокча, гидромодуль определен по створу Кешем в 0,35 л/(с·га). Некоторая корректировка гидромодуля для учета потерь проведена и для других бассейнов.

Учет безвозвратных потерь воды на орошение позволил получить более гармоничную картину изменения характеристик годовых расходов по течению рек в зонах орошаемого земледелия.

В главе 5 изложены вопросы распределения годового стока в течение года, дана оценка связи климатических факторов и распределения стока, определены коэффициенты естественной зарегулированности стока. Особое внимание уделено оценке обеспеченности продолжительности суточных расходов воды в основных пунктах по всей территории страны за десятилетний период с 1969 по 1978 г.— период, содержащий самые минимальные и самые максимальные расходы за 30 лет с начала систематических гидрологических наблюдений в стране.

В главе 6 детально рассмотрены условия формирования максимальных расходов, изменение характеристик максимальных расходов по течению рек, оценена их изменчивость и коэффициент асимметрии. Поскольку максимальные расходы имеют преимущественно дождевой характер, подробно рассмотрено определение их по редукционной формуле и даны карты-схемы модуля $\bar{M}_m$ для всей страны. Рассмотрено определение максимальных расходов дождевых паводков в Афганистане с площадей водосбора менее 100 км^2 по формуле предельной интенсивности стока.

Распределение минимальных расходов в течение года по гидрологическим створам рек Афганистана приведено в главе 7.

Для всей территории страны предложены карты-схемы изолиний модуля 30-дневного минимального стока и коэффициента изменчивости. Установлена возможность применения формул для определения 30-дневного минимального стока малых рек и модуля

суточного минимума по модулю 30-дневного минимума, применяемых на территории СССР с региональными коэффициентами.

Крайне незначительный объем данных по твердому стоку позволяет дать лишь предварительные рекомендации и приближенные значения характеристик твердого стока рек Республики Афганистан, приведенных в главе 8.

Предложено использование региональных формул для определения модуля твердого стока по модулю среднегодового жидкого стока, площади и средней высоте водосбора, рекомендованных для среднеазиатских эрозионных районов СССР.

Для получения сопоставимых и во многих случаях репрезентативных величин по створам с весьма кратковременными наблюдениями проведено удлинение рядов по базовым створам с использованием линейного уравнения регрессии. При этом имело место уменьшение коэффициента вариации удлиняемого ряда (см. главу 4). Этот метод недостаточно корректен из-за неучета случайных отклонений эмпирических точек от линии регрессии (Г. А. Алексеев, «Метеорология и гидрология», 1981, № 5 и др.), хотя и рекомендуется соответствующими нормативными документами ([53] и СНиП 2.01.14—83). Поэтому при составлении карт изолиний значения среднего годового стока откорректированы. При этом учтены потери воды на орошение.

Отсутствие достаточно полной гидрогеологической оценки объема и динамики подземных вод не позволяет привести водный баланс по бассейнам, а ограниченный объем книги — рассмотреть более подробно и проиллюстрировать особенности распределения годового стока в зависимости от водности года (гл. 5), дать суточные гидрографы по притокам и т. п. Тем не менее помещенный в книге материал позволяет получить основные данные для проектирования и эксплуатации водноэнергетических и водохозяйственных объектов на территории Афганистана.

Глава 1

Краткая физико-географическая характеристика

1.1. Орография

Республика Афганистан (РА), расположена в основном между 38° и 29°30′ с. ш. и 61 и 74° в. д. Крайние точки территории страны: на севере 38°28′, на юге 29°23′, на западе 60°30′ и на востоке (Ваханский выступ) — 74°54′.

Территория РА занимает северо-восточную часть Иранского нагорья с площадью 657 тыс. км².

Основная часть страны — горные области (около 74 % территории). Равнинные участки юго-запада — различные по типу и высотному положению пустыни, примыкающие к пресноводным озерам, расположенным на границе с Ираном в зоне Сеистанской впадины. В районе озер отметки поверхности над уровнем моря порядка 500 м, к северу, северо-востоку и востоку отметки повышаются. Так, солончаковые пустыни на северо-западе этого равнинного района (севернее р. Фарахруд) имеют отметки 800—1000 м над ур. м., при этом на плоскости отдельные возвышенности достигают высоты 1540—1640 м над ур. м. На территории этих пустынь (Дашти-Атишан и Дашти-Таг) расположены соленые озера Намаксар на севере, на границе с Ираном, и Даги-Тунди на юге на территории РА, в приграничной зоне. Еще южнее, примыкая с севера к пресноводному озеру Сабари и ограниченная с востока р. Фарахруд, расположена каменисто-глинистая пустыня, переходящая к востоку, между реками Фарахруд и Хашруд, в такую же по структуре пустыню Баква.

Юго-восточнее Баквы, между реками Хашруд и Гильменд, находится обширная песчано-галечниковая пустыня Дашти-Марго (Пустыня смерти), средние отметки которой около 700 м.

Южнее р. Гильменд (на участке ее течения от Дешу до Хвабга) до границы РА с Пакистаном расположена пустыня Регистан-Сидики, а западнее ее, до хребта Ходжа-Амран (на границе с Пакистаном) — собственно пустыня Регистан с наиболее высокими отметками поверхности порядка 1100—1200 м. Обе пустыни, как свидетельствует само название, песчаные (на языке дари «рег» — песок). Приведенная общая классификация пустынь юго-западной зоны, как справедливо отмечал и В. Л. Шульц [72], весьма условна, так как, отражая доминирующие черты каждой пустыни, невозможно передать все многообразие их облика, чередование гравийных, глинистых, каменистых и подобных участков.

Общая площадь юго-западных пустынь около 100 тыс. км², что составляет 72,5 % всей условно равнинной территории в этой зоне.

Северная равнинная зона расположена вдоль Амударьи (западнее устья р. Кундуз) и представляет собой довольно узкую

полосу шириной 50—100 км, общей площадью около 28 тыс. км², большая часть которой занята приамударьинскими песчаными пустынями Дашти-Лейли, Дашти-Абданимиралам и др. Западная часть пустыни Дешти-Лейли является продолжением юго-восточных Каракумов.

Границы равнинных зон показаны на орографической карте-схеме (рис. 1.1). В северо-западной части этой равнинной зоны отметки поверхности над уровнем моря порядка 300—400 м (самая низкая точка 260 м); они постепенно повышаются к югу (к подножию гор Паропамиза) и к востоку (к подножию отрогов Гиндукуша), достигая 1000—1200 м над ур. м.

Как указывалось выше, основная часть территории страны — горные области, образованные горными хребтами, высокогорными плато и котловинами двух горных систем — Гиндукуша и Паропамиза. Хребты этих горных систем пересекают почти всю территорию страны с северо-востока на юго-запад. Мощные горные цепи Гиндукуша в центре страны расходятся веерообразно и на западе переходят в менее высокие хребты горной системы Парапамиз.

Самый высокий хребет системы Гиндукуша — Восточный Гиндукуш, расположенный к северо-востоку от перевала Хавак (*1* на рис. 1.1),— имеет вершины с отметками до 7000 м (Тиргаран, 6726 м и др.) и зоны вечных снегов и ледников.

Вся северо-восточная часть страны от р. Пяндж на севере до р. Кабул на юге занята отрогами Западного и Центрального Гиндукуша — хребтами Лаль (по р. Пяндж), Сафедхирс, Ходжа Мухаммад на севере, Кашмунд, Пагман, Баба на юге этой зоны.

Некоторые вершины хребтов Лаль и Сафедхирс имеют высоту около 5000 м, что обусловливает образование в этой зоне очагов оледенения. Высота Западного Гиндукуша (от перевала Хавак *1*) до перевала Шибак (*3*) у Бамиана) не превышает 5000 м, поэтому очагов постоянного оледенения здесь нет.

Две расходящиеся горные цепи в системе Западного Гиндукуша — хребты Баба и Пагман — являются центральным орографическим и гидрографическим узлом Афганистана, так как отсюда фактически начинаются главнейшие реки страны Гильменд, Герируд, Кабул и Кундуз. В то же время этот узел является началом основных хребтов Парапамиза — Банди-Баян и далее Сиахкох и центрального хребта этой системы хребта Сафедкох (Ферозкох). Продолжением Пагмана являются юго-западные хребты Мазар и Шах Максуд, ограничивающие с северо-запада Газнийское плоскогорье, средняя отметка которого значительно превышает 2000 м. Поверхность озера Аби-Истада, которое находится на этом плоскогорье, имеет отметку 2130 м. Главная река плоскогорья Газни впадает в озеро Аби-Истада.

Все Газнийское плоскогорье ограничено с юга и востока передовыми цепями Сулеймановых гор (горы Шинкай), западнее которых расположен один из наиболее влажных районов страны — Пактийский выступ. С севера пактийская зона ограничена хреб-

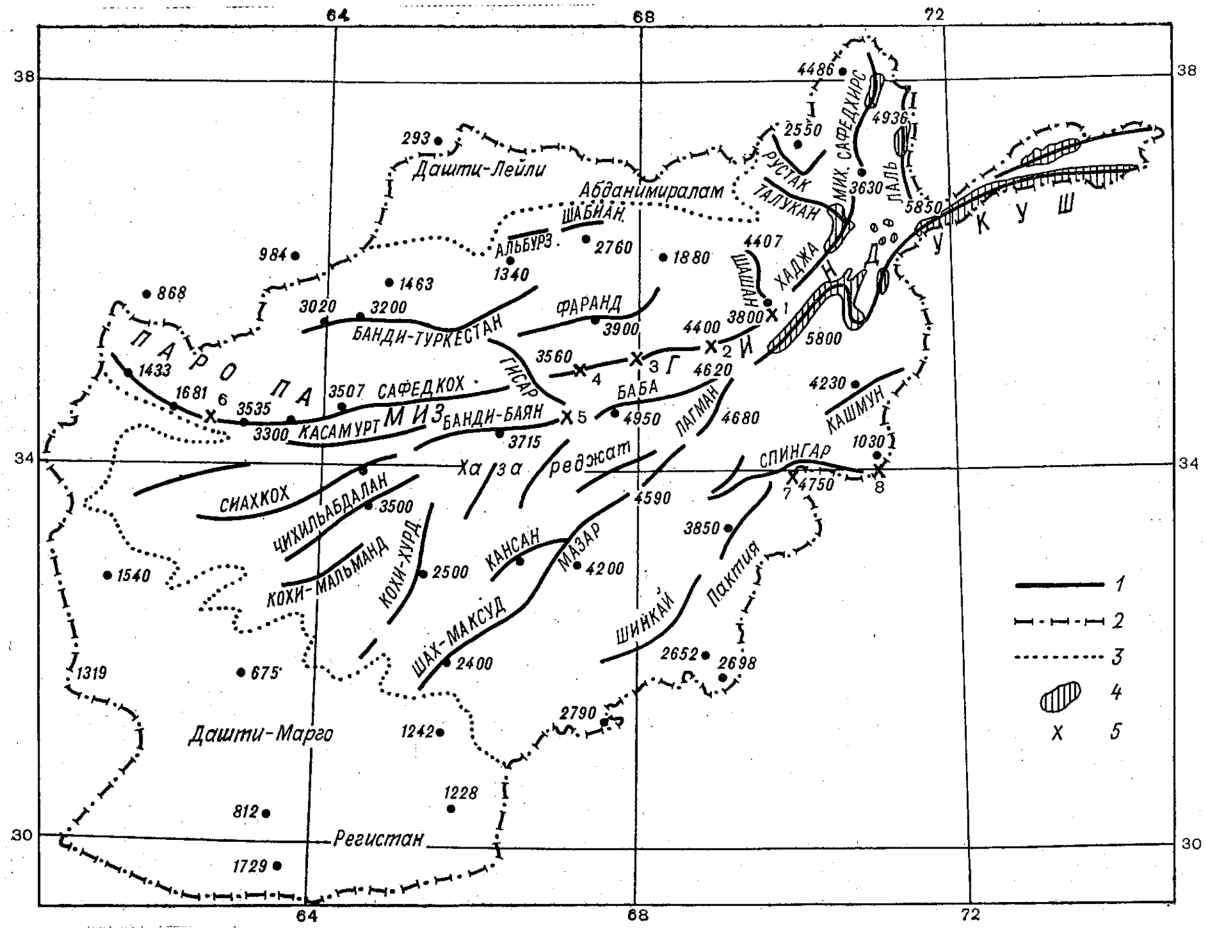


Рис. 1.1. Орографическая схема Афганистана.

1 — основные горные хребты, *2* — гос. граница, *3* — границы равнин, *4* — зоны вечных снегов и ледников, *5* — перевал.

том Спингар (Восточный Сафедкох) с вершинами более 4500 м (Сипарам, 4745 м). Практически по границе РА с Пакистаном в Пактийской зоне проходят передовые цепи Сулеймановых гор, ограничивающие Иранское нагорье в пределах Афганистана с юго-востока.

Горная система Парапамиза состоит из серии широтно расположенных почти параллельных хребтов. С севера на юг эти хребты располагаются в следующем порядке: хребет Банди-Туркестан с наибольшей высотой 3809 м (в районе Нейгола-Чирас), хребет Сафедкох (Ферозкох) с наибольшей высотой 3642 м (в районе Сари-Гальмин), хребет Касамург с высотами до 3986 м, хребет Сиахкох с высотами до 3314 м, хребет Чихильабдалан с высотами до 3580 м. Хребты Касамург, Сиахкох и Чихильабдалан являются веерообразным продолжением хребта Банди-Баян.

Между хребтами Сафедкох и Касамург — Банди-Баян в узком продольном тектоническом ущелье течет р. Герируд. В районе города Герата узкая долина расширяется, превращаясь в крупный оазис.

К западу все хребты Паропамиза понижаются до высоты 1000—1500 м, а хребет Банди-Туркестан на западе — северо-западе переходит в возвышенности Карабиль (высота до 984 м) и Бадхыз (высота 868 м), основной частью расположенные на территории СССР.

Склоны хребтов голые, изрезанные большим количеством суходолов (саев), со следами мощной ветровой и водной эрозии.

Среднюю климатическую снеговую линию в пределах страны устанавливают на отметке более 5000 м, чем и объясняется образование зон вечных снегов и оледенения только на крайнем северо-востоке. Самая высокая в Афганистане гора Тиримчир (7690 м) находится в этой зоне.

Средняя высота страны — 1800 м (по В. Л. Шульцу — 1850 м). Одна треть всей территории расположена на высоте от 1000 до 2000 м, а на долю высот от 2000 до 3000 м приходится более 25 %. В то же время высоты более 4000 м занимают не более 5 % ,а более 5000 м — 2 % всей территории.

1.2. Геологическое строение

В монографии В. Л. Шульца [72] геологическое строение Афганистана описано Н. М. Игнатиковым на основании работ Б. А. Петрушевского [45] и Гайдена [82]. В 1977 г. в МГУ вышла книга В. Л. Славина [55], материалы по геологии Афганистана из которой в основном использованы автором в изложении настоящего раздела.

Исследования последних лет показали, что на территории РА обнажаются на поверхности отложения всех известных геологических систем.

Неогенные отложения на севере страны представлены конгломератами, песчаниками и глинами большой мощности. На западе

весьма характерны песчаники и эффузивные породы. В районе Кабула, Бамиана, Джелалабада обнажается мощная пестроцветная толща конгломератов, песчаников, глин (иногда с прослойками гипса).

Антропогенные отложения заполняют межгорные и предгорные впадины. Они широко развиты на севере по левому берегу Аму-Дарьи; на юго-востоке в котловине между областью Гардез-Газни и Кандагаром, в долине р. Тарнак, в низовьях р. Герируд.

Широко развиты антропогенные отложения в области западных и южных пустынь. Здесь встречаются отложения самых молодых в Афганистане вулканов и сохранились вулканические конусы. Современные отложения представлены рыхлыми конгломератами, песчаниками, образованиями аллювия, конусами выноса горных рек.

В горах Гиндукуша встречаются морены, в ряде горных районов — гравитационные накопления. В понижениях рельефа, особенно на севере страны, распространены лёссы и лёсовидные суглинки (эоловые отложения).

Физическое выветривание и геологическая характеристика пустынь. Следы физического выветривания в Афганистане можно видеть на любом горном хребте. Горы в подавляющем большинстве безлесные, скалистые, с крутыми, выветренными склонами, сильно подвержены ветровой и водной эрозии, поэтому их склоны и речные долины покрыты большим количеством грубообломочного материала. Осыпи (камни, щебень) спускаются в долины почти всех афганских горных рек.

Ветер может разрушать горные породы вследствие непосредственного давления воздушных струй (дефляция или выдувание), а также истирания частицами, которые он несет с собой. Такую большую роль сыграл ветер в оформлении котловины Дешти Навар в Центральном Афганистане.

Резко континентальный климат, небольшая влажность, большие колебания суточных и сезонных значений температуры создают благоприятные условия для образования пустынь в Афганистане.

Каменистые горные пустыни занимают значительное пространство в высокогорных районах Гиндукуша и Паропамиза. Юго-западные и западные пустыни площадью до 100 тыс. км^2 и северные пустыни площадью до 28 тыс. км^2 представляют собой аккумулятивные пустыни.

Полоса западных и юго-западных пустынь вдоль ирано-афганской и пакистано-афганской границ разделена рекой Гильменд на две части, из которых восточная — пустыни Регистан и Регистан-Сидики (Дашти-Регдар и Дашти-Арбу) — заполнена движущимися песками с дюнами, барханами и эоловыми грядами. Песок в эти районы принесен из каменистых пустынь Пакистана, Восточного Ирана и с гор Хазараджата. Западная часть полосы пустынь на юге Афганистана — это в основном солончаковые и глинистые (такырные) пустыни, некоторое исключение составляет обширная

пустыня Дашти-Марго, заполненная песками, вынесенными реками. Все эоловые формы в ней образуют пологие гряды, вытянутые в основном в юго-западном направлении, разделенные руслами сухих древних ручьев. Генетически эта область представляет собой, по-видимому, старую гигантскую дельту р. Гильменд, усложненную и дополненную полосами выносов других рек, стекающих с гор Хазараджата. Дельта р. Гильменда с течением времени продвигалась на юг, отлагая все новые и новые массы песка (в настоящее время река заканчивается болотистой котловиной).

Пески южных пустынь не закреплены. В летнее время воздух над пустынями сильно нагревается и возникает ветер — афганец, который выносит в северном направлении огромные массы пыли и песка (в 1953 г. афганец принес через Копетдаг в Каракумы около 100 тыс. т пыли).

В связи с выносом песчаного материала многие участки южноафганских пустынь сложены галечниками, покрытыми черной коркой пустынного «загара». Черные галечниковые пустыни располагаются также во внутригорных и горных котловинах, но размеры таких пустынь невелики.

Гравитационные явления в Афганистане развиты широко, так как их образованию способствует резко расчлененный рельеф, крутые склоны гор и весьма активные проявления физического выветривания и землетрясения.

В поверхностных геологических процессах Афганистана имеют место все виды гравитационных явлений.

Обвалы и осыпи наиболее часты в Гиндукуше, особенно в верхнем течении р. Кокча, на притоках р. Пяндж. Крупный обвал Дарайи Суф произошел в бассейне р. Базарак. Многочисленные обвальные тела видны в долине р. Кабул к северо-западу от Сароби. Обвалы, образуя естественные плотины, зачастую создают озера.

Оползни в Афганистане встречаются довольно часто, но не достигают больших размеров из-за отсутствия водообильных горизонтов подземных вод.

В долинах рек Северного Афганистана оползают широко развитые толщи четвертичных лёссовидных суглинков и лёссов. Это циркообразные или ступенчатые оползни. Движение их обычно активизируется в период снеготаяния и весенних дождей.

Иногда оползни, имеющие цирковидную форму, обусловлены выходом минеральных вод (оползень на берегу р. Исталиф) или образуются на поверхности юрских и триасовых глин (район Сары-Ассия).

Особенно широко распространены в Афганистане селевые потоки, связанные с периодом бурного снеготаяния и ливневых дождей. Отсутствие растительности на склонах, большая эрозионная деятельность ветра и воды, крутые, незакрепленные склоны гор способствуют образованию селей.

В горах Гиндукуша селевые потоки обычно грубообломочные, перемещающие глыбы размерами до нескольких метров в попереч-

нике. Материалы селей скапливаются в устьевых участках мелких притоков рек (в долинах рек Исталиф, Пагман и др.). Значительны шлейфы селевых потоков в устьевых участках р. Сурхаб у Джелалабада.

В северном Афганистане преобладают грязевые сели, состоящие из лёссовых суглинков и лёссов с включением отдельных глыб горных пород.

Вулканы. Территория южного Афганистана включается в средиземноморский вулканический пояс. Действующих вулканов в стране нет, но количество потухших превышает 50, и большая часть их располагается к западу и к северо-западу от гор Газни. Все эти вулканы центрально-кратерного типа, они изливали лаву и выбрасывали много пепла, образовавшего различные туфы. Вторым вулканическим районом является южная часть пустыни Регистан. Один вулкан с хорошо сохранившимся конусом находится в бассейне р. Фарахруд.

Интрузивные породы. В осадочных породах Афганистана проходили значительные интрузивные процессы, и интрузивные породы в стране широко распространены и очень разнообразны. Местами все осадочные породы, ранее покрывавшие интрузивные тела, оказались размытыми и магматические породы обнажались на поверхности земли. 90 % всех интрузивных пород Афганистана прослеживается в широкой полосе, протянувшейся в северо-восточном направлении вдоль бассейна рек Аргандаб и Гильменд через Кабул, Нуристан и Бадахшан к Южному Памиру. За пределы этой полосы выходят только интрузии, располагающиеся вдоль долины р. Герируд.

Подавляющее число интрузивных тел сложено кислыми породами — гранитами.

Тектонические процессы. Территория Афганистана входит в область исключительно сильных новейших колебательных процессов с преобладающими положительными движениями. Начиная с неогена северо-восточные районы страны поднялись более чем на 7000 м. Это один из самых интенсивных районов неотектонических движений в мире.

Складчатые и разрывные нарушения весьма разнообразны по форме и по времени их образования. Только на северо-западе страны (к северу от линии Мазари-Шариф-Шибирган и Мейменe-Баламургаб) и на юге (к юго-западу от линии Кандагар-Ферах) в области развития молодых четвертичных отложений нет складчатых форм.

Метаморфические породы здесь развиты широко, а на поверхность выходят главным образом в восточной и центральной частях страны. Хотя имеются все типы метаморфогенных пород, наибольшее развитие получили региональные метаморфизованные, контактивные и гидротермональные породы.

Регионально метаморфизованные породы представлены гнейсами, складчатыми сланцами, кварцитами, мраморами, амфиболитами. Такие же метаморфизованные породы встречаются в районе

Кабула. Более молодые палеозойские и частично триасовые породы в Нуристанском массиве, в Бадахшанской и Аргандабской зонах представлены черными филлитами, сланцами, мраморами и кварцитами. Таким же образом метаморфизованы палеозойские отложения в Джелалабадской зоне и в зоне Паропамиза.

Геологическая деятельность рек. В течение четвертичного периода на фоне продолжающегося континентального режима происходили дальнейшие тектонические смещения, получили большое распространение ледники Гиндукуша и практически сформировалась современная гидрографическая сеть.

Реки, входящие в бассейн р. Инд (реки бассейна рек Кабул, Куррама и Гомаль), находятся в стадии преобладания глубинной эрозии. Русла их имеют пороги и многочисленные водопады. Долины на многих участках каньонообразны и U-образны.

Реки северного Афганистана стекают с северных склонов Гиндукуша и хребта Банди-Туркестан. У этих рек обширный и длинный водосбор и небольшой участок верхнего течения. Только реки Кундуз и Кокча впадают в Амударью, в западной же части этой зоны реки заканчиваются сухими дельтами в широкой долине.

У рек северо-запада длинный участок верхнего течения, короткое среднее течение и обширные дельтовые пространства (за исключением рек Мургаб и Герируд). Реки Мургаб и Герируд, стекающие с хребтов системы Паропамиза, имеют хорошо развитое верхнее течение, достаточно длинное среднее течение и заканчиваются сухими дельтами.

К рекам юго-запада принадлежат Гильменд с большим левым притоком Аргандаб, Хашруд, Фарахруд и Адраскан, стекающие с южных склонов хребтов Баба и Сиахкох. Эти реки дренируют почти половину территории Афганистана, являясь продольными реками, т. е. текут по направлению простирания пластов. У рек этого района длинный водосбор (около $^2/_3$ длины реки), достаточно длинное среднее течение и хорошо развитые сухие дельты. Реки производят в верхнем течении большую разрушительную работу, долины их здесь узкие, в равной степени развиты боковая и долинная эрозия. В среднем течении долины широкие, с плоским дном, на склонах развиты широкие террасы.

Основным видом геологической работы рек Афганистана является эрозия. Реки находятся в юной стадии развития, и их эрозионная работа весьма активна, продолжается активное углубление долин и тем самым увеличивается относительное превышение гор. Реки имеют достаточно большую транспортирующую способность и выносят большое количество взвешенных наносов.

1.3. Подземные воды

Первое бурение на воду проведено в 1956 г. в Кандагаре. Планомерные гидрогеологические исследования были начаты в 1957 г. сектором подземных вод Министерства горных дел и промышленности. С 1957 г. при техническом содействии специалистов СССР

были выполнены гидрогеологические и инженерно-геологические исследования в ряде провинций.

Относительная бедность запасов подземных вод, маловодность водоносных горизонтов [55, 84] объясняются неблагоприятными условиями питания подземных вод из-за малого количества осадков, крайней неравномерности их выпадения и активного испарения. Этому способствуют также крутые склоны гор с большими перепадами отметок, обусловливающие быстрый поверхностный сток.

363637

Как правило, почвенные воды и верховодка располагаются в четвертичных отложениях, в понижениях рельефа, но, так как мощность четвертичных отложений в Афганистане часто бывает значительной, то в некоторых случаях имеет место многослойность, несколько горизонтов верховодки [55, 82]. При этом достаточно устойчивый горизонт грунтовых вод располагается чаще всего в основании четвертичных отложений, в подошве лёссовых отложений, в песках и галечниках.

Межпластовые воды связаны с песчаными горизонтами, которые на севере встречаются во всех ярусах юрских отложений и палеогена, на юге страны (в Катавазских горах) — в породах палеогена. Воды этих горизонтов в основном пресные, но иногда, проходя через гипсоносные и соленосные породы, становятся горько-солеными, сильно минерализованными.

В северо-западных частях страны воды в зонах контакта с нефтегазоносными породами оказываются сероводородными.

В горах Гиндукуша и Паропамиза, сложенных мощными толщами известняков, метаморфических сланцев и магматическими породами, а также в юго-восточных частях страны, где развиты магматические и метаморфические породы, широко распространены трещинные воды. Они встречаются также в верхнем и среднем течении р. Гильменд, где развиты юрские и меловые карбонатные магматические породы.

В соответствии с предложением по гидрогеологическому районированию страны (Е. П. Моляров, 1975 г.) Афганистан может быть разделен на три основные гидрогеологические зоны: северную, центральную и южную (рис. 1.2).

Североафганская артезианская зона по своему расположению относится к Амударьинскому водосборному бассейну. В этой зоне артезианские бассейны образованы системой тектонических разломов. На востоке эта область ограничена Коханским разломом, а с юга — узкой полосой обнажений, простирающихся по горам до Чагчарана и далее по правой стороне р. Герируд до границы с СССР и Ираном.

Грунтовые воды североафганской артезианской зоны имеют различный химический состав и аккумулируются главным образом в четвертичных отложениях. Минерализация грунтовых вод изменяется от 0,8 до 20 г/л. В аллювиальных отложениях грунтовые воды только пресные и могут использоваться для питья и полива. Все другие грунтовые воды соленые, сильно минерализованные,

Российский государственный гидрометеорологический институт

за исключением вод, находящихся в водоносных слоях меловых отложений, степень минерализации которых составляет 0,3—0,5 г/л.

Центральноафганская гидрогеологическая складчатая зона простирается с северо-востока на юго-запад почти на 1500 км и представлена в основном девонскими и меловыми отложениями. Она

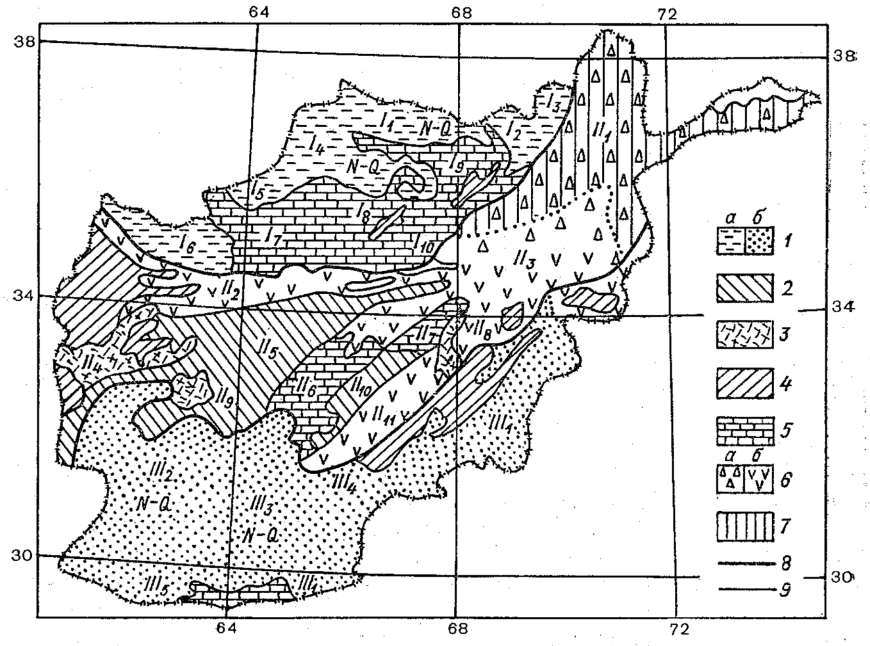


Рис. 1.2. Схема гидрогеологического районирования.

I — североафганская артезианская зона, II — центральноафганская гидрогеологическая зона, III — южноафганская артезианская зона.
1 — артезианские бассейны: *а* — платформенные, *б* — котловинные; *2* — субартезианские бассейны; *3* — наложенные бассейны; *4* — межгорные бассейны; *5* — карстовые водоносные бассейны; *6* — гидрогеологические массивы: *а* — строго расчлененные, *б* — расчлененные; *7* — частично-ледниковые гидрогеологические массивы; *8* — границы гидрогеологических областей; *9* — границы различных типов гидрогеологических структур.

включает Гиндукушско-Бадахшанскую и Герирудную гидрогеологические области. На крайнем юго-западе находится Хашрудский, Андарабский, Фарахский и другие речные бассейны с соответствующими гидрогеологическими областями, субартезианские бассейны и бассейны карстовых грунтовых вод.

Все гидрогеологические области зоны имеют пресную воду, накапливающуюся в трещинах палеозойских и докембрийских отложений с содержанием солей порядка 1 г/л. Новейшие отложения рассеяны по всей территории и заполняют преимущественно внутригорные долины и мелкие понижения. В них имеется вода с содержанием минеральных солей от 3 до 10 г/л.

Имеются области с минеральными водами, выходы которых приурочены к разломам.

Южноафганская артезианская зона простирается на 1000 км с юго-востока на запад и, согласно геологической структуре, покрывает юго-восточную часть Афганистана, альпийскую геосинклиналь зоны Катаваз и восточного Ирана и обширную Сеистанскую неогенную депрессию.

Северной границей области является южная часть Центрально-афганской гидрогеологической складчатой зоны, северо-западная часть Аби-Истадийской депрессии и Мокурский разлом. На западе и на юге границы области совпадают с государственными границами с Ираном и Пакистаном.

Зона имеет сложную структуру. Ее основанием являются мезозойские терригенные отложения.

Подземные воды играют определенную роль в формировании стока рек. Выходы подземных вод на склонах речных долин и в русла в Центральноафганской зоне, в районах Пактии и Нуристана имеют место сравнительно часто. В то же время еще нет сколько-нибудь достоверных наблюдений, которые позволили бы установить долю подземного питания в поверхностном стоке рек, а также потери на фильтрацию из реки (особенно в низовьях таких рек, как Герируд, рек Сеистанской депрессии и т. п.).

К сожалению, нельзя пока дать гидрогеологической оценки доли подруслового стока рек, который имеет место в аллювиальных песчано-галечниковых отложениях.

1.4. Почвы и растительность

Характер почв и растительность оказывают огромное влияние на формирование поверхностного и подземного стока. Почвы Афганистана еще слабо изучены, и основные сведения о них, приведенные ниже, получены на основании работ А. Н. Розанова [52], В. И. Славина [55], В. Л. Шульца [72] и материалов отдела мелиорации Министерства водных ресурсов и энергетики РА.

Почвы (по В. И. Славину) покрывают не всю территорию страны — значительные пространства юго-западных песчаных, каменистых и такырных пустынь, крутые каменистые склоны Гиндукуша и Парапамиза лишены почвенного покрова.

Все почвы Афганистана малой мощности, с неполным почвенным профилем и обеднены гумусом.

А. Н. Розанов [52] выделяет четыре почвенно-климатические провинции, различающиеся по гидротермическому режиму и по структуре вертикальной поясности: ваханскую, североафганскую, центральноафганскую и юго-восточную. Эта же структура, со ссылкой на Розанова, приводится в гидрогеологическом ежегоднике [84].

1. Ваханская провинция связана генетически с природой Восточного Памира и горной части Центральной Азии. Здесь распространены высокогорные щебневатые пустынные и пустынно-степ-

ные почвы с большим числом сульфатно-содовых солончаков, а в альпийском поясе (на высоте более 4000 м развиты горно-луговые полуторфянистые и карбонатные почвы).

2. Североафганскую провинцию объединяет с туранской фацией резкая контрастность гидротермических условий, выражающаяся в двухфазности вегетационного периода — короткая, влажная и теплая весна сменяется продолжительным, сухим и жарким летом и осенью.

До высоты 1500—2000 м здесь распространены хрящевато-суглинистые сероземы, развитые на лёссах и лёссовидных суглинках. Выше начинается пояс горных коричневых почв (буроземов), развитых преимущественно на склонах, обращенных на северо-запад, северные же склоны (пологие) покрыты темно-серыми суглинистыми почвами.

В Западном Бадахшане в районах, занятых лесами и кустарниками, образуются маломощные щебнистые почвы, аналогичные почвам под среднеазиатскими арчевниками.

Еще выше, в субальпийском поясе на высотах от 2400 до 3200 м значительные площади заняты светло-бурыми и бурыми горно-луговыми почвами, а на открытых солнечных склонах развиты маломощные щебнистые почвы под травами типа ковылей, типчаков, полыней и кустарников трагантового типа (например, астрагалов).

Почвы альпийского пояса (3200—4200 м) — горно-луговые, выщелоченные, полуторфянистые под низкотравными лугами. На солнечных склонах обычно наблюдаются маломощные карбонатные щебнисто-суглинистые почвы.

3. Центральноафганская почвенно-климатическая провинция охватывает весь юг Афганистана, за исключением юго-восточной пактийской зоны, подверженной значительному влиянию летних муссонов. На юге этой провинции в период половодья реки затопляют значительные площади Сеистанской впадины, на которых при высыхании образуются обширные солончаки.

До высоты 1000—1200 м здесь распространены пустынные щебнистые каменисто-галечниковые и галечниково-супесчаные почвы гаммада с содержанием гумуса не более 1 %. Эти почвы карбонатные (CO_2 до 4,5—7,5 %) и, несмотря на то что имеют грубый механический состав и высокую дренированность подстилающих пород и значительные уклоны, засолены с поверхности. Растительность на таких почвах полынно-солянковая.

На древних террасах рек Фарахруд, Хашруд и Гильменд и других рек встречаются светлые сероземы в комплексе с такырными почвами. Низменная равнина Сеистана покрыта засоленными сероземами, сероземно-луговыми, лугово-болотными и болотными почвами и хлоридно-сульфатными солончаками.

На высоте от 1000 до 2200 м распространены достаточно маломощные щебнистые и каменистые почвы сероземного типа, имеющие свои особенности в зависимости от типа растительности, их покрывающей. Так, под эфемерово-полынной растительностью —

обыкновенные сероземы, под полынью злаковой — темные сероземы. В основном эти почвы более гумусированы (содержат гумуса от 1 до 3 %), сильно скелетны, слабо выщелочены и засолены.

Выше 2200 м залегают слабовыщелоченные, щебнисто-суглинистые, маломощные почвы, покрытые пустынно-степной субальпийской растительностью (полынь, овсяница, трагантовые кустарники при почти полном отсутствии древесно-кустарниковой растительности).

Почвы альпийского пояса здесь залегают выше — от 3800 до 4500 м (выше линия вечных снегов) и представлены полуторфянистыми выщелоченными маломощными, суглинисто-щебнистыми (особенно на солнечных и открытых склонах) горно-луговыми почвами.

4. Юго-восточная провинция находится под влиянием муссонов Индийского океана и имеет, особенно четко выраженные в предгорьях, черты природы влажных субтропиков.

До высоты 1500 м здесь развиты щебнистые и опесчаненные почвы сероземного типа под полынями, солянками и т. п. Темноцветные почвы развиты на ирригационных наносах (почвы теплых саванн) и под поливными культурами. В Пактийской зоне на высоте от 1500 до 2800 м — четко выраженные лесные массивы с маломощными бурыми горно-лесными почвами и черноземовидными почвами лесных лужаек.

В зоне сосново-кедровых и пихтовых лесов на высоте 2400—2800 м развиты выщелоченные темные почвы.

Два фактора: достаточно обильное увлажнение и резко выраженная скалистость подпочвенного слоя — не дают возможности образоваться здесь мелкоземистым почвам. Этим обусловлена малая мощность, каменистость и сильная щебнистость почв пояса пактийских и нуристанских лесов. В высокогорной зоне Пактии и Нуристана развиты субальпийские дерново-луговые черноземовидные и темно-бурые почвы под кустарниково-луговой растительностью.

Все естественные почвы Афганистана относятся к малоплодородным типам недоразвитых почв. Почвы в различных зонах страны могут быть объединены в основном в два наиболее характерных типа (не считая пустынных почв и солончаков): сероземы и буроземы.

Отдел почв проектного и научно-исследовательского института Министерства ирригации РА уточнил классификацию и дислокацию одного из основных типов почв — сероземов.

Серозем распространен по предгорным покатым равнинам, заходит довольно высоко на склоны предгорий и низких гор. Рельеф сероземной зоны сложный. Наиболее значительные площади занимают предгорья, сложенные лёссами, скелетно-мелкоземистыми и грубоскелетными пролювиальными и делювиальными наносами. Грунтовые воды в области распространения сероземов, как правило, залегают глубоко и не влияют на процесс почвообразования.

Но в нижних частях зоны, на периферии подгорных покатостей (в области затрудненного стока) грунтовые воды приближаются к поверхности и участвуют в развитии лугово-сероземных почв.

Все сероземы могут быть разделены на три подтипа.

Сероземы светлые распространены в нижней части сероземных зон, прилегающих к пустыням в основном на высотах от 900 до 1200 м над ур. м., но иногда и ниже (в жарких районах северо-запада и Сеистанской котловины на юге). Светлые сероземы развиваются на каменистых и щебеночных отложениях и деллювиях твердых пород и на лёссах. Перегнойный слой мощностью не более 15 см содержит 1,0—1,5 см гумуса. Светлые сероземы бывают незасоленные и солончаковые, содержат много карбонатов (от 4 до 10 %). Водопроницаемость довольно высокая; на целине в 3—4 раза выше, чем на орошаемых землях.

Так как светлые сероземы характерны для пустынь, то их ареал совмещен с такыровидными почвами и солончаками.

Типичные (нормальные) сероземы занимают среднюю часть сероземной зоны. Высотные границы их распространения от 1200 до 2000 м по высоте. Содержание гумуса в них колеблется от 1,5 до 2,5 %, карбонаты — в верхней части слоя в количестве от 3 до 7 %. Нормальные сероземы в значительно большей степени оглинены, чем светлые. В то же время типичные сероземы отличаются хорошим оттоком грунтовых вод (дренаж), засолений практически нет, солей в грунтовой толще мало.

Темные сероземы распространены в предгорьях, по горным склонам в основном на высоте 2600—3000 м (в зоне богарного земледелия и пастбищ). Почвообразующие породы — лёссы. Темные сероземы значительно более гумусированы (3—4 % гумуса), карбонатов в поверхностной части мало, оглинение еще более сильное, чем у нормальных сероземов.

Буроземы образуются в условиях, когда выпадает не менее 500 мм осадков в год.

При сопоставлении карт с годовыми нормами осадков и почвенных карт Нуристана и восточной части Пактии, где развиты бурые почвы, оказалось что существующее положение об образовании буроземов только в зонах с годовой нормой осадков не менее 800 мм лишено оснований и требует корректировки. Типичные буроземы здесь развиваются под покровом кустарников и хвойных лесов и содержат более значительное количество гумуса (4—6 %) по сравнению с сероземами, и его содержание уменьшается вниз по профилю весьма постепенно.

Афганские буроземы в значительной степени оглинены, особенно в средней части профиля, и оподзоливания в них нет. В районах распространения буроземов на высоте 1800—2700 м встречаются буроземовидные почвы — почвы, не прошедшие полного цикла развития и являющиеся переходными от сероземов к буроземам. Такие почвы образуются на площадях, занятых злакотравными растениями.

Карбонатные слабовыщелоченные буроземы с гумусовыми прослоями бурого цвета, содержащие от 3 до 5 % перегноя, развиты в субальпийском поясе североафганской (Бадахшан) и центральноафганской провинций. На высотах 3200—3500 м в Центральном Афганистане развиты полуторфянистые и торфянисто-луговые почвы, которые тоже могут быть отнесены к типу бурых почв.

Кроме вышеназванных двух основных типов почв, следует отметить также **почвы горных областей и пустынь.** Эти почвы занимают около 26 % территории РА. В этой группе почв выделяются две категории: 1) почвы средневысокогорного пояса (12,2 %) и 2) почвы высокогорного пояса, на территории которого распространены ледники, снежники и выходы коренных пород. По своим характеристикам почвы горных областей могут быть отнесены к тощим буроземновидным почвам.

Почвы пустынной зоны занимают около 32 % территории страны и могут быть разделены на четыре основные подгруппы: 1) серо-бурые пустынные почвы; 2) такыры, поверхность которых совершенно лишена растительности; 3) такырообразные почвы, покрытые изреженной растительностью из трав и кустарников, частично саксаулом, гумуса — до 1 %; 4) песчаные пустынные почвы.

Серо-бурые пустынные почвы сформированы в условиях жаркого и сухого климата под влиянием изреженной растительности из полыни и солянок на карбонатном аллювии разнообразных пород. Гумуса в этих почвах мало (около 0,5 %), мощность почвенного слоя от 15 до 30 см.

Такыры почти повсеместно засолены.

В основном пески пустынь перегреты, почвенного покрова на голых песках нет. На песках с сохранившейся растительностью образуются своеобразные пустынные песчаные почвы, характеризующиеся малой плотностью, низкой гигроскопичностью, довольно высокой наименьшей влагоемкостью. Водопроницаемость почв высокая — более 250 мм/час. Содержание гумуса не более 0,8 %.

Видовая характеристика растительности Афганистана обусловлена неблагоприятным сочетанием высоких летних значений температуры, сравнительно большими их перепадами и малым количеством осадков вообще и особенно в летний период. Это привело к замене древесной растительности полукустарниковой и травянистой, к разреженности растительного покрова, к господству ксерофитовых ассоциаций растений. На участках достаточного увлажнения — вдоль рек и вокруг озер — ксерофитовая растительность дополняется мезофильной.

Незакрепленность маломощного почвенного покрова растительностью приводит к смыву почв поверхностным стоком и к образованию мощных селевых потоков.

Глава 2

Климатические факторы стока

2.1. Общая климатическая характеристика

До середины 60-х годов в ряде литературных источников, особенно за рубежом, было принято считать Гиндукуш своеобразным климатическим рубежом. Севернее Гиндукуша климат Афганистана принимался аналогичным климату советской Средней Азии, а южнее — более близким к климату северо-западной и западной Индии. Но, основываясь уже на весьма скудных в то время материалах монографии Хумлума [85], В. Л. Шульц [72] делает вывод о том, что климатический рубеж лежит в действительности южнее Гиндукуша.

В засушливых, пустынных областях на приамударьинской равнине и особенно на юге Афганистана выпадают весьма скудные осадки (150—200 мм в год на севере и 50—100 мм на юге).

Увлажненность горных областей также незначительна и составляет для центра страны 250—400 мм, и только в горах крайнего северо-востока — до 1000 мм в год.

Высокие температуры в южной части Афганистана при малом количестве выпадающих осадков приводят к весьма низкой удельной водоносности рек этого района, к более ранней концентрации стока (см. гл. 5) и к относительно высокому дождевому питанию, что способствует формированию в отдельные годы катастрофических дождевых паводков.

Большой интерес в климатическом отношении представляет муссонный поток — неустойчивая масса с почти сплошной облачностью и непрекращающейся ливневой деятельностью, проникающая в юго-восточный Афганистан и в северную часть западного Пакистана. Об этом свидетельствуют июльские и августовские осадки в Хосте, Гардезе и т. п. (см. п. 2.3).

Судя по многолетним графикам распределения осадков на территории Афганистана, границей трансформированного и в значительной степени освобожденного от влаги муссонного потока следует считать Гиндукуш с севера и хребты Шах Максуд и Мазар — с запада.

Учитывая наиболее частое вторжение воздушных масс с акватории Средиземного моря и их влияние на погодные условия Афганистана, ряд исследователей [58, 75] определяют климат здесь как континентальную разновидность субтропического средиземноморского климата. Мерой континентальности климата принято считать годовую амплитуду колебаний температуры воздуха, которая для Афганистана составляет 19—33 °С. Самая высокая степень континентальности климата на юго-западе и юге страны (индекс

континентальности, по В. И. Титову [58], 0,38—0,42), а наименьшая — на северо-востоке страны, на высокогорных склонах Гиндукуша (индекс 0,21). Таким образом, климат РА может быть отнесен к умеренно континентальному. Исходя из степени континентальности территория может быть поделена на четыре климатические зоны с весьма нечеткими и изрезанными границами: 1) зона пустынь и полупустынь, 2) зона горных склонов, 3) зона высокогорий, 4) зона муссонного климата.

Климат в зоне пустынь и полупустынь в свою очередь делится на два подтипа: климат пустынь и полупустынь севера — на узкой полосе вдоль Амударьи к северу от линии Маймана — Мазари Шериф и является естественным продолжением территории и климата Средней Азии и климат пустынь и полупустынь юга.

Для первого подтипа характерно большое колебание осадков, годовая сумма которых может быть вдвое больше или меньше среднемноголетней величины. Летний перерыв в выпадении осадков колеблется от 4 до 9 месяцев. Осадки начинают выпадать в октябре — ноябре, но иногда сухая погода, начавшаяся в мае, продолжается до декабря или января.

Весной (март — апрель) выпадает более половины годового количества осадков, в основном ливневого характера. Сумма их в марте обычно не превышает 50 мм. Колебания относительной влажности также весьма велики. В холодные месяцы года влажность достигает в среднем 78 %, летом — 28 %. Континентальность климата характеризуется индексом $K = 0{,}35 \div 0{,}37$. В полупустынной части зоны годовая сумма осадков может достигать 200—250 мм, а месячные осадки — 80—90 мм (один раз в 4—5 лет).

С ноября по март в полупустынной зоне могут выпадать осадки в виде снега. Высота снежного покрова достигает 15 см, но высокие дневные температуры обусловливают его быстрый сход. В ночное время наблюдаются заморозки и мелкие водоемы покрываются тонкой пленкой льда.

Пустыни и полупустыни юга (южнее 32-й параллели) расположены в зоне Сеистанской впадины. Северная граница этой климатической зоны проходит примерно по отметкам около 1000 м над уровнем моря. Годовая сумма осадков в полупустынной зоне юга менее 100 мм, но на возвышенных участках их выпадает немного больше. В пустынях юга среднегодовая норма осадков 50 мм и меньше. Осадки выпадают крайне эпизодически и не каждый год. Относительная влажность воздуха в сентябре — октябре не превышает 45 %, а летом 20—30 %. Континентальность климата пустынь и полупустынь юга характеризуется индексом $K = 0{,}42$ — самым высоким в стране.

Климат горных склонов также делится на два подтипа — климат северных и южных склонов. Для горных склонов характерно резкое возрастание годовой суммы осадков и понижение средней температуры воздуха (исключение — район Чагчаран на р. Герируд).

К климату северных горных склонов могут быть отнесены области, простирающиеся до высоты 2000 м над уровнем моря. Несмотря на значительную сумму осадков, достигающих местами 500 мм в год, климат северных склонов засушлив, так как с июня по январь месячная сумма осадков не достигает 50 мм. Снежный покров в рассматриваемой зоне не больше 25 см и сохраняется сравнительно долго только в пониженных затененных местах (впадинах, расщелинах и т. п.), а на открытых местах быстро тает. Индекс континентальности климата невысок ($K = 0,25 \div 0,31$).

Для климата южных склонов (верхняя граница у отметок 3000 м) характерно недостаточное увлажнение. Осадков здесь выпадает от 100 до 300 мм в год. В отдельных районах, например в Кабуле, их выпадает несколько больше, но везде период с мая по февраль является засушливым. Наибольшее увлажнение приходится на март — апрель. Выпадение осадков из года в год весьма неравномерное. В наиболее влажные годы их может быть до 500 мм и более, в засушливые — 60—100 мм. Средняя относительная влажность воздуха в холодное время года 70—80 %, летом — от 35 до 45 %. Индекс континентальности климата южных склонов $K = 0,36 \div 0,40$.

Климат высокогорий охватывает зону выше 2000 м по северным и 3000 м по южным склонам гор, близок к умеренно континентальному и характеризуется теплым, нежарким летом и относительно холодной зимой. Индекс континентальности изменяется от 0,21 до 0,31, а на открытых местах он еще меньше. Относительная влажность воздуха в холодное время года сравнительно высока и стабильна — 70—80 %, а летом 45—55 %, хотя в отдельные годы понижается до 13 %. Всем межгорным долинам присущи аномальные климатические условия. Если на северных склонах гор и горных вершинах выпадает за год более 1000 мм осадков, то для межгорных понижений эта сумма уменьшается в 3—4 раза. Закрытые горами котловины и плато постоянно испытывают недостаток в увлажнении, причем любой месяц года может оказаться засушливым (со среднемесячной суммой осадков около 20 мм), в том числе и весенние. В то же время горные вершины и примыкающие к ним склоны в течение семи-восьми месяцев получают достаточное увлажнение, а с февраля по май — даже избыточное. В зимний период все высокогорные районы заносятся снегом на длительное время.

Муссонный климат — климат склонов Сулеймановых гор и примыкающих к ним районов на юго-востоке страны — характеризуется относительно большим количеством летних осадков. Имеют место два максимума осадков — апрельский и июльский, причем июльский максимум часто больше апрельского. Бывают годы, когда весенние или летние осадки могут выпадать в крайне небольшом количестве. В любое время года может иметь место полное отсутствие осадков, особенно в осенне-зимний период. Среднемесячный слой осадков в это время не более 24 мм. Особое место занимает май, когда может быть или много осадков (до 120 мм)

или не быть их вовсе. Осадки в виде снега выпадают крайне редко — не чаще одного раза в 5 лет и возможны в декабре или в январе. Годовая сумма осадков в этом районе колеблется в очень широких пределах — от 185 до 675 мм. Колебания относительной влажности велики, но наименьшая влажность в июне не бывает менее 40 %. Индекс континентальности наименьший из всех в климатических зонах — 0,26.

Сезоны в Афганистане существенно отличаются друг от друга по продолжительности. Температурный режим не является основой для разделения года на сезоны — главная роль принадлежит осадкам. В связи с этим к чисто весенним месяцам относятся только март и апрель, а к чисто осенним — ноябрь и частично октябрь. Сентябрь во всех зонах является чисто летним месяцем. Май на большей части территории можно отнести по температуре к летним, а по осадкам — к весенним месяцам.

Перестройка зимних процессов атмосферной циркуляции на летние происходит очень быстро, в течение одного месяца, а переход от летнего режима к зимнему длительный, захватывающий октябрь, ноябрь, а в отдельных случаях и декабрь.

Для оценки ряда климатических факторов, гидрологических характеристик и т. п., в связи с изложенным выше, наиболее целесообразна разбивка года на три сезона, предложенная для Средней Азии [72]: осенне-зимний — октябрь — февраль, весенний — март — май, летний — июнь — сентябрь.

2.2. Температура

Систематические наблюдения за изменениями температуры в различных пунктах на территории страны, проведенные в последние 20—25 лет, позволяют отметить большую устойчивость средних значений.

Типично континентальный климат проявляется в резких суточных колебаниях температуры (достигающих 18°) и в большой разнице температуры летнего и зимнего периодов. Так, в Северном Саланге температура в январе (за 20-летний период) опускалась до —28 °С, а в июле поднималась до +20 °С (разность 48°).

Примерно такая же разность между максимальными летними и минимальными зимними значениями температуры прослеживается и в других пунктах: в Кандагаре от —4 °С в январе до +45 °С в июле, в Фаррахе соответственно от —3 до 48 °С, в Кундузе — от —6 до +46 °С, в Дашу — от —2 до 51 °С.

Краткая оценка температурного режима по бассейнам рек Геририд, Гардез, Фарахруд и Кабул, данная в отчете комиссии ФАО [91], в целом верна, но незначительный по продолжительности и по количеству пунктов объем наблюдений, имевшийся в распоряжении комиссии ко времени опубликования отчета, предопределил некоторое общее завышение температуры.

Так как сроки ввода в действие различных метеостанций разнятся значительно, то для сравнительной оценки принят период

Таблица 2.1

Сведения о температуре воздуха по данным метеостанций Афганистана

Бассейн реки	Метеостанция		Высота, м над ур. м.	Средняя температура, °С		
	в русской транскрипции	в английской транскрипции		годовая	января	июля
Кабул в пределах Афганистана	Асмар	Asmar	880	20,3	6,8	31,4
	Газиабад	Ghaziabad	510	20,2	7,2	32,2
	Джабулсарадж	Jabulsaraj	1630	15,1	0,5	27,1
	Джелалабад	Jalalabad	580	21,0	7,8	33,1
	Кабул АП	Kabul AP	1791	11,9	—1,9	24,9
	Карезмир	Karezmir	1905	11,3	—3	22,5
	Лагман	Laghman	770	19,7	7,1	31,4
	Логар	Logar	1935	10,4	—6,9	24,6
	Мирбачакот	Mirbachakot	1660	12,8	—1,7	25,7
	Окак	Okak	3130	1,8	—15,5	15,5
	Пагман	Paghman	2114	9,6	—5,3	21,0
	Сароби	Sarobi	1020	19,1	5,4	31,9
	Юж. Саланг	Sout Salang	3172	2,0	—8,6	12,4
Кокча	Ишкашем	Ishkashim	2620	5,5	—10,6	18,1
	Шигнан	Shignan	2100	6,0	—9,6	19,5
	Кешем	Keshm	1000	14,2	—5,1	27,4
	Файзабад	Fayzabad	1200	13,3	—1,1	26,6
	Хваджагар	Khwadjaghar	497	15,8	—1,0	31,5
Кундуз	Баглан	Baghlan	550	14,7	0	27,7
	Бамиан	Bamian	2250	6,7	—6,9	17,9
	Кундуз	Kunduz	433	16,5	1,4	31,2
	Сев. Саланг	North Salang	3366	—0,1	—10,8	12,2
	Талукан	Taluqan	804	15	—0,3	28,3
	Чардара	Chardara	405	15,3	1,8	29,8
Северные реки (без р. Мургаб)	Айбак	Aibak	900	15,6	—4,0	29,4
	Мазари-Шариф	Mazari-Sharif	378	17,1	1,6	32,6
	Меймене	Maymana	815	14,2	1,2	27,1
	Шибирган	Shiberghan	360	16,3	0,9	30,5
Мургаб	Гельмин	Ghalmin	2070	7,7	—8,5	19,6
	Кадис	Qadis	1280	12,3	—0,2	23,5
	Калайи-Нау	Qala-i-Naw	914	13,0	—1,2	27,6
	Мургаб	Murghab	470	15,9	—5,4	29,6
Герируд	Герат	Herat	964	15,6	1,3	29,3
	Лаль	Lal	2800	3,0	—13,7	16,1
	Обе	Obeh	1298	15,5	—4,2	27,9
	Чагчаран	Chehcheran	2230	6,1	—10,9	19,0
	Шарак	Shahrak	2325	4,7	—13,0	17,5
Юго-западные реки	Фарах	Farah	700	21,0	4,4	33,9
	Шинданд	Shindand	1150	18,6	—1,1	32,4
Гильменд (без р. Аргандаб)	Дарвешан	Darweshan	720	20,0	3,0	31,5
	Пенджаб	Pandjab	2710	3,5	—15,0	17,7
	Тиринкот	Tirinkot	1305	16,4	1,7	30,2
	Чарбурджак	Charburdjak	550	29,0	5,0	35,0

Бассейн реки	Метеостанция		Высота, м над ур. м.	Средняя температура, °С		
	в русской транскрипции	в английской транскрипции		годовая	января	июля
Аргандаб	Бост	Bost	780	19,5	5,7	32,5
	Калат	Qalat	1565	14,1	—1,0	27,7
	Кандагар	Kandagar	1010	18,3	4,7	31,4
	Мокур	Moqur	2000	11,0	—5,7	24,1
Газни	Гардез	Gardez	2350	8,9	—6,7	21,8
	Газни	Ghazni	2183	9,4	—6,2	22,4
	Сарде	Sarde	2075	9,6	—8,5	24,6
Куррам	Котгай	Kotgay	2475	7,7	—9,2	19,2
	Ургун	Urgun	2262	9,4	—4,7	21,0
	Хост	Khost	1146	16,9	4,5	27,5

наиболее достоверных наблюдений последних 20 лет (с 1961 по 1980 г.). В табл. 2.1 приводятся средние многолетние данные за этот период по 53 основным метеорологическим станциям. На основании этих данных была установлена достаточно хорошая связь между средними годовыми значениями температуры и высотой пунктов над уровнем моря. На рис. 2.1 показано распределение среднегодовых (осредненных за 20 лет) значений температуры для приведенных в таблице метеостанций относительно прямой, описываемой уравнением

$$t = ah + b, \tag{2.1}$$

где h — высота метеостанции, м над ур. м; $a = -0{,}0062$; $b = 22{,}2$ °С.

Эта линейная зависимость хорошо отражает связь между средними годовыми значениями температуры и высотой станции для большинства районов Афганистана (коэффициент корреляции $r = -0{,}91$). Наиболее велики отклонения для станций, расположенных в северных районах, примыкающих к Амударье (точки области A на рис. 2.1).

Хорошая линейная зависимость $t = f(h)$ прослеживается также для средних многолетних значений температуры июля ($a = 0{,}0066$, $b = 35{,}7$, $r = -0{,}915$). Разброс точек для января ($a = 0{,}0064$, $b = 7{,}2$) наибольший, но коррелятивная связь и здесь достаточно высока ($r = -0{,}86$).

Изменение температуры в течение года характеризуется быстрым нарастанием с января по март, сравнительной стабильностью в июне, июле и августе и быстрым снижением в сентябре, октябре и ноябре. Температура зимнего периода (декабрь, январь и февраль) также характеризуется относительной стабильностью (рис. 2.2).

Во всех климатических зонах страны самым теплым месяцем является июль, а самым холодным — январь (иногда февраль).

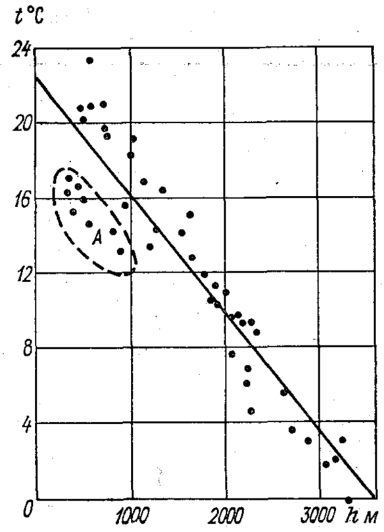


Рис. 2.1. Зависимость средних годовых значений температуры от высоты метеостанции над уровнем моря.

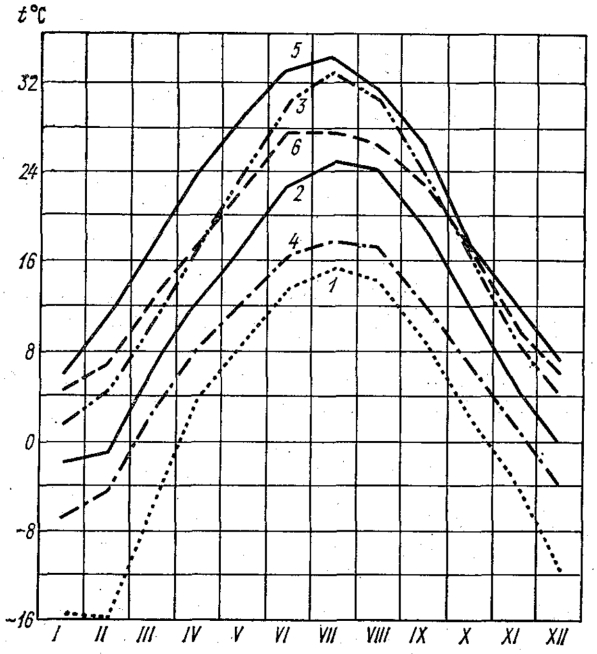


Рис. 2.2. Ход средних месячных значений температуры.

1 — Окак, *2* — Кабул, *3* — Мазари-Шариф, *4* — Бамиан, *5* — Дешу, *6* — Хост.

Значительно более высокие температуры в весенний период наблюдаются в пунктах, расположенных в южных и юго-западных районах страны и на склонах хребтов с южной экспозицией (при

равных высотных отметках). Это обстоятельство обусловливает более раннее формирование стока в этих районах.

Разности средних месячных и абсолютных максимумов и минимумов температуры, т. е. амплитуды колебаний температуры, практически не зависят от высотного положения станции. Так, например, в Окаке на высоте 3130 м над ур. м.: абсолютная разность 63,9 °С, среднегодовая — 50,2 °С, в Хосте с отметкой 1146 м соответственно 42,4 и 35,3 °С в Дешу с отметкой 530 м — 55,9 и 46,2 °С.

Средняя разность температуры июля и января за указанный выше многолетний период по стране в целом составляет 28,2 °С.

2.3. Осадки

Во всех зональных районах Афганистана осадки выпадают с ноября по май, причем в основном в период январь — май. В другие месяцы осадки практически отсутствуют, за исключением летних муссонных дождей в июле — августе в крайней юго-восточной части страны (восточная часть бассейна р. Кабул, Пактийская зона — бассейны рек Куррам, Ургун, Гомаль — и частично северная часть бассейна р. Газни).

Муссонные дожди выпадают неежегодно, их интенсивность очень сильно меняется из года в год, но в некоторых случаях они могут вызвать краткосрочные паводки, превышающие пики весеннего периода.

Распределение осадков по территории страны крайне неравномерно. В равнинной и слабохолмистой зоне среднегодовые осадки на юге и юго-западе страны составляют 50—150 мм, на севере — выше, около 150—200 мм. В среднегористой зоне (на высоте Кабула) среднегодовой слой осадков 300—350 мм, в высокогорной 1000—1500 мм. В зоне вечных снегов (центральная часть Гиндукуша) количество осадков, по материалам Комиссии ФАО, уменьшается, что не подтверждено последующими наблюдениями. Количество осадков зависит от рельефа и направления движения масс воздуха, от изменения влажности воздуха в процессе их продвижения. Так, на одной и той же высоте над уровнем моря количество осадков, например, в зоне бассейнов рек Герируд и Фарах примерно в два раза меньше, чем на тех же отметках на склонах Гиндукуша в левобережной зоне бассейна р. Кабул.

Осадки выпадают в основном в виде дождей, в среднегористых и высокогорных областях в зимние месяцы — в виде снега. Снежный покров в высокогорных областях плотный сплошной, тает в мае, июне и июле и служит основным источником питания для большинства рек.

Зависимость между высотным положением метеостанций и суммой годовых осадков в силу изложенных выше причин не прослеживается. Например, сумма годовых осадков (норма) в Южном Саланге (северо-западная часть бассейна р. Кабул, отметки 3172 м над ур. м.) составляет 1060 мм в год, а сумма осадков за ряд лет по станции Окак, на юго-западе бассейна, находящейся

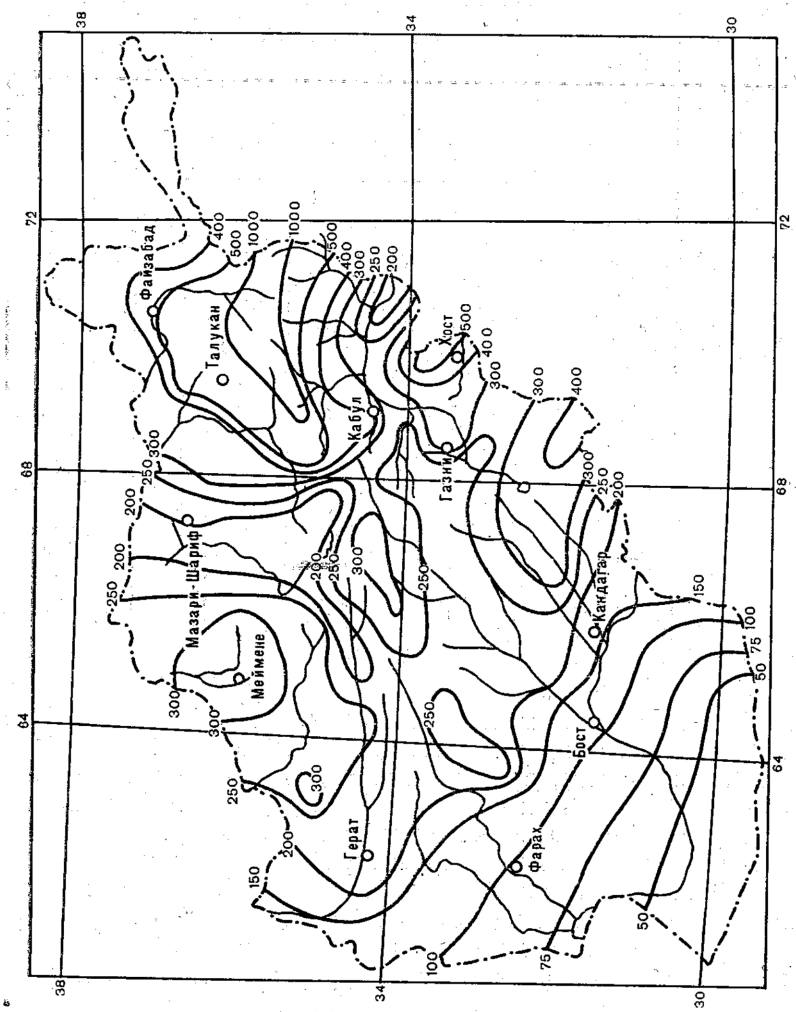
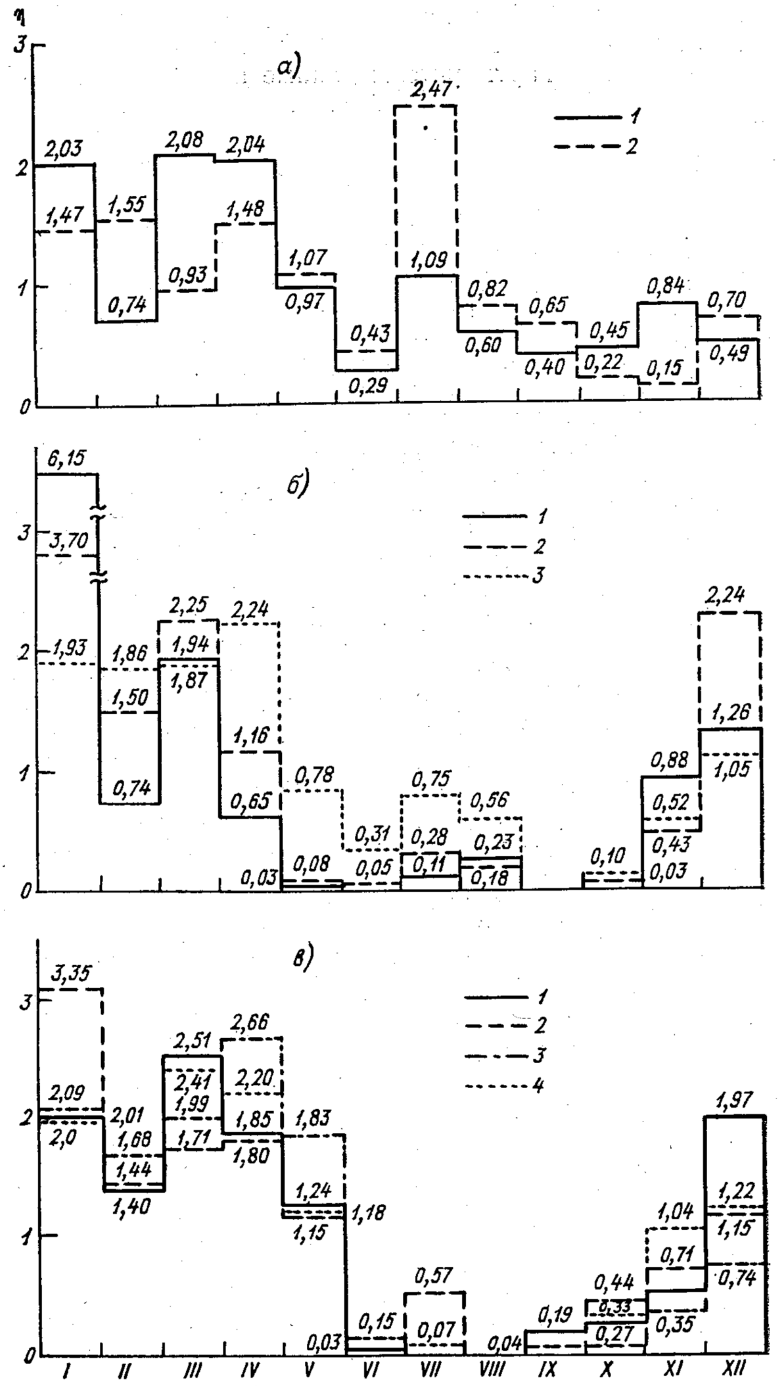


Рис. 2.3. Распределение нормы годовых осадков в мм по территории РА (по обработке автора с учетом приведения всех рядов наблюдений к 20 годам).

Рис. 2.4. Внутригодовое распределение осадков (в относительных величинах).

а — восточная зона РА (*1* — Асмар, *2* — Хост); *б* — юго-восточная зона (*1* — Кандагар, *2* — Калат, *3* — Гардез); *в* — центральная высокогорная зона (*1* — Пенджаб, *2* — Окак, *3* — Лаль, *4* — Юж. Саланг).


q
а)
б)
в)
1
2
3
4
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII

снижается (от Калайи-Нау на юг), или практически не меняется (по линии Баламургаб—Шарак—Гулистан).

При составлении карты учтены данные последних лет (1978—1979 гг.) по дополнительным метеорологическим станциям. Предложенная карта нормы осадков по стране в целом может служить для предварительных расчетов и подлежит уточнению в последующем.

Работниками департамента метеорологии Министерства транспорта и туризма в 1981 г. выпущена большая работа [75], обобщающая наблюдения за осадками по 32 основным пунктам РА, в которой приведен ряд карт месячных, сезонных и годовых осадков. Карты в целом более соответствуют действительному распределению осадков и по сравнению с картой Хумлума [85], а в зонах Пактийской, северо-западной и районе Меймене более соответствуют карте, построенной автором по удлиненному ряду осадков (см. рис. 2.3). В то же время при составлении этой карты не были учтены изменения норм осадков в процессе удлинения рядов и данные об осадках еще 33 временных постов, что вносит существенные коррективы в положение изогиет, особенно в центре северной зоны, где, по мнению автора и полученным данным, имеет место «депрессионная ложбина» с понижением нормы осадков и соединением ее с аналогичной зоной в районе Чагчарана.

На рис. 2.4—2.5 показан ход осадков в течение года по месяцам. Графики построены в относительных величинах $\eta = P_м/P_{см}$, где η — отношение слоя осадков данного месяца $P_м$ к среднемесячному $P_{см}$ ($P_{см} = P_г/12$ — среднемесячная норма, частное от деления годовой нормы $P_г$ на 12 месяцев).

Крайняя восточная зона с достаточно большой степенью увлажнения (рис. 2.4 *а*) характеризуется устойчивыми и высокими осадками в период январь — апрель, постепенным снижением их в мае и июне и резким скачком в июле (особенно характерным в районе Хоста) из-за муссонных дождей. Влияние муссонов изменяется в августе, и в период сентябрь — декабрь ежемесячная сумма осадков стабилизируется, но значительно меньше среднемесячной нормы.

Юго-восточная зона (рис. 2.4 *б*) характеризуется постепенным снижением большой суммы январских осадков до июня с небольшим повышением затем в июле — августе (влияние муссонов), полным прекращением в сентябре и вновь значительным ростом их к декабрю. В центральной горной зоне (рис. 2.4 *в*) муссонные дожди оказывают влияние только в Окаке, ближе всех других расположенной к юго-западной зоне. В остальном характер распределения осадков подобен наблюдаемому в предыдущей зоне.

В юго-западной зоне (рис. 2.5 *а*) распределение осадков в течение года характеризуется сравнительно большим количеством осадков в период январь — апрель и резким движением (в ряде случаев до нуля) уже в мае, полным отсутствием осадков с июня по сентябрь и постепенным повышением их количества с октября по декабрь.

В северо-восточной зоне (рис. 2.5 *б*) осадки в марте количественно преобладают над выпадающими в другие месяцы. Их количество постепенно уменьшается до июля (почти до нуля) с полным прекращением в августе. Затем слой месячных осадков увеличивается и стабилизируется в размере 0,7—0,8 среднемесячных в ноябре — декабре.

В северо-западной зоне (рис. 2.5 *в*) характер внутригодового распределения осадков аналогичен предыдущему, за исключением того, что с июня по сентябрь включительно осадков нет, а в осенне-зимний период происходит постепенное их нарастание с сентября по январь.

Практически во всех районах страны, за исключением Пактики (Хост, Гардез), в феврале имеет место значительное снижение количества осадков по сравнению с январем и мартом.

Уточнения последних лет, увеличение продолжительности наблюдений по сравнению с теми, которыми располагала комиссия ФАО [90] (1964 г.) или В. Л. Шульц (1967 г.), позволили подтвердить данные ими прогнозы о вероятно большей, чем считалось ранее, годовой норме осадков в горных районах, что позволяет более правильно оценить водный баланс речных бассейнов.

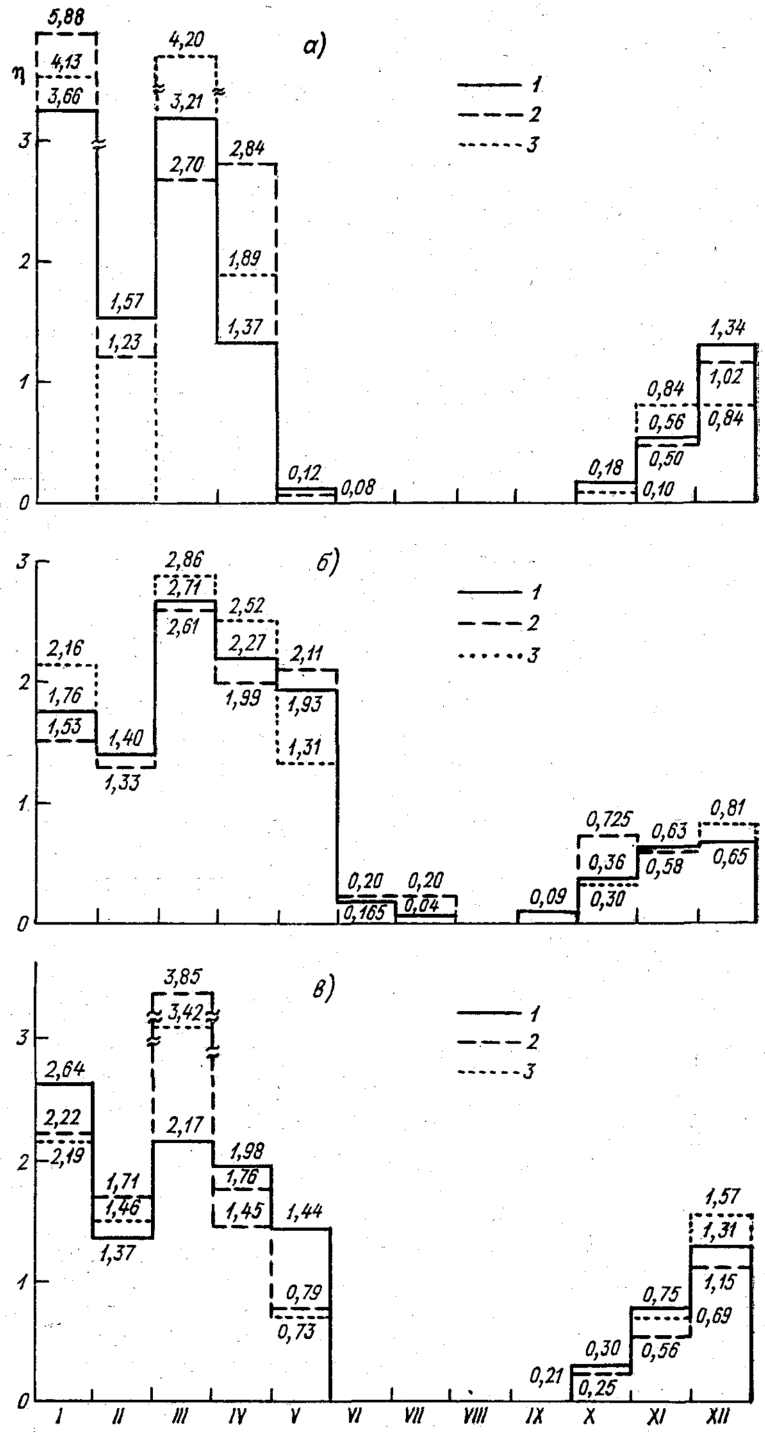
Для расчетов максимальных расходов со сравнительно небольших территорий по формуле предельной интенсивности стока необходимо знать суточные максимумы осадков 1 %-ной обеспеченности.

Продолжительность наблюдений за суточными осадками на метеостанциях Афганистана весьма различна — от 5 до 25 лет. Если по ряду станций существовали корреляционные связи между средним годовым количеством осадков, то между суточными максимумами осадков разных станций связи или вообще нет, или она весьма слабая. Поэтому помещенные в табл. 2.3 средние многолетние суточные максимумы и коэффициенты их изменчивости нельзя считать репрезентативными, но все же они позволяют получить достаточно полную характеристику распределения осадков по территории страны (рис. 2.6).

Как и для норм средних годовых осадков, в распределении суточных максимумов наблюдаются две основные зоны: первая на южных склонах Гиндукуша в верховьях рек Панджшир, Лагман и Печ с тяготеющей к этой зоне пактийской концентрацией в районе верховьев р. Куррам (станция Котгай) и вторая — на северных склонах хребта Сиахкох (станция Калайи-Нау).

Образование первой, наиболее обширной, зоны обусловлено задержкой влажных муссонов в предгорьях Гиндукуша. В этой зоне наибольшие значения $H_{1\,\%}$ (до 120 мм) среднесуточных максимумов осадков, в основном выпадающих в летний период.

Вторая, вытянутая вдоль линии Калайи-Нау — Меймене, обусловлена осадками в период весенних прорывов средиземноморского влажного фронта. Менее ярко выраженный максимум такого же происхождения наблюдается на юго-западе, в районе Гулистан — Каджакай.


а)
б)
в)
η
1
2
3
5,88
4,13
3,66
1,57
1,23
4,20
3,21
2,70
2,84
1,89
1,37
0,12
0,08
0,18
0,84
0,56
0,50
0,10
1,34
1,02
0,84
2,86
2,71
2,61
2,52
2,27
1,99
2,11
1,93
1,31
2,16
1,76
1,53
1,40
1,33
0,20
0,165
0,20
0,04
0,09
0,725
0,36
0,30
0,63
0,58
0,81
0,65
3,85
3,42
2,64
2,22
2,19
1,71
1,46
1,37
2,17
1,98
1,76
1,45
1,44
0,79
0,73
0,21
0,30
0,25
0,75
0,69
0,56
1,57
1,31
1,15
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII

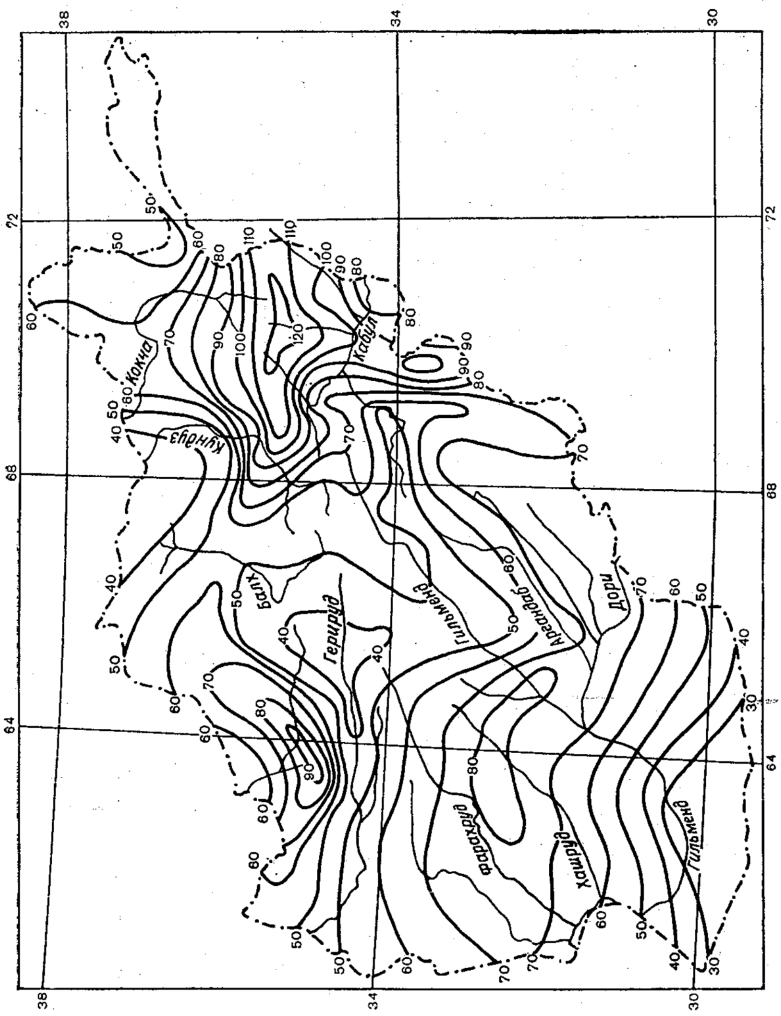


Рис. 2.6. Распределение суточных максимумов осадков 1 %-ной обеспеченности по территории РА.

Рис. 2.5. Внутригодовое распределение осадков (в относительных величинах).

а — юго-западная зона РА (*1* — Герат, *2* — Фарах, *3* — Зарандж); *б* — северо-восточная зона (*1* — Талукан, *2* — Файзабад, *3* — Баглан); *в* — северо-западная зона (*1* — Гельмин, *2* — Мазари-Шариф, *3* — Меймене).

Таблица 2.3

Суточные максимумы осадков средней и 1 %-ной обеспеченности

Бассейн реки	Метеостанция	$H_{ср}$ мм	C_v	H_1 % мм
Кабул	Асмар	43,7	0,395	101,4
	Газиабад	32,1	0,415	77,0
	Джабулсарадж	44,7	0,239	77,3
	Джелалабад	32,2	0,511	89,8
	Кабул АП	30,9	0,335	64,3
	Карезмир	38,2	0,287	72,6
	Лагман	31,7	0,64	105,9
	Логар	24,6	0,323	48,9
	Окак	21,7	0,37	48,2
	Суробай	32,5	0,49	87,8
	Юж. Саланг	65,9	0,235	112,7
Северо-восточные притоки р. Пяндж	Хвахан	31,5	0,316	63,0
	Шигнан	25,0	0,350	53,5
	Ишкашим	18,8	0,40	44,0
Кокча	Файзабад	33,8	0,243	59,2
	Хваджагар	32,3	0,286	61,4
Кундуз	Баглан	23,8	0,244	41,6
	Бамиан	16,1	0,688	56,8
	Имамсахиб	22,0	0,28	41,1
	Кундуз	25,9	0,235	44,3
	Сев. Саланг	51,1	0,376	114,5
	Талукан	36,5	0,29	69,4
	Дарайи-Суф	24,1	0,385	55,0
	Даулатабад	30,2	0,35	64,6
	Мазари-Шариф	21,3	0,305	41,7
	Меймене	33,1	0,405	78,1
	Сари-Пуль	29,5	0,35	63,1
Северо-западные реки	Шибирган	23,7	0,365	52,1
Мургаб	Гельмин	18,4	0,273	34,0
	Кадис	32,9	0,51	91,8
	Мургаб	25,0	0,348	53,5
	Тургунди	31,0	0,35	66,3
Герируд	Герат	29,5	0,345	62,5
	Исламкала	19,2	0,40	44,9
	Лаль	23,4	0,285	44,2
	Обе	20,0	0,35	42,8
	Чагчаран	17,4	0,343	36,7
	Шахрак	22,5	0,383	51,1
Юго-западные реки	Гулистан	37,4	0,40	29,5
	Фарах	26,7	0,535	77,4
	Шинданд	25,6	0,50	70,1
Гильменд	Дешу	12,6	0,40	29,5
	Зарандж	17,2	0,633	56,8
	Пенджаб	22,2	0,42	53,7
	Тиринкот	27,2	0,255	48,7
	Каджакай	30,3	0,50	83,0

Бассейн реки	Метеостанция	$H_{ср}$ мм	C_v	H_1 % мм
Аргандаб	Бост	27,8	0,486	74,8
	Вази-Хан	30,0	0,40	70,2
	Калат	36,3	0,35	77,7
	Кандагар	28,0	0,457	72,2
	Мокур	29,1	0,425	71,0
Газни	Навар	21,3	0,397	49,6
	Гардез	30,6	0,28	57,2
	Газни	33,8	0,332	70,0
	Сарде	28,0	0,516	79,0
Куррам	Котгай	47,0	0,40	110,0
	Ургун	24,8	0,432	61,3
	Хост	42,5	0,382	96,5

2.4. Испарение с водной поверхности

Систематические наблюдения за испарением с водной поверхности на территории Афганистана начались с 1971 г. вначале на 12 метеостанциях, а к 1975 г. велись уже на 31 метеостанции, охватывая практически все районы, за исключением территории бассейнов рек Сейстанской впадины (без р. Гильменд).

Регистрация испарения велась в основном по прибору Пиша (Piche), а с 1974-75 г. на семи станциях страны — по испаромеру ГГИ-3000. Как показал анализ, приведенный в работе Незрабшаха Дахзада и А. К. Абдуллаева [81], первая методика в некоторых случаях дает значительное завышение величин.

В [81] приводится таблица месячного распределения и суммарного слоя испарения с водной поверхности по методике, предложенной Н. Н. Ивановым, для 30 метеостанций РА. Эти величины очень близки к натурным данным, полученным с помощью испаромера ГГИ-3000. Таким образом, данные, приведенные в табл. 2.4 как расчетные величины среднемноголетних испарений, по мнению автора, могут приниматься для водоэнергетических и водохозяйственных расчетов с бо́льшим основанием, чем данные, полученные за ряд лет по прибору Пиша (учитывая несистематическую регистрацию и низкую квалификацию персонала метеостанций).

Характер распределения испарения в течение года для западной части бассейна Кабула, северных, западных и юго-западных бассейнов примерно одинаков, и графики $E = f(T)$ представляют собой достаточно симметричные кривые с максимумом, приходящимся на июль. На рис. 2.7 приведены кривые $E = f(T)$ для станций, расположенных в различных районах страны и различных по положению над уровнем моря. Характер изменения испарения во времени в этих районах идентичен, что особенно ярко проявляется при сопоставлении относительных кривых испарений $E_м/E_г = f(T)$, где $E_м/E_г$ — отношение месячного слоя испарений к годовой сумме для данного пункта.

Таблица 2.4

Годовое распределение испарения с водной поверхности в мм (по методу Н. Н. Иванова [81])

Метеостанция	За год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Джалулсарадж	2279	43	33	102	141	179	329	350	307	307	216	145	79
Кабул	1666	45	31	56	94	121	270	279	272	222	151	81	44
Дарламан	1418	24	22	59	96	146	206	229	223	180	123	58	42
Каризмир	1448	31	33	58	84	109	215	245	235	284	133	76	45
Лагман	2020	68	77	115	149	257	361	271	178	187	168	118	71
Логар	1594	18	18	62	120	171	251	279	259	199	114	65	38
Мирбачакот	1533	33	28	59	99	160	224	243	229	190	141	85	42
Юж. Саланг	973	25	25	37	51	78	131	153	158	133	92	57	33
Баглан	1626	20	29	58	95	163	288	293	248	190	128	69	35
Бамиан	1264	26	34	90	98	127	175	183	175	143	109	64	40
Чардара	1257	10	15	45	85	130	191	216	223	153	105	55	29
Кундуз	2110	29	33	49	86	195	357	409	367	294	181	75	35
Сев. Саланг	588	12	13	21	30	41	88	106	100	70	52	35	20
Талукан	1984	27	35	62	106	175	312	367	336	258	169	85	52
Мазари-Шариф	2353	28	37	68	120	238	397	454	408	307	178	77	41
Меймене	1761	32	39	49	89	168	279	326	302	215	145	75	42
Калайи-Нау	1621	22	25	47	81	171	267	293	286	197	123	73	36
Шибирган	2089	29	36	68	108	220	346	359	344	270	163	86	60
Гельмин	1281	49	18	45	73	126	190	215	216	159	106	55	29
Герат	2107	37	50	84	127	167	316	373	364	274	176	88	51
Лаль	960	8	9	25	55	94	148	166	179	132	87	40	17
Фарах	2828	74	93	142	194	297	409	439	404	314	226	138	98
Пенджаб	1191	5	7	26	58	117	185	210	222	172	111	58	20
Зарандж	3084	83	106	176	257	352	451	467	415	321	225	135	96
Кандагар	2067	32	46	85	171	212	304	357	357	246	156	51	50
Шарак	1170	8	11	40	84	130	179	200	188	153	100	56	21
Гардез	1381	18	20	49	93	158	232	203	195	175	124	76	38
Газни	1528	20	22	55	103	172	251	228	243	203	128	66	37
Сарде	1605	16	11	55	116	187	262	242	253	213	142	74	34
Хост	1666	66	70	104	130	207	273	180	149	158	153	103	73

Несколько отлична от большинства основных районов страны по характеру распределения испарения в течение года область, на которой сказывается влияние муссонных дождей Западной Индии и Пакистана,— область восточной части бассейна р. Кабул (восточнее Сароби), бассейнов рек Хуррам и Ургун и в меньшей степени бассейна р. Газни (Газни, Гардез и Сарде). Для этой области характерно нарастание испарения с января по июнь, аналогичное остальной территории, максимум испарений в июне (а не в июле), значительное уменьшение интенсивности испарений в июле — августе, что обусловливается и частично выпадающими в этот период муссонными дождями (весьма, правда, слабыми), и повышением влажности воздуха под влиянием муссонных дождей, выпадающих в этот период в долине Инда.

Интенсивность испарения в южных районах, несколько выше, чем в соответствующих им по высоте районах северной части Афганистана.

Данные об испарении с водной поверхности за год, полученные комиссией ФАО [91], близки к значениям, приведенным в табл. 2.4, но распределение в течение года характеризуется по этим данным большей равномерностью по сравнению с полученными после 1965 г.

Значительный интерес представляют данные о распределении по территории страны величины P/E — отношения слоя осадков

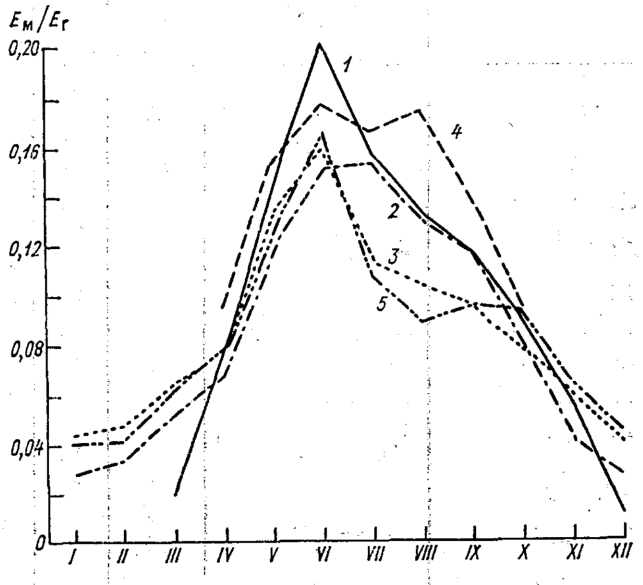


Рис. 2.7. Внутригодовое распределение испарения с водной поверхности в относительных величинах по станциям, подверженным частичному влиянию муссонных дождей.

1 — Сороби, *2* — Газиабад, *3* — Джелалабад, *4* — Суробай, *5* — Хост.

к слою испарений. Только для станций, расположенных выше 2000 м, в целом за год $P/E > 1$, причем чем выше, тем больше это отношение. За январь для 75 % территории страны $P/E > 1$. Для всей территории страны, за исключением расположенной выше отметки 2000 м, с апреля по октябрь $P/E < 1$, а в июне—августе осадков нет или отношение P/E меньше 0,1.

2.5. Ветер и влажность

Общая характеристика ветра дана в п. 2.1. Ниже рассматриваются лишь те данные о распределении и силе ветра по отдельным станциям, которые необходимы при расчетах параметров волн на акваториях водохранилищ.

Изменчивость максимальных значений скорости и направления ветра (табл. 2.5) значительная на востоке страны (Джелалабад, Хост) и на юго-западе (Дешу).

Направление и характер ветра определяются главным образом орографическими особенностями, обусловливающими температурные различия возвышенностей и долин и конвективные процессы в атмосфере. Так как на эти процессы влияет значительное число факторов, то и скорости ветра и его направление изменяются в широких пределах. Безветренных дней сравнительно мало.

Таблица 2.5

Максимальные средние многолетние ($W_{ср}$) и 20-летней повторяемости ($W_{5\,\%}$) скорости ветра на высоте 2 м над поверхностью земли

Бассейн реки	Метеостанция	Продолжительность наблюдений, лет	$W_{ср}$ м/с	C_v	$W_{5\,\%}$ м/с	Основное направление ветра
Кабул	Кабул АП	18	22	0,18	30	С
	Джабулсарадж	19	22	0,25	33	С
	Джелалабад	20	21	0,55	44	З
	Лагман	17	17	0,27	26	С-З
Кокча	Файзабад	18	19	0,22	27	Ю-З
Кундуз	Кундуз	15	18	0,15	26	З
	Бамиан	14	18	0,2	24	Ю-З
Ширинтагао	Меймене	18	20	0,24	29	З
Балх	Мазари-Шариф	19	22	0,2	30	„
Сари-Пуль	Шибирган	19	19	0,24	28	„
Мургаб	Гельмин	15	19	0,27	28	Ю-В
Герируд	Герат	19	25	0,23	36	Ю-З
	Лаль	15	18	0,2	25	Ю-З
Фарахруд	Фарах	15	20	0,37	34	В
Гильменд	Лашкаргах	18	21	0,23	30	Ю
	Пенджаб	14	20	0,2	27	С
Аргандаб	Кандагар	18	20	0,22	29	Ю-З
	Калат	15	22	0,21	31	Ю-З
	Мокур	16	20	0,21	28	С-З
Газни	Гардез	19	18	0,21	26	С
	Газни	20	21	0,29	33	Ю-В
Шомаль	Хост	18	19	0,36	32	С-З

По ряду метеорологических станций систематических регистраций скорости и направления ветра до 1972—1975 гг. не было, поэтому имеющиеся наблюдения продолжительностью 6—10 лет нельзя считать достаточными.

В то же время в ряде речных долин, особенно крупных рек, наблюдается плавное изменение расчетных значений скорости ветра. Так, например, по течению р. Герируд максимальная расчетная скорость ветра между пунктами Лал и Обе изменяется постепенно от 25 до 36 м/с, затем остается практически неизменной до Герата и вновь уменьшается к пункту Исламкала (23 м/с).

По р. Гильменд скорость ветра от Пенджаба в верховьях до Дарвешана сохраняется практически неизменной (от 25 до 27 м/с), затем быстро увеличивается в 1,8 раза по направлению к Дешу и снова снижается к Заранджу (до 38 м/с).

Хронологическое распределение максимальных скоростей ветра в течение года по каждой станции также в основном не стабильно. Так, в пункте Гардез максимальные скорости ветра зарегистрированы в 1973 г.— 15 июня, в 1975 г.— 13 февраля, в 1976 г.— 16 мая, в 1977 г.— 10 января; в пункте Хост в 1973 г.— в августе, в 1975 г.— в декабре, в 1976 г.— в мае и т. д.

Наиболее часто максимальные ветры бывают фёнового типа и приурочены к весенне-летнему сезону.

Влажность воздуха, как указывалось выше, в весенне-зимний период во всех пунктах страны достаточно велика и достигает 70—80 %. Наиболее низкая влажность (за исключением районов, находящихся под влиянием летних муссонных дождей) в период май — сентябрь.

В зоне Хост—Гардез—Кандагар, где выпадают летние муссонные дожди, наименьшая влажность приходится на февраль или июнь, а наибольшая — на декабрь — январь (в годы, когда муссонные дожди не выпадают вовсе или их очень мало) или на июль — сентябрь. Среднемноголетняя средняя годовая влажность максимальная в пактийской зоне (Хост — 60,6 %), в зоне северо-восточного Пригиндукушья (Сев. Саланг — 61 %, Баглан — 63 %, Файзабад — 57 %), минимальная — в пустынной зоне юго-запада (Дешу — 26,5 %, Зарандж — 39,4 %) (табл. 2.6).

Зависимость влажности от высоты прослеживается нечетко и только в некоторых районах. Например, по течению р. Герируд влажность постепенно уменьшается с 52,2 % (Лаль) до 47 % (Герат). Для р. Кабул такая закономерность не наблюдается.

По всем станциям севернее Гиндукуша, даже в зоне приамударьинских пустынь, влажность более 50 %, южнее, за исключением пактийской зоны,— менее 50 %.

Таблица 2.6

Среднемноголетняя средняя годовая влажность воздуха

Метеостанция	Средняя влажность %	Годовые отклонения от среднего, %	Метеостанция	Средняя влажность %	Годовые отклонения от среднего, %
Джелалабад	52	—4... +2	Кабул АП	47,8	—8... +8
Джабулсарадж	42,4	—15... +8,5	Мокур	44,6	—5,8... +9
Юж. Саланг	46,2	—7,1... +6	Калат	47,4	—1... +1
Логар	53,2	—4,1... +3,4	Кандагар	40,6	—16... +20
Окак	45,8	—8,3... +7	Бост	40,6	—8,4... +5
Хост	60,6	—2,6... +2,3	Зарандж	39,4	—6,1... +4
Ургун	54,4	—2,6... +4,8	Дешу	26,5	—9,4... +5
Гардез	56,0	—5,4... +8,9	Фарах	39,8	—9,5... +5
Газни	46,4	—3... +3,4	Пенджаб	50,8	—7,5... +4

Глава 3

Гидрографическая характеристика речных бассейнов

3.1. Гидрографическое районирование

Гидрографическое районирование является важным элементом общей гидрологической оценки территории и основывается не только на хорошем картографическом материале, но и по возможности должно учитывать ряд климатических, геологических и других факторов (в том числе генезис рек). Отсутствие некоторых и слабая изученность всех физико-географических факторов не позволяет в должной мере обоснованно определять границы районов и зон.

Обычно территорию Афганистана делят на три гидрографические зоны [69, 71, 72, 85], иногда не совсем оправдано именуя их речными бассейнами:

1) бассейн Амударьи, куда включаются все реки северной части Афганистана, как притоки Пянджа и Амударьи, протекающие на территории страны, так и реки, не впадающие в Амударью, давно потерявшие с ней связь и теряющиеся в песках приамударьинских пустынь на территории Афганистана (Хульм, Балх, Сари-Пуль, Ширинтагао) или советского Туркменистана (Мургаб, Кушк, Герируд (Теджен));

2) бассейн Сеистанской впадины (реки Адраскан, Фарахруд, Хашруд, Гильменд и Газни);

3) бассейн притоков Инда (реки Кабул с притоками, Куррам, Матун, Спера, Ургун и Гомаль).

Еще в 1968 г. В. Л. Шульц [72] отметил условность такого деления, указывая на то, что многие речные бассейны на территории Афганистана, объединенные в одну гидрографическую зону, настолько различны по своим морфометрическим, гидрографическим и стоковым характеристикам (например, реки Герируд и Кокча), что вполне могут быть выделены в независимые зоны.

Кроме того, представляется естественным выделение из речных бассейнов территории бессточных пустынь, практически не имеющих связи с прилегающими речными бассейнами, не формирующими их сток, такие, как приамударьинские пустыни, Дашти-Атишан, Дашти-Таг, Баква, Дашти-Марго, Регистан и др.

В. И. Славин [55], описывая геологическую деятельность рек Афганистана, делит уже в гидрографическом отношении всю территорию страны на четыре речные системы: 1) юго-восточную, входящую в бассейн Инда; 2) северо-восточную, принадлежащую к бассейну р. Амударьи; 3) северо-западную, объединяющую реки, воды которых теряются в бессточной котловине южных Каракумов; 4) юго-западную, объединяющую реки, впадающие в бессточную Сеистанскую котловину.

Учитывая все полученные в последнее время данные, характеризующие речные бассейны страны, представляется целесообразным разделить всю территорию страны на пять гидрографических зон (с включением в эти зоны и прилегающих пустынь), которые в основном соответствуют предложенным выше четырем речным системам, но с разделением юго-западной системы на две зоны: западных и юго-западных рек, включая бассейн р. Герируд, и р. Гильменд с бассейном р. Газни. В настоящее время такое деление на речные зоны принято официально в документах и гидрологических изданиях Министерства водных ресурсов и энергетики РА [83].

В табл. 3.1 представлено гидрографическое районирование страны в соответствии с изложенными выше соображениями, приведена также индексация собственно речных бассейнов и суббассейнов, соответствующая показанному на рис. 3.1 обозначению.

Таблица 3.1

Морфометрические характеристики речных бассейнов

Бассейн реки, индекс по рис. 3.1	$L_б$ км	$F_б$ км²	$B_с$ км	a	δ	m
Кабул, *1*	369	53 400	144,9	—0,581	0,39	2,03
Вахан, *15*	210	6 810	32,4	—0,587	0,154	1,73
Кокча, *2*	282	21 100	74,8	—0,074	0,265	1,79
Кундуз, *3*	412	37 100	90,1	—1,25	0,219	2,03
Хульм, *4*	184	8 250	44,5	+0,052	0,242	1,72
Балх, *5*	360	19 200	53,5	—0,089	0,149	2,02
Сари-Пуль, *6*	178	10 800	61,0	—0,48	0,343	1,62
Ширинтагао, *7*	220	12 100	55,1	+1,3	0,250	1,66
Мургаб, *8*	315	25 400	80,8	—0,014	0,256	1,76
Кашкан, *8*	115	5 520	48,2	—0,02	0,419	1,38
Шори-Араб, *8*	40	935	23,4	+0,139	0,585	1,18
Кушк, *8б*	126	3 440	27,6	+1,186	0,219	1,60
Гульран, *8а*	100	3 270	31,6	—0,08	0,316	1,46
Герируд, *9*	618	38 800	54,1	+0,145	0,088	2,2
Адраскан, *10*	385	20 000	52,0	—0,026	0,135	1,92
Фарахруд, *11*	500	28 000	56,0	+0,29	0,112	2,15
Хашруд, *12*	350	10 500	29,9	+0,117	0,085	2,35
Гильменд, *13а*	920	86 600	93,5	—0,256	0,1	2,46
Аргандаб, *13б*	463	53 000	114,4	+0,959	0,247	1,78
Газни, *14*	220	15 100	68,7	+0,768	0,310	1,64
Гомаль, *16е*	132	7 710	59,8	—0,796	0,453	1,36
Ургун, *16с*	55	1 400	25,5	+0,571	0,463	1,85
Марга, *16d*	47	970	20,6	—0,268	0,439	1,27
Шамаль, *16в*	117	5 180	44,3	—0,021	0,378	1,33
Куррам, *16а*	60	2 140	35,6	—0,593	0,593	1,59

Примечания: 1. Знак минус перед a означает преобладание правой половины.

2. Показатели по бассейнам рек Кабул, Мургаб, Герируд, Гомаль и Куррам даны в пределах Республики Афганистан.

3. Показатели по бассейну р. Гильменд даны без р. Аргандаб.

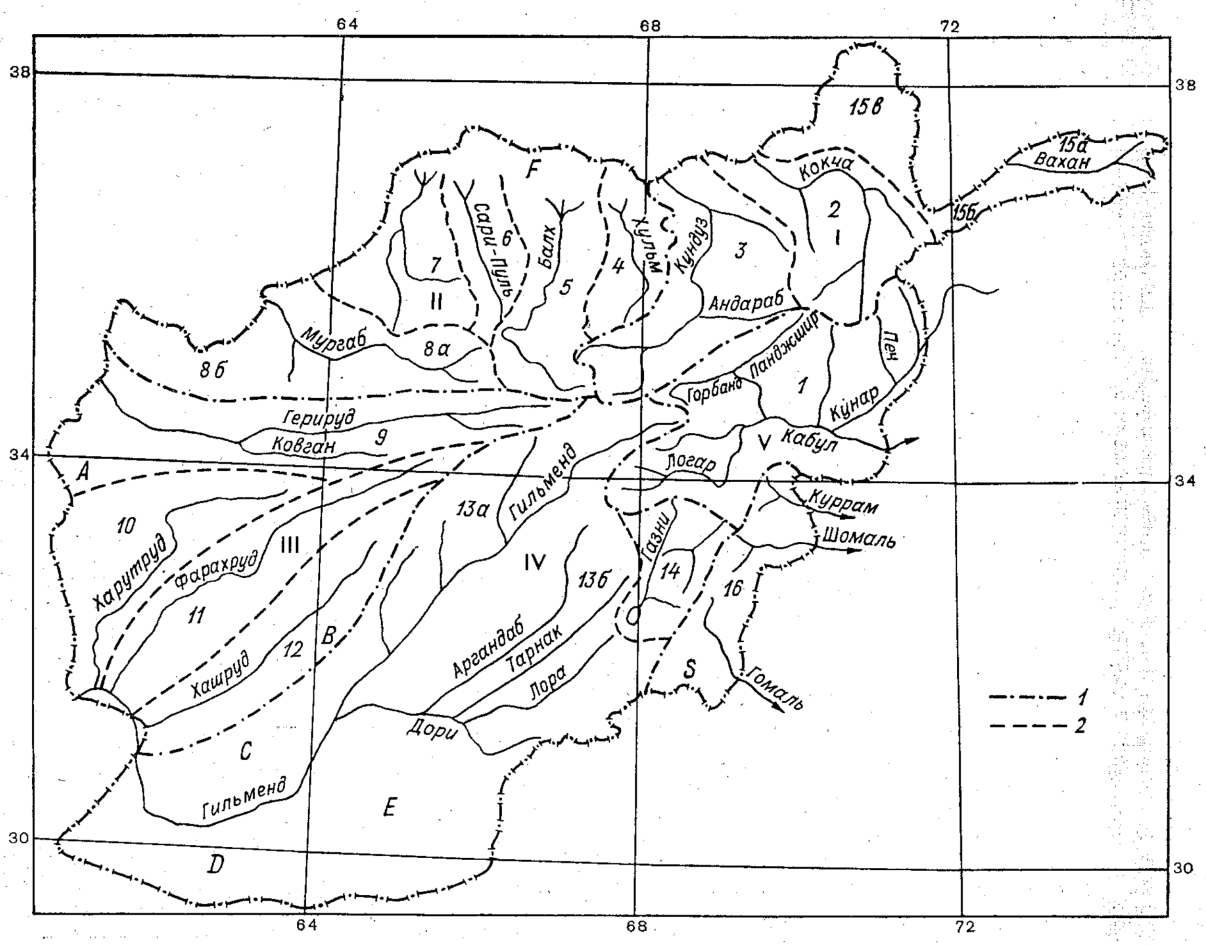


Рис. 3.1. Гидрографическое районирование территории Афганистана.

1 — границы зон, *2* — границы бассейнов.

Речными бассейнами в каждой зоне в [83] принято называть бассейн каждой реки или ее притока (если он не впадает в основную реку на территории страны).

Бассейны таких рек, как Кашан, Шори-Араб, Кушк и Гульран, выходящие за пределы страны, но по всем показателям относящиеся к речной системе Мургаба, выделены в самостоятельные суббассейны. Аналогично, в самостоятельный суббассейн выделен бассейн р. Аргандаб — бассейн крупнейшего левого притока р. Гильменд. Это выделение обусловлено тем, что Аргандаб по своему генезису и характеристикам стока резко отличается от остальных притоков Гильменда, сам имеет ряд крупных притоков.

Первая гидрографическая зона притоков Пянджа на территории Афганистана занимает северо-восточную часть страны, включая Ваханский выступ между территорией советской части Памира, северной части индийского штата Джамму и Кашмир и пакистанского штата Читрал. Эта зона включает в свой состав такие два крупных речных бассейна, как бассейны рек Кундуз и Кокча, площадь которых составляет 68 % всей площади зоны. В Ваханском выступе находятся не только бассейн р. Вахан ($E_б = 6810$ км^2), но и ряд микробассейнов мелких притоков в верховьях Пянджа в районе оз. Зеркуль (от оз. Зеркуль до устья рек Вахан и Пяндж впадает шесть речек).

От устья Вахан (Кала-и-Пандж) до пункта Ишкашим, находящегося в основании Ваханского выступа почти на границе с бассейном р. Кокча, в Пяндж впадает еще шесть небольших речек. От Ишкашима до района севернее-Шигнана в Пяндж впадает еще шесть речек, в том числе наиболее значительная из них р. Курундж в районе Шигнана.

Севернее бассейна р. Кокча с отрогов хребта Сафедхирс в Пяндж стекает ряд рек с довольно значительными расходами, но совершенно не изученных. Крупнейшие из них Шива, Кадж, Куфаб, Равенджаб, Раг и стекающая с хребта Рустак река того же названия составляют большую группу маленьких суббассейнов площадью 13 620 км^2, объединенных в одну группу под индексом *15в* (см. рис. 3.1). Площадь всей зоны 86 010 км^2, в том числе собственно бассейнов Кокчи 21 100 км^2 и Кундуз 37 100 км^2.

Все реки этой зоны, *за исключением основной части* верховьев р. Кундуз, имеют устойчивое ледниково-снеговое питание, достаточно большой сток, не пересыхают и впадают в р. Пяндж.

Вторая гидрографическая зона северо-западных рек и приамударьинских пустынь включает в себя речные бассейны рек Хульм (Ташкурган), Балх, Сари-Пуль, Ширинтагао, Мургаб общей площадью свыше 89 тыс. км^2, что составляет около 77 % всей площади зоны.

Северную часть этой зоны занимают пустыни Дашти-Лейли и Дашти-Абданимиралам (индекс *F*), расположенные между теряющимися в песках разветвленными дельтами рек Хульм, Балх, Сари-Пуль, Ширинтагао и Амударья общей площадью 27 130 км^2.

Характерной особенностью всех рек этой зоны является разбор их стока на орошение и потеря оставшейся части в песках пустынь. Каждый речной бассейн этой зоны имеет (за исключением р. Мургаб с суббассейнами) сравнительно небольшую площадь водосбора.

Бассейн р. Герируд в состав этой зоны не включен, так как, несмотря на то что Герируд по выходе на равнину, к Иранской границе, поворачивает на север и под названием р. Теджен входит на территорию СССР, основная часть реки течет с востока на запад, отделена от других рек второй зоны высоким хребтом Сафедкох и по своим характеристикам ближе к юго-западным рекам.

Третья зона западных и юго-западных рек включает в себя речные бассейны рек Герируд (30 % площади зоны), Адраскан (Анардара) (в нижнем течении Харутруд), Фарахруд и Хашруд и ряд пустынь. Речные бассейны занимают почти 76 % площади зоны, а вся зона — 20 % площади страны. Это наиболее маловодная, с наиболее низкими модулями стока территория. Пересыхающие концевые участки рек Адраскан и Хушпас создают определенные затруднения в определении точных границ пустынь и границ собственно речных бассейнов.

Ориентировочно пустыни на западной границе РА, между бассейнами рек Герируд и Адраскан (Дашти-Атишан и Дашти-Таг, индекс *A* на рис. 3.1) занимают площадь 20 800 км², пустынная область V оз. Сабари южнее бассейна р. Адраскан — 780 км², пустыня Баква (область пересохших рек Хушпас и Бандани, индекс *B*) — 9140 км². Общая площадь зоны — 127 800 км².

Четвертая зона — наибольшая в стране по площади зона (36 % территории страны) — включает речные бассейны р. Гильменд с большими притоками Аргандаб (139 000 км², или 61 % площади зоны), бассейн озера Аби-Истада, в которое впадает р. Газни с притоками Гардез, Джилга и Наар, и наиболее крупные пустыни Афганистана — Дашти-Марго, Регистан-Сидики и Регистан. Общая площадь речных бассейнов всего 69 % всей территории зоны.

Площадь бассейнов рек, впадающих в оз. Аби-Истада, составляет 17 500 км², включая площадь самого озера. Площадь собственно бассейна р. Газни 15 100 км². Площади пустынь в зоне: Дашти-Марго (индекс *C* на рис. 3.1) — 21 100 км², Регистан-Сидики (индекс *D*) — 17 900 км², Регистан (индекс *E*) — 30 300 км². В общую площадь зоны 227 000 км² входит площадь бассейна оз. Навар — 1665 км².

Пятая зона — реки бассейна Инда — занимает восточную и юго-восточную часть страны и, хотя составляет всего 11,4 % территории РА, как и северо-восточная зона, не имеет пустынь. Реки этой зоны имеют устойчивый сток. В состав зоны входит бассейн р. Кабул (почти 75 % всей площади зоны), бассейны рек Куррам (рис. 3.1, *16а*), Шамаль (*16в*), Ургун (*16с*), Марга (*16d*) и Гомаль (*16е*), из которых только бассейн Гомаль имеет площадь более 7000 км², все же остальные от 1 до 5 тыс. км².

В состав зоны входит также южно-пактийская сухая бессточ-

ная область (индекс S на рис. 3.1) площадью 930 км². Всего площадь этой зоны — 71 800 км².

Афганская часть озер Сабари — 530 км² и Хамуни-Пурел — 940 км².

Суммарная площадь всех зон — 630 800 км².

Таким образом собственно речные бассейны по всей территории страны занимают площадь около 500 тыс. км², или 79 %, пустыни занимают свыше 20 % всей территории, а озера — около 0,6 %.

3.2. Морфометрические характеристики

Морфометрические характеристики речных бассейнов Афганистана определялись по карте масштаба 1 : 1 000 000, составленной на основании материалов аэрофотосъемок [92]. При определении морфометрических характеристик использовались рекомендации, приведенные в работе И. Ф. Горошкова [23].

Определялись следующие морфометрические характеристики (см. табл. 3.1): длина бассейна $L_б$, полная площадь бассейна $F_б$, средняя ширина бассейна $B_с = F_б/L_б$, коэффициент формы $\delta = B_с/L_б = F_б/L_б^2$, коэффициент асимметрии бассейна $a = 2(F_л - F_{пр})/F_б$, коэффициент развития водораздельной линии $m = 0{,}282P/\sqrt{F_б}$, где P — периметр бассейна.

Как видно по результатам расчета характеристик, наибольший по площади бассейн р. Гильменд имеет и наибольшую длину — 920 км (при полной длине реки 1188 км), наименьшая длина бассейна р. Шори-Араб — 40 км. Как правило, полная длина основной реки $L_п$ бассейна больше длины бассейна и соотношение $L_п/L_б$ для основных рек страны колеблется в достаточно узких пределах — от 1,0 до 1,3, и всегда больше единицы, что свидетельствует о том, что бассейн вытянут по течению главной реки. Исключение составляет только бассейн р. Кабул, для которого $L_п/L_б = 0{,}9$ в том случае, если полная длина реки определялась от точки слияния собственно р. Кабул с р. Логар по руслу Кабул — Майдан, в то время как длина бассейна, безусловно, определяется по его наиболее удаленной точке, находящейся в верховьях р. Логар (в районе метеостанции Окак). Средневзвешенная длина речных бассейнов по стране составляет около 400 км.

Все речные бассейны Афганистана начинаются в центральной части горных областей от Центрального Гиндукуша до Паропамиза и имеют весьма высокие отметки в верхней части, тогда как в устьевых частях отметки бассейнов порядка 500—700 м.

Средневзвешенные отметки бассейнов в основном значительные (табл. 3.2).

Гипсометрические кривые речных бассейнов, характеризующие процентное содержание площадей водосбора определенной высоты в составе бассейна, несмотря на близкие отметки истоков и устьевых участков, весьма различны.

Для речных бассейнов северного Афганистана характерно постепенное уменьшение высот с востока на запад (рис. 3.2). Исклю-

чение составляют лишь реки Хульм и Мургаб. Бассейн р. Хульм расположен ниже смежных бассейнов рек Кундуз и Балх, а бассейн р. Мургаб по своим высотным характеристикам ближе к бассейну р. Герируд.

Бассейны рек Герируд и Гильменд по гипсометрическим характеристикам близки друг к другу, но для бассейна р. Герируд (как и для бассейнов рек Фарахруд и Адраскан) отличительной особенностью является неплавный характер гипсометрической кривой,

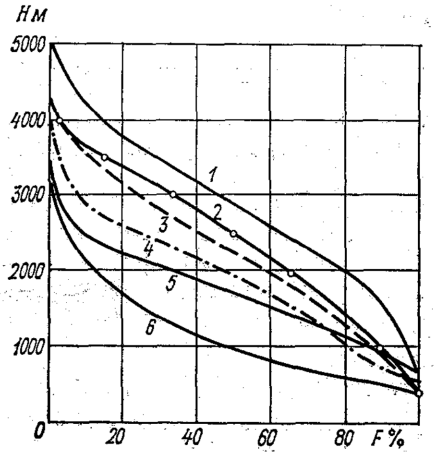


Рис. 3.2. Гипсометрические кривые бассейнов рек Северного Афганистана.

1 — Кокча, *2* — Кундуз, *3* — Балх, *4* — Сари-Пуль, *5* — Хульм, *6* — Ширинтагао.

Таблица 3.2

Средневзвешенные отметки основных речных бассейнов Афганистана

Река—створ	Отметка, м	Река—створ	Отметка, м
Вахан — устье	4750	Герируд — Чагчаран	3070
Шева — устье	3910	Руд-и-Газ — устье	1950
Рустак — устье	1750	Адраскан — Адраскан	2040
Кокча — Джурм	3850	Фарахруд — Фарах	1800
Кокча — устье	2890	Хашруд — Диларам	1640
Кундуз — Пули-Хумри	2730	Гильменд — Гизаб	2550
Кундуз — устье	2400	Гильменд — Дарвешан	2150
Хульм — дельта	1750	Аргандаб — Кала-и-Бост	1700
Балх — дельта	2200	Газни — Шина	2250
Сари-Пуль — дельта	1900	Гомаль — госграница	1970
Ширинтагао — дельта	1170	Шомаль — госграница	1930
Мургаб — Каланияз	2150	Куррам — госграница	2580
Мургаб — госграница	1750	Кабул — Танги-Гару	2500
Кашан — госграница	1160	Кабул — Дарунта	2600
Кушк — госграница	1080	Кабул — госграница	2750
Гульран — госграница	950	Кунар — устье	3700
Кавган — устье	2100	Сурхруд — устье	2180
Сенджаб — устье	1820	Лагман — устье	2720
Лаль — устье	2720	Логар — устье	2700
Герируд — Тирпуль	1870	Панджшир — устье	2830

резкое снижение отметок на большей части площади водосбора (рис. 3.3).

Если площади водосборов притоков рек в нижнем течении имеют высокие отметки, характер гипсометрических кривых значительно изменяется. Например, гипсометрическая кривая свидетельствует об отсутствии в верховьях р. Кабул (ниже устья р. Логар) очень высоких и очень низких отметок (рис. 3.4, кривая *1*). После впадения р. Панджшир (кривая *2*) уже до 8 % площади водосбора по створу поста Наглу имеют высокие отметки (более 4000 м). Река Кунар с гляциальными областями в верховьях, с от-

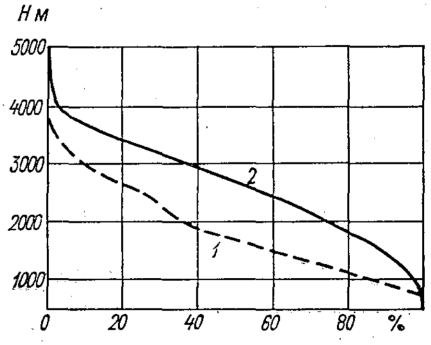


Рис. 3.3. Гипсометрические кривые бассейнов рек Гильменд (*1*) и Герируд (*2*).

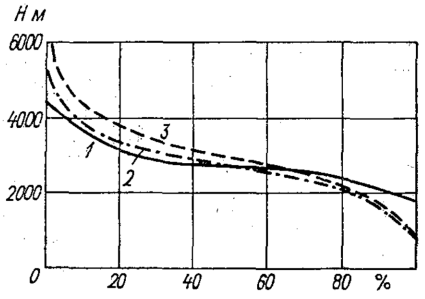


Рис. 3.4. Гипсометрические кривые бассейна р. Кабул.

1 — ниже устья р. Логар, *2* — выше впадения р. Кунар, *3* — ниже устья р. Кунар.

метками свыше 6000 м (на территории Пакистана) приводит к еще большей разности отметок и увеличению отметок на большей части водосбора р. Кабул по створу Дака (кривая *3*), к увеличению средневзвешенных отметок в целом по бассейну (см. табл. 3.2).

3.3. Общие характеристики речной сети

При определении основных гидрографических характеристик речной сети Афганистана, например густоты речной сети для бассейнов рек, впадающих в Пяндж, не учитывалась сама река Пяндж, в то же время при определении этих характеристик для страны в целом пограничная протяженность р. Пяндж — Амударья включена в общую протяженность рек Афганистана.

Аналогичным образом при определении показателей для отдельных бассейнов не учитывались площади прилегающих пустынь, а в целом для страны определялись два значения таких показателей — с учетом и без учета пустынь.

Реки Афганистана сравнительно молоды, еще идет активный процесс их формирования, наблюдается активная эрозионная деятельность. Наличие больших уклонов обусловливает как большие

скорости речных потоков, так и слабую извилистость речных русел.

Реки имеют сравнительно небольшое число притоков и слабую разветвленность, которая в наибольшей степени проявляется только в горных частях (в верхнем и среднем течении рек).

Один из важнейших показателей развития речной сети — коэффициент густоты речной сети ρ км/км² — определяется как размерная величина (количество километров речных образований на 1 км² поверхности).

В понятие «речные образования» входят не только постоянные, но и периодически действующие (ежегодно) водотоки со сформировавшимся руслом.

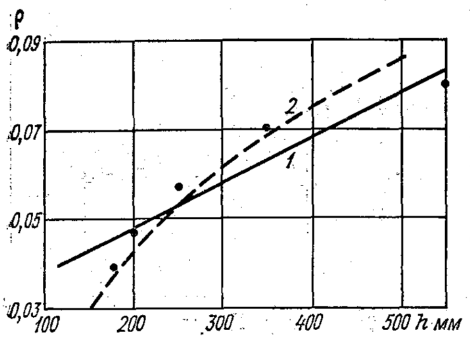


Рис. 3.5. Зависимость густоты речной сети ρ по зонам от годового слоя осадков h.

1 — по линейной зависимости по уравнению $\rho = 1{,}02 \cdot 10^{-4} h + 0{,}0275$ при $r = 0{,}96$, *2* — по квадратичной параболе $\rho = 4{,}3 \times 10^{-3} (h - 100)^{0{,}5}$.

Целый ряд горных саев, иногда выносящих значительные количества воды (или сели), в подсчет общей протяженности речных образований (Σl) не вошел, так как определение их длины не производилось. Длина всех речных образований по каждому бассейну определялась по карте масштаба 1 : 1 000 000.

Коэффициенты густой речной сети с учетом пустынь в каждой зоне пропорциональны количеству осадков (норме) для каждой зоны, причем эта зависимость с меньшей степенью прослеживается для коэффициентов густоты речной сети без учета пустынь. На рис. 3.5 показана кривая связи $\rho = f(h)$ с указанием коэффициента линейной корреляции между ρ и h. По отдельным речным бассейнам корреляционная связь слабая ($r < 0{,}5$).

Густота речной сети по каждому бассейну колеблется незначительно. Коэффициенты густоты речной сети определены по каждому бассейну страны и по бассейнам основных притоков главных рек (табл. 3.3).

Одной из важных характеристик русловой сети является показатель извилистости рек, выражаемый безразмерной величиной — коэффициентом извилистости $\beta = L_п / l_п$, где $L_п$ — полная длина реки, $l_п$ — длина реки по прямой. Поскольку извилистость рек сравнительно невелика, особенно в горных частях бассейнов, в тех случаях, когда они текут в каньонах, средняя извилистость рек страны колеблется около 1,3. Какой-либо закономерности в рас-

Таблица 3.3

Характеристики извилистости рек и густоты речной сети РА

Бассейн реки (притоки)	№ бассейна, по рис. 3.1	Полная длина реки L км	Длина реки по прямой l км	Коэффициент извилистости L/l	Сумма длин русловых образований Σl	$\rho = \Sigma l / F_б$
Кабул	1	332	262	1,28	3404	0,064
Логар	—	280	202	1,39	617	0,063
Панджшир	—	228	183	1,25	735	0,061
Кунар	—	155	140	1,11	700	0,063
Лагман	—	171	135	1,27	392	0,064
Горбанд	—	125	99	1,26	255	0,059
Сурхруд	—	125	105	1,19	215	0,082
Ландаисин	—	120	95	1,26	210	0,065
Печ	—	134	111	1,21	240	0,062
Кокча	2	416	305	1,36	1617	0,077
Кешем	—	89	80	1,11	151	0,070
Вардудж	—	113	90	1,22	305	0,068
Кундуз	3	572	400	1,43	2442	0,066
Фархар	—	261	198	1,32	851	0,079
Бамиан	—	129	109	1,25	389	0,078
Андараб	—	112	98	1,14	292	0,079
Банги	—	147	130	1,13	315	0,075
Хульм	4	210	180	1,17	440	0,053
Балх	5	471	360	1,31	1203	0,063
Дарайи-Суф	—	142	105	1,35	242	0,076
Сари-Пуль	6	206	165	1,25	938	0,086
Шораб	—	116	87	1,33	296	0,080
Ширинтагаб	7	222	173	1,28	714	0,059
Кайсар	—	134	107	1,25	284	0,071
Меймене	—	158	135	1,17	442	0,066
Мургаб	8	443	325	1,36	2010	0,079
Чичакту	—	135	90	1,50	349	0,089
Бум	—	97	83	1,17	97	0,078
Джаванд	—	110	90	1,22	182	0,085
Сарсай	8	102	82	1,24	167	0,12
Кашан	8	105	81	1,29	365	0,066
Шори-Араб	8	39	34	1,15	50	0,053
Кушк	8	125	105	1,19	310	0,09
Гульран	8	93	81	1,15	263	0,08
Герируд	9	615	570	1,08	1949	0,058
Лаль	—	136	120	1,13	136	0,079
Кавган	—	242	206	1,17	492	0,065
Адраскан	10	437	378	1,16	1207	0,060
Руд-и-Газ	—	85	72	1,18	170	0,077
Фарахруд	11	712	590	1,21	1884	0,067
Гор	—	234	182	1,28	424	0,060
Мальманд	—	88	67	1,31	128	0,086
Хашруд	12	510	400	1,28	1020	0,098
Гильменд	13	1190	930	1,28	4940	0,057
Тирин	—	218	178	1,23	588	0,071
Мусакала	—	171	132	1,30	206	0,027
Кадж	—	293	178	1,65	603	0,052
Пенджаб	—	91	64	1,42	206	0,084
Хордак	—	177	126	1,4	392	0,082

Бассейн реки (притоки)	№ бассейна, по рис. 3.1	Полная длина реки L км	Длина реки по прямой l км	Коэффициент извилистости L/l	Сумма длин русловых образований Σl	$\rho = \Sigma l / F_б$
Амристан	—	157	130	1,21	207	0,063
Аргандаб	13	562	420	1,34	3116	0,059
Тарнак	—	353	300	1,177	533	0,058
Лора (Аргистан)	—	344	258	1,33	894	0,058
Дори	—	227	200	1,13	1321	0,041
Газни	14	201	168	1,2	881	0,058
Джилга	—	152	130	1,17	382	0,076
Наар	—	101	96	1,06	126	0,043
Вахан	15	192	162	1,18	502	0,073
Куррам	16	88	60	1,47	182	0,085
Шомаль	16	112	93	1,2	492	0,106
Ургун	16	86	65	1,43	151	0,107
Марга	16	50	44	1,14	110	0,113
Гомаль	16	147	105	1,4	650	0,084
Кундар	—	183	130	1,41	228	0,07
Бассейн притоков Амударьи от устья р. Вахан до р. Шева	15	—	—	—	285	0,057
То же в р-не оз. Зерколь	15	—	—	—	290	0,122
То же в р-не севернее р. Кокча	15	—	—	—	755	0,056

Примечание: длина рек здесь и далее дается от истока, поскольку большинство рек не имеют четко выраженных устьевых створов.

пределении коэффициента извилистости по территории не наблюдается, что объясняется примерно одинаковым возрастом и геоморфологическими условиями.

Физические характеристики рек: длина, в том числе деление на верхнее, среднее и нижнее течение для значительных по протяженности рек, отметки истока и условных границ областей течения, средние уклоны в целом и по областям и оценка конфигурации бассейна каждой реки по величине $P/\sqrt{F_б}$ (где P — периметр бассейна, $F_б$ — его площадь) — приводятся в табл. 3.4.

Все реки имеют значительные уклоны в верхнем и среднем течении — более 0,01.

Реки юго-запада, впадающие в озеро Сабари, имеют наименьшие уклоны (за исключением притоков Мальманд и Гор). Основные реки этой зоны имеют средние уклоны 0,007—0,005, а в нижней части до 0,001, уступая только р. Гильменд, которая в нижней части имеет уклон меньше 0,0006.

Верховья всех рек расположены в высокогорных областях, поэтому истоки рек имеют отметки, как правило, выше 3000 м. Исключением являются реки Дори (отметки 1720 м) и Лора (2400 м), т. е. реки на крайнем юге страны.

В табл. 3.4 площади водосборов рек Кабул и Кунар и их периметр даны с учетом части бассейна р. Кунар, находящейся на

Таблица 3.4

Общие гидрографические характеристики рек РА

Река (основное название)	Длина, км	Отметка истока (начала)	Отметка конца участка (устья)	Средний уклон, %	Площадь бассейна $F_б$ км²	Периметр бассейна P км	Показатель формы $P/\sqrt{F_б}$
Бассейн р. Кабул							
Кабул	332	3700	375	1,0	67 800	1613	6,19
верхняя часть	157	3700	1000	1,72			
нижняя часть	175	1000	375	0,36			
Логар	280	3500	1790	0,61	9 830	657	6,12
верхняя часть	144	3500	2190	0,91			
нижняя часть	136	2190	1790	0,30			
Панджшир	228	4560	1000	1,6	12 000	541	4,95
верхняя часть	131	4650	1605	2,33			
нижняя часть	97	1605	1000	0,62			
Лагман	171	4450	610	2,25	6 120	410	5,22
верхняя часть	111	4450	1000	3,11			
нижняя часть	60	1000	6100	0,65			
Кунар	462	5900	540	1,16	26 100	595	5,63
верхняя часть	300	5900	1040	1,62	на тер. Пакистана		
нижняя часть	162	1040	540	0,31	на тер. Афганистана		
Горбанд	125	3500	1475	1,62	4 360	388	5,88
Саланг	44	4200	1510	6,12	510	110	4,87
Шатул	36	4200	1590	7,26	205	76	5,31
Тагаб	60	3600	1000	4,34	800	125	4,42
Сурхруд	125	3350	580	2,22	2 620	280	5,47
Печ	134	4250	790	2,59	3 860	322	5,12
Ландаисин	120	4300	1035	2,73	3 260	274	4,79
Пагман	30	3700	1800	6,33	500	98	4,38
Чарх	57	3000	1927	1,88	880	148	4,98
Чакари	48	3300	1774	3,18	460	112	5,22
Бассейн рек Кундуз и Кокча							
Кундуз	572	3800	317	0,61	37 100	1387	7,2
верхняя часть	164	3800	1467	1,42			
средняя часть	216	1467	464	0,46			
нижняя часть	192	464	317	0,08			
Фархар	261	4800	367	1,70	10 800	627	6,04
верхняя часть	130	4800	991	2,73			
нижняя часть	131	991	367	0,48			
Бамиан	129	4300	1467	2,2	5 000	330	4,66
Фолади	32	4300	2500	5,63	345	79	4,25
Сайган	80	3500	1520	2,48	1 740	208	4,99
Пойанде	63	4100	1176	4,64	1 440	169	4,45
Андараб	112	4400	852	3,17	3 700	332	5,45
Намакаб	60	4300	848	5,25	380	132	6,77
Банги	147	4500	562	2,68	4 220	373	5,75
Кокча	416	4500	413	0,98	21 100	920	6,34
верхняя часть	216	4500	1354	1,46			
нижняя часть	200	1354	413	0,46			
Анджуман	55	4550	2512	3,71	1 720	229	5,47
Вардудж	113	5000	1354	3,23	4 500	419	6,25
Зардев	63	4400	1440	4,70	1 040	168	5,20
Кешем	89	4500	799	4,16	2 160	235	5,06

Река (основное название)	Длина, км	Отметка		Средний уклон, %	Площадь бассейна $F_б$ км²	Периметр бассейна P км	Показатель формы $P/\sqrt{F_б}$
		истока (начала)	конца участка (устья)				
Бассейны рек северо-западной части РА							
Хульм	210	3500	450	1,45	8 250	555	6,11
верхняя часть	139	3500	1000	1,8			
нижняя часть	71	1000	450	0,78			
Дарайи-Суф	142	3600	642	2,08	3 160	345	6,14
Балх	471	3750	301	0,73	19 200	995	7,17
верхняя часть	55	3750	2580	2,13			
средняя часть	320	2580	4000	0,68			
нижняя часть	96	400	301	0,10			
Шораб	116	3300	672	2,26	3 720	331	5,43
Сари-Пуль	206	3500	380	1,51	10 850	597	5,73
верхняя часть	148	3500	700	1,89			
нижняя часть	58	700	380	0,55			
Ширинтагао	222	2900	340	1,15	12 100	647	5,88
верхняя часть	96	2900	769	2,22			
нижняя часть	126	769	340	0,34			
Меймене	158	3000	376	1,66	6 700	439	5,37
нижняя часть	60	3000	1000	3,33			
нижняя часть	98	1000	376	0,64			
Кайсар	134	2900	466	1,82	3 980	320	5,07
верхняя часть	40	2900	1400	3,75			
нижняя часть	94	1400	466	0,94			
Мургаб	443	3700	366	0,75	25 440	998	6,26
верхняя часть	265	3700	850	1,09			
нижняя часть	178	850	366	0,24			
Хурдмургаб	73	3800	1920	2,58	1 660	241	5,92
Сарсай	102	3100	1332	1,73	1 390	223	5,67
Джаванд	110	3000	898	1,91	2 140	237	5,12
Бум	97	3000	577	2,50	1 240	228	6,50
Чичакту	135	3200	413	2,06	3 920	296	4,72
Кашан	154	2900	526	1,54	5 540	364	4,88
Куши	125	3000	653	1,88	3 480	334	5,66
Гульран	93	2000	564	1,54	3 160	290	5,16
Бассейны рек Герируд, Адраскан, Фарахруд, Хашруд							
Герируд	615	4000	650	0,55	33 400	1427	7,80
верхняя часть	370	4000	1300	0,73			
нижняя часть	245	1300	650	0,26			
Лаль	136	3500	2400	0,81	1 720	260	6,28
Ковган	242	3200	1200	0,83	7 520	556	6,42
Карух	93	2600	980	1,74	1 870	240	5,55
Сенджаб	65	2500	840	2,54	1 290	175	4,88
Хашруд	510	3000	472	0,50	10 800	869	8,36
верхняя часть	308	3000	810	0,71			
нижняя часть	202	810	472	0,17			
Фарахруд	712	3300	475	0,40	28 000	1274	7,61
верхняя часть	340	3300	1090	0,65			
средняя часть	203	1090	650	0,22			
нижняя часть	169	650	475	0,10			
Мальманд	88	3200	1010	2,49	1 480	233	6,07
Гор	234	3000	1090	0,89	7 000	523	6,27

Река (основное название)	Длина, км	Отметка		Средний уклон, %	Площадь бассейна $F_б$ км²	Периметр бассейна P км	Показатель формы $P/\sqrt{F_б}$
		истока (начала)	конца участка (устья)				
Адраскан	437	3000	475	0,58	20 500	978	6,82
верхняя часть	130	3000	1340	1,28			
средняя часть	149	1340	775	0,38			
нижняя часть	158	775	475	0,19			
Руд-и-Газ	85	3000	1340	1,95	2 200	251	5,37
Бассейн р. Гильменд							
Гильменд	1188	4100	453	0,30	139 000	3287	8,72
верхняя часть	334	4100	1325	0,83			
средняя часть	350	1325	749	0,17			
нижняя часть	504	749	473	0,055			
Сьясанг	32	4000	2930	3,34	210	76	5,24
Мархана	47	4000	2510	3,17	1 110	145	4,35
Пенджаб	91	4000	2140	2,04	2 450	243	4,91
Амрестан	157	4000	1395	1,66	3 270	375	6,59
Хурдак	177	3200	1340	1,05	4 760	345	5,00
Кадж	293	3400	1110	0,78	11 600	737	6,84
Тирин	218	3300	1055	1,03	8 220	513	5,66
Мусакала	171	2800	885	1,12	7 560	486	5,59
Аргандаб	562	3900	749	0,56	53 000	1427	6,20
верхняя часть	283	3900	1312	0,91			
нижняя часть	279	1312	749	0,20			
Дори	227	1720	890	0,37	32 000	1157	6,47
Тарнак	353	3000	932	0,59	9 140	764	7,99
Аргастан	344	2600	985	0,47	15 500	796	6,39
Лора	214	2400	1283	0,52	4 140	411	6,39
Бассейны рек Газни и Куррам							
Газни	201	3300	1968	0,66	14 700	706	5,82
верхняя часть	27	3300	2338	3,56			
нижняя часть	174	2338	1968	0,21			
Сараб	61	4100	2368	2,84	915	164	5,43
Барикаб	19	3300	2380	4,83	165	53	4,14
Сьягель	37	3300	2160	3,08	170	82	6,31
Джилга	152	3300	2042	0,83	5 030	385	5,43
верхняя часть	43	3300	2294	2,34			
нижняя часть	109	2294	2042	0,23			
Палту	71	3500	2114	1,95	810	173	6,07
Нахар	101	2700	1978	0,71	2 920	271	5,02
Парк	42	2900	2145	1,80	325	111	6,17
Куррам	88	3700	1540	2,45	2 140	260	5,63
Габер	62	3100	1679	2,29	520	135	5,92
Шомаль	112	2900	890	1,79	4 620	321	4,72
верхняя часть	38	2900	1495	3,70			
нижняя часть	74	1495	890	0,89			
Спера	56	3200	1492	3,05	755	133	4,84
Матун	58	2800	1012	3,08	470	142	6,55
верхняя часть	34	2800	1921	4,44			
нижняя часть	24	1921	1012	1,16			
Ургун	86	2600	1460	1,33	1 400	170	4,54
Дахане	34	3300	2160	3,35	205	85	5,94
Гомаль	147	2700	1060	1,12	7 710	424	4,83
Кундар	183	2700	1070	0,89	3 240	299	5,25

территории Пакистана. Длина, отметки и уклоны р. Кабул даны в пределах РА.

Длина, площадь бассейна и средний уклон рек Мургаб, Кашан, Кушк и Гульран даны в пределах территории РА, до границы с СССР, а длина, площадь бассейна и средний уклон р. Герируд — в пределах территории РА до границы с Ираном.

Отметка р. Дори дана в месте пересечения рекой госграницы РА и Пакистана. Уклон дан в пределах РА.

Характеристики рек Куррам, Шомаль, Ургун и Гомаль даны для верхней части этих рек, находящейся в пределах РА.

Классификация рек Афганистана. В последнее время получила широкое распространение классификация рек по географическим признакам зон (для малых и средних рек) [35], которую особенно необходимо учитывать при подборе рек-аналогов для определения гидрологических характеристик.

Все реки Афганистана по своему высотному положению, особенно в областях формирования стока, относятся к горным рекам, в основном среднегорных (1000—2500 м) и высокогорных (2500 м) областей. На отметках ниже 400 м находятся лишь некоторые зоны активного потребления стока рек Балх, Сари-Пуль и Ширинтагаб на севере РА.

Леса на территории РА расположены лишь в бассейнах рек Кунар, Куррам и Шомаль, поэтому к рекам горно-лесной зоны (ГЛ) могут быть отнесены лишь реки, находящиеся в этих бассейнах. Остальные реки относятся в основном к типу рек горно-степной зоны (ГС), и только часть пересыхающих рек юго-запада (на отметках ниже 1500 м), а также южной зоны Газнийского плато (Наар и Гомаль) могут быть отнесены к рекам горно-полупустынной зоны (ГПП).

Влияние муссонных дождей на формирование стока (индекс классификации М на рис. 3.6) сказывается лишь на р. Аргандаб и ее притоках, реках южной зоны Газнийского плато и на реках бассейна Шомаль.

Реки северо-восточной зоны Афганистана (Вахан, Шева, Кокча, Фархар, Андараб), в том числе реки Дарвазского выступа (притоки Пянджа между устьями рек Шева и Кокча), могут быть отнесены к рекам снего-ледникового питания с максимумом половодья в июле и второй половине июня. Остальные реки, кроме рек муссонной зоны, относятся к рекам снего-дождевого питания с весенним половодьем, совпадающим с дождевыми паводками.

На рис. 3.6 приведена схема зонального районирования рек по характеру географо-климатических факторов.

Несколько слов о классификации рек РА по их порядку.

Опыт показывает, что определение порядка рек по монотомической или дихотомической схемам не дает представления о действительном изменении гидрологических характеристик рек в связи с изменением их порядка. В Афганистане весьма распространены реки, на большом протяжении которых нет значительных прито-

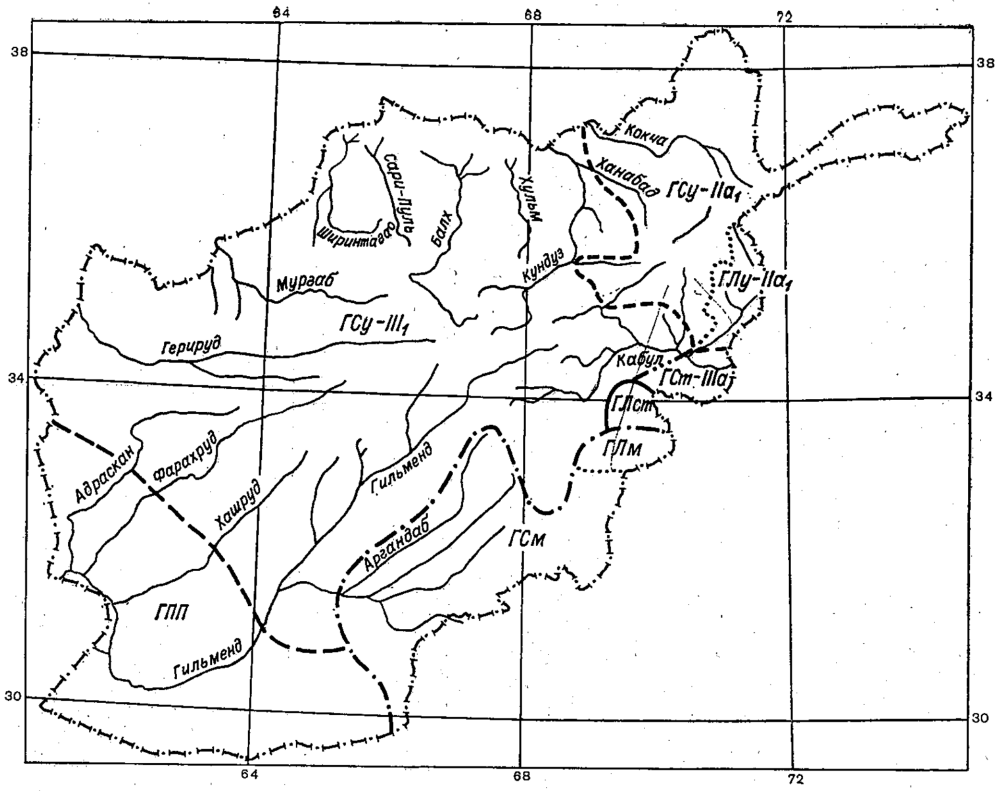


Рис. 3.6. Схема зон географического районирования территории Афганистана.

ГСу — IIa_1 — горно-степная с ледово-снеговым питанием, ГСу — III_1 — горно-степная со снегодождевым питанием, ГСм — горно-степная муссонного климата, ГСт — IIIа — горно-степная субтропическая, ГЛу — IIa_1 — горно-лесная с ледово-снеговым питанием, ГЛст — горно-лесная субтропическая, ГЛм — горно-лесная муссонного климата, ГПП — горно-полупустынная и пустынная.

ков, а серия мелких притоков первого порядка создает значительные изменения в их режиме по течению.

Используя морфометрические характеристики рек по принципу их обратной классификации, Н. А. Ржаницын [49] предложил схему, являющуюся как бы промежуточной между монотомической и дихотомической и учитывающую существенное влияние на изменение порядка реки непосредственно притоков первого порядка, что в условиях Афганистана очень важно.

В ряде работ [10, 63, 64] подчеркивается, что выбор потока первого порядка производится с учетом генетических особенностей рек и целей исследования; справедливо отмечается, что, признавая связь и преемственность между первичными морфометрическими образованиями (долина, лог, овраг) и реками, для гидрологических расчетов следует их разграничивать, начиная счет только с рек [63, 64]. Начальный предел длины рек для различных бассейнов различен. Для горных районов длина рек первого порядка значительно больше, чем для равнинных, для засушливых больше, чем для более увлажненных. Горный рельеф, сухость климата, отсутствие растительности предопределяют большую протяженность рек первого порядка для Афганистана.

Так, для основных речных бассейнов средняя длина рек первого порядка: в бассейне р. Кокча — 30 км, р. Кабул — 22 км, р. Геририд — 30 км, р. Гильменд — 25 км.

Учитывая особенности строения речной сети сухих горных районов Афганистана, заключающиеся в том, что водотоки первого порядка значительны по длине и оказывают непосредственное влияние на изменение характеристик рек, целесообразно определять их порядок n в зависимости от количества рек первого порядка. По Шейдегеру [10]:

$$n = 1 + \log_2 N_1, \tag{3.1}$$

что близко соответствует предложению Ржаницына по определению порядка рек.

В табл. 3.5 приведены порядки основных рек Афганистана.

Таблица 3.5

Сравнение порядка рек РА

Река—створ	Количество рек I порядка	Порядок рек по Шейдегеру	Порядок рек по Ржаницыну
Вахан — устье	15	4,9	5
Кокча — Ходжагар	33	6	6
Кундуз — Кулух-Тепа	48	6,58	7
Мургаб — Каланияз	19	5,25	5
Геририд — Чагчаран	8	4,16	4
Фарахруд — Петч-Танги	30	5,9	6
Гильменд — Лашкаргах	85	7,4	8
Гильменд — Каджакай	57	6,83	7
Логар — устье	14	4,81	5
Кабул — Наглу	35	6,12	6

Порядок рек по Шейдегеру был определен для 72 створов всех основных рек РА, установлена коррелятивная связь между порядком реки и площадью водосбора по каждому створу. Установлена линейная зависимость между порядком реки и величиной $\lg F$ (F — площадь водосбора в км^2)

$$n = a \lg F + b. \qquad (3.2)$$

Для рек северо-запада $a = 3{,}16$, $b = -7{,}67$, коэффициент корреляции между величинами n и $\lg F$ $r = 0{,}95$. Для рек юго-запада

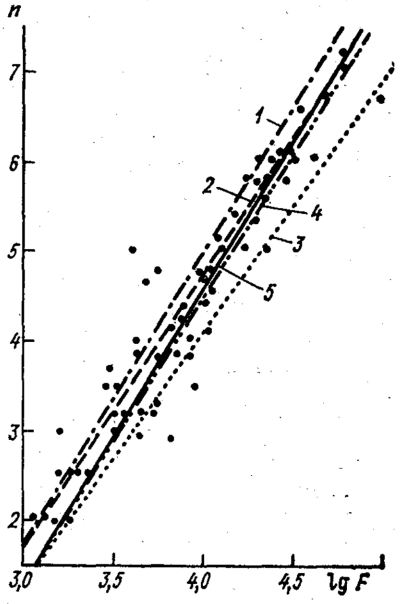


Рис. 3.7. Зависимость порядка рек n от площади водосбора F.

1 — реки северо-запада, *2* — реки юго-запада; *3* — бассейн р. Кабул, *4* — бассейн р. Гильменд, *5* — в целом по стране.

$a = 2{,}98$, $b = -7{,}19$ и $r = 0{,}95$. Для р. Кабул $a = 2{,}18$, $b = -4{,}2$, $r = 0{,}965$, для р. Гильменд $a = 2{,}53$, $b = -5{,}28$ и $r = 0{,}92$ (рис. 3.7).

3.4. Речные долины

Все бассейнообразующие реки Афганистана в верхнем и среднем течении текут преимущественно в узких горных долинах, перемежающихся котловинами.

Река **Кабул** в верховьях проходит по ущелью Лаландар и вступает в долину Чардех, по которой течет до г. Кабула. В центре города река сжимается узким проходом длиной около 500 м, за которым начинается Кабульская котловина, простирающаяся до устья р. Логар. Затем р. Кабул входит в теснину Танга-Гару, вмещающую только русло реки при ширине дна 10—20 м. Русло каменистое, загроможденное валунами.

За Танги-Гару долина Кабула расширяется местами до полукилометра, река меандрирует и разбивается на рукава. Русло

галечниковое. Эта долина сменяется узким скалистым каньоном протяженностью до 2 км с шириной русла 10—12 м, а затем на протяжении 6 км р. Кабул вновь течет по широкой долине. За устьем р. Панджшир долина снова сужается на протяжении 4 км (створ Наглу), а ширина реки достигает 70—90 м. После ущелья Наглу р. Кабул входит в долину Сороби, за которой наступает очередное сужение (Танги-Абрашим) длиной 24 км, сменяющееся широкой долиной длиной 10 км, и у селения Дарунта снова стесняется до 100—150 м. Ниже ущелья у Дарунты р. Кабул выходит на Джелалабадскую равнину. Русло реки здесь слабо извилистое и с приближением к устью р. Кунар разбивается на рукава, образуя ряд галечниковых островов.

Речные долины левых и правых притоков р. Кабул не похожи. В верхнем течении р. Логар, основной левый приток Кабула, представляет собой небольшой горный поток с каменистым руслом шириной до 5—10 м, близ устья его ширина достигает 30—40 м. В долине русло извилистое, без рукавов, с мелкоземистыми, невысокими, но крутыми берегами.

Первый правый приток — р. Панджшир — на большом протяжении течет в узкой горной долине параллельно хребту Гиндукуш. Поток бурный, с многочисленными водопадами. В этой зоне долина Панджшира имеет V-образную форму с крутыми, обрывистыми, каменистыми склонами, но местами встречаются небольшие расширения долины. После выхода на равнину в долине Гульбахара, ниже устья Горбанда, река дробится на рукава, образует большие возделываемые острова, но у гидрологического поста Шухи долина имеет местное сужение.

Мощной петлей окружают горы верхнюю долину второго правого притока Кабула — р. Лагман, узкую, местами со скалистыми ущельями. Эта область занимает почти две трети длины — около 110 км. Немного выше слияния с рекой Калантан долина Лагмана сильно расширяется и русло становится галечниковым, в плане извилистое, шириной до 50 м, а в местах с русловыми руковами — до 200 м. Примерно в 20 км выше устья русло Лагмана сильно расширяется, образуя несколько неустойчивых рукавов.

Почти половину своего пути на территории Афганистана р. Кунар течет по узкому и глубокому, подверженному сильной эрозии каньону. Русло реки на этом участке извилистое, ширина потока в межень 40—50 м. После впадения р. Печ Кунар течет по широкой долине с плоским дном и шириной от 700 м (в местах сужений) до 2,5 км. Ширина реки в половодье достигает 200 м, в межень — 80—100 м. Ниже г. Чагасарай русло р. Кунар разбивается на несколько рукавов.

Несколько другой характер речных долин р. **Кокча**. На протяжении 90 км от слияния р. Кокча (Мунджана) с р. Анджуман река течет в очень узкой долине, часто переходящей в ущелья. Склоны ущелий сложены гранитами, глинистыми сланцами и кварцитами, крутые, нередко отвесные. Ниже с. Гармн на протяжении 20—25 км долина Кокчи расширяется, появляются рощи, сады, па-

хотные земли. Ниже река течет по глубокому ущелью Танги Бадахшан, которое у г. Джурм переходит в широкую треугольной формы долину, где в Кокчу впадает р. Вардудж. От впадения Вардуджа почти до устья (за исключением нескольких последних километров) Кокча течет преимущественно по узкой долине. Ниже устья Вардуджа ширина долины колеблется от 0,5 до 2 км, образуя местами озеровидные расширения.

Река **Кундуз** в верхней зоне прокладывает русло в узких каньонах, с почти вертикальными стенками. В нескольких местах река оказывается как бы «сломанной» резкими поворотами ущелий. Ложе реки каменистое, с большими камнями, течение бурное.

В нижней части этой верхней зоны речная долина немного расширяется.

В средней зоне Кундуз течет через серию аллювиальных небольших плоских равнин, отделяемых друг от друга узкими ущельями. В низовьях реки наблюдаются особо большие меандры, пойма изобилует озерами-старицами и сильно заболочена.

Крупнейший приток р. Кундуз — Ханабад (Фархар) — в верхней части характеризуется крутыми, скалистыми склонами, малой шириной, имеют место долины каньонного типа. Ниже поста Талукан река выходит из последнего ущелья и вступает в котловину с аллювиальными отложениями (максимальная ширина до 18 км). В пределах котловины река блуждает по широкой галечниковой пойме, разбиваясь на ряд рукавов, имеющих крупные, но невысокие берега. В 20 км выше г. Ханабада долина значительно сужается. Перед г. Ханабадом долина резко расширяется и ниже река протекает в очень широкой долине, сильно меандрирует.

Второй крупный приток Кундуза — Андараб — течет с востока на запад по сравнительно широкой долине: по дну в среднем и нижнем течении от 500 м до 1 км.

В верхней части долина у́же, но склоны спокойные, река имеет одно русло. В расширениях долины в среднем и нижнем течении река дробится на рукава. Пойма реки преимущественно галечниковая. Долина р. Андараб, как и многих других рек Афганистана, осваивается человеком уже давно (рис. 3.8).

Реку **Хульм** район г. Саманган делит на две зоны — верхнюю и нижнюю. В верхней зоне имеют место попеременные расширения и сужения речной долины. Ниже Самангана речная долина сужается, но никогда не бывает шириной менее полукилометра. В нижнем течении, где широко распространены лёссовидные суглинки, русло находится в неглубоком с обрывистыми берегами каньоне. Сам каньон и русло реки чрезвычайно извилисты, часто встречаются береговые промоины. Только в 20 км выше г. Ташкурган долина Хульма сужается до 200—300 м и берега русла уже сложены и другими грунтами, кроме суглинков.

За 5 км до Ташкургана р. Хульм входит в узкое ущелье длинной 400—500 м, за которым начинается узкая долина, постепенно расширяющаяся. Ниже г. Ташкурган вода реки полностью разбирается на орошение.

Долина р. **Балх** в верхнем течении, до поста Найяк, сравнительно широкая, хорошо обжита. Склоны гор пологие, поросшие редким лесом и кустарником. В целом для р. Балх не характерны крутые берега, но в среднем течении (до поста Робат-и-Бала) имеются каменистые ущелья с различными по протяженности чередованиями сужений и расширений сравнительно узкой речной долины.

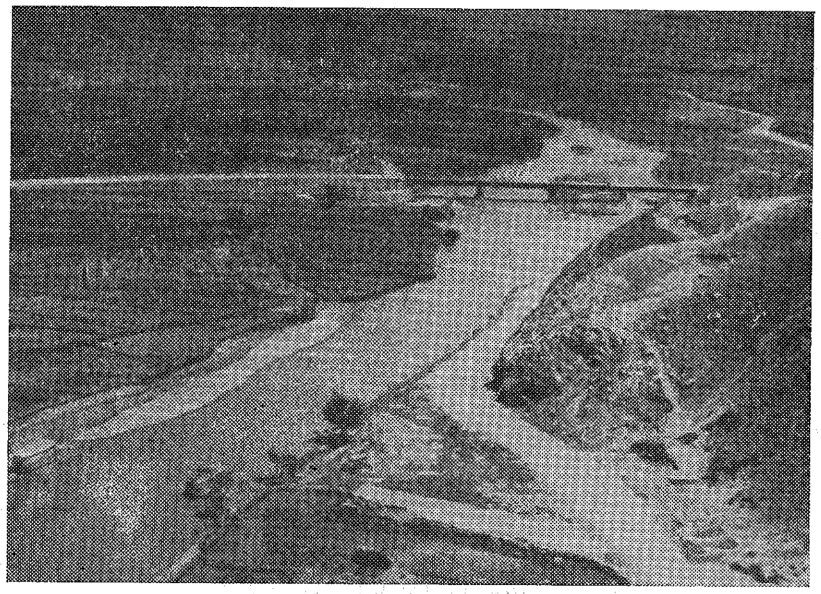


Рис. 3.8. Долина р. Андараб у пункта Доаб.

В верхней зоне среднего течения (до выхода из гор) долина реки узкая, ограничена высокими, крутыми и скалистыми склонами. Расширения долины достигают 2—4 км. После выхода из гор в районе с. Миркашм река протекает в заглубленном извилистом русле с редкими островами. Ложе реки каменистое, с выпирающими из воды останцами.

Ниже пункта Пули-Имимбукри вода реки разбирается сетью каналов на орошение.

Река **Сари-Пуль** (Ак) в верхнем течении — типично горная река с каменистыми ущельями. В конце верхнего течения, выше устья р. Шораб наряду с ущельями имеют место и довольно широкие (1—2 км) долины. Периодические сужения и расширения долины, аналогичные р. Балх, имеют место и в нижнем течении, но там в местах сужения ширина речной долины достигает 1—3 км.

В нижнем течении река прорезает толщи лёссовидных суглинков, русло чрезвычайно извилистое в плане, берега возвышаются на 1,0—1,5 м над водой. В 13 км южнее г. Шибирган на реке име-

ются многочисленные водозаборы, и за Шибирганом вода полностью разбирается на орошение, постепенно исчезает в солевых болотах и в пустыне.

Река **Ширинтагао** в верхнем течении (до поста Хишт-Пуль) течет в узких долинах с крутыми склонами, ниже речная долина расширяется и склоны уполаживаются, достигая у Даулатабада ширины 6 км. Последние 40 км, перед г. Андхой, река протекает в заглубленном, с высотой берегов до 5 м, русле в супесчаных грунтах. Воды широко используются для орошения, а часть стока теряется в пустыне.

Зона формирования р. **Мургаб** — высокое нагорье, расположенное между хребтами Банди-Туркестан и Сафедкох.

В верхнем течении, до поста Каланиазхан, Мургаб течет по узкой (0,2—1 км) долине с крутыми склонами. Склоны высокие, местами переходящие в узкие ущелья с почти вертикальными стенками. Ниже Каланиазхан склоны уполаживаются, медленно увеличивается ширина долины до 1,0—1,5 км. В районе Баламургаб высота склонов 70—100 м. Узость долины и каменистые почвы на всем протяжении течения р. Мургаб на территории Афганистана ограничивают использование его вод для орошения, хотя сток таких притоков, как Чичакту, Кашан, Кушк, используется в значительной степени.

Река **Герируд** в пределах Афганистана может быть поделена на две зоны: верхнего течения до с. Обе и среднего до госграницы с СССР. Зона нижнего течения — на территории СССР (р. Теджен).

В верхней части верхнего течения — от истоков до пункта западнее поста Даулатяр — Герируд течет по сравнительно широкой культивируемой долине. Далее долина реки сужается и на всем протяжении до с. Обе узкая с периодическими незначительными расширениями. Ущелья, как, например, у поста Тагаб-Газа узкие, с почти отвесными склонами. Река в нижней части верхнего течения представляет собой бурный, порожистый горный поток. Русло реки очень каменистое, стесненное валунами и обвалами, поток образует небольшие водопады или низвергается каскадами.

Ниже с. Обе долина р. Герируд начинает расширяться, окружающие долину горы приобретают мягкие, сглаженные формы и постепенно расходятся, образуя широкую, с плоским дном, долину, удобную для земледелия. На коротком отрезке между селениями Шабаш и Торкул долина сужается до 3—4 км, а затем река выходит на обширную Герагскую аллювиальную равнину. На участке между Обе и Гератом река уже расчленена на протоки, образует острова. Ширина реки в меженный период в районе Тагаб-Газа до 30 м, в районе Обе — до 40 м при глубине 1,0—1,5 м. Разбор воды в Герагском оазисе настолько значителен, что летом ниже него в русле реки зачастую не бывает воды.

Река **Адраскан** в верхнем течении представляет собой типично горную реку с компактным руслом и сравнительно узкой скалистой долиной. Ниже с. Адраскан река проходит через полностью распа-

ханное Шенданское плато, ниже которого река вновь течет по холмистой территории.

Выше пункта Анардары река выходит из ущелья и течет по широкой плоской пустыне с отдельными холмистыми образованиями.

Долина **р. Фарахруд** от истоков до устья р. Гор имеет V-образную форму и нередко переходит в ущелья. Расширения долины крайне редки, ширина потока составляет всего 5—15 м.

Ниже устья р. Гор Фарахруд течет по широкой с пологими склонами, долине. Правда, до с. Бакшабад ее склоны бывают местами ограничены крутыми, но невысокими холмистыми грядами, но дно долины остается широким. Такой характер долины сохраняется до г. Фарах. В среднем течении река Фарахруд протекает через несколько узких ущелий. Ниже г. Фарах река течет по плоской пустынной равнине, русло реки определяется уже недостаточно четко, блуждает, меняя свое положение в периоды половодий.

Река **Хашруд** до с. Диларам протекает в горах, часто в глубокой V-образной долине. Холмистая область несколько выше Дилорама переходит в плоскую равнину, склоны долины постепенно теряют четкость очертаний и сливаются с окружающей равниной. Ниже с. Хелали русло расчленяется на ряд рукавов и речной поток не имеет четкого положения, блуждает по равнине.

Река **Гильменд** в верхнем течении до гидрологического поста Гизаб течет в узких ущельях с крутыми склонами. Ниже река выходит на широкую, затапливаемую равнину, однако последняя почти сразу переходит в узкую долину. Выше слияния с Аргандабом речная долина Гильменда становится широкой, с пологими склонами, а ниже устья Аргандаба вплоть до озера Сабари простирается плоская пустыня.

В нижнем течении, в районе с. Чорбурджак река протекает в каньоне, ширина которого достигает 1 км по дну, а высота вертикальных стенок, сложенных глинами разного возраста, достигает 20 м. После поворота русла реки на северо-запад у гидрологического поста Хвабга врезка в глины пустынного плато уменьшается.

Все верхние притоки Гильменда до р. Кадж включительно прокладывают себе путь в узких долинах с обычными для афганских рек местными и довольно частыми стеснениями.

Речная долина р. Тирин быстро расширяется вниз по течению и используется для земледелия, но в нескольких местах река проходит в узких ущельях, отделяющих друг от друга широкие, плоские участки долин.

В верховьях р. Мусакала имеется несколько узких речных долин, переходящих затем в холмистых и пустынных слабохолмистых предгорных районах в широкие долины с пологими склонами.

Крупнейший приток Гильменда р. **Аргандаб** до гидрологического поста Мизан, т. е. около половины пути, течет по узкой долине с крутыми скалистыми склонами. Ниже станции Мизан река

становится шире, а склоны долины и русла ровнее (рис. 3.9). Однако и здесь река иногда протекает в узких долинах, переходящих в ущелья. Выше р. Кандагар река выходит на широкую аллювиальную долину.

В пределах Афганистана главный приток Аргандаба — р. Дори — течет по равнине, а все ее притоки (реки Аргастан, Лора

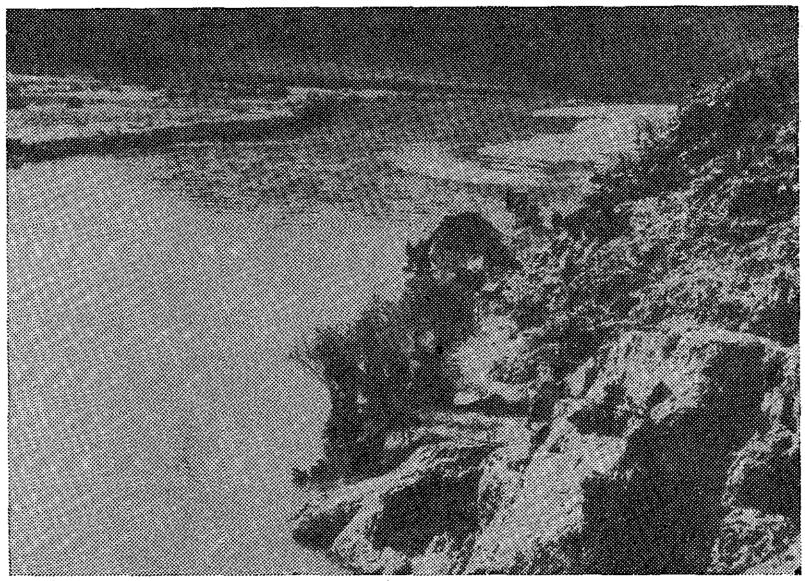


Рис. 3.9. Долина р. Аргандаб выше водохранилища.

и Тарнак) так же текут в широких долинах, даже в верхней части, с пологими скатами к руслу реки.

В верховьях р. **Газни** — V-образная узкая долина, от водохранилища Серадж постепенно расширяющаяся. К югу от г. Газни река выходит на обширное Газнийское плато, имеет широкую (до 10—15 км) долину с пойменной частью и первой террасой, имеющих незначительные уклоны в сторону реки.

Долина р. Джилга, главного притока р. Газни, у г. Гардез выходит на узкую сухую равнину, но и в нижней части течения она нередко сужается невысокими скалистыми холмами. В Газни и Джилгу впадает ряд суходолов — саев, у русла имеется много выносов.

Реки Пактии **Куррам** и **Шомаль** в основном текут в горных долинах V-образного очертания со спокойными облесенными склонами. В нижней части течения Шомаля, особенно на участке между реками Спара и Матун, речная долина широкая и плоская, но река однорукавная.

Глава 4

Характеристика годового стока рек

4.1. Репрезентативность рядов наблюдений за стоком

Расчетные значения нормы годового стока и среднего годового стока заданной обеспеченности, согласно «Указаниям по определению расчетных гидрологических характеристик» (СН 435—72) [59], могут быть определены по имеющемуся ряду наблюдений в том случае, если рассматриваемый период наблюдений репрезентативен.

Основным методом оценки репрезентативности рядов годового стока является их оценка по относительным средним квадратическим погрешностям статистических параметров.

Репрезентативность ряда по норме стока обеспечивается при условии, что относительная средняя квадратическая погрешность Q_0 не превышает 10 %, т. е.

$$\sigma_Q = 100\ \%\ (C_v/\sqrt{n}) \leqslant 10\ \%. \qquad (4.1)$$

Репрезентативность ряда по коэффициенту вариации C_v обеспечена при условии относительной погрешности (при гамма-распределении)

$$\sigma_{C_v} = \{(1 + C_v^2)/2n\}^{0,5} \cdot 100\ \% \leqslant 15\ \%. \qquad (4.2)$$

В тех случаях, когда $C_v \geqslant 0{,}5$ рекомендуется определять величину σ_{C_v} методом «наибольшего правдоподобия» [23]. При этом относительная средняя квадратическая погрешность коэффициента вариации вычисляется по формуле

$$\sigma_{C_v} = \{{}^3/_2 n\,(3 + C_v^2)\}^{0,5} \cdot 100\ \%. \qquad (4.3)$$

Приведенные формулы позволяют определить продолжительность репрезентативного периода наблюдений.

При нормативном значении $\sigma_Q = 0{,}2$ и при $C_v = 0{,}5$ требуемая продолжительность наблюдений составляет $n \geqslant 25$ лет.

По средней квадратической погрешности коэффициента вариации по (4.2) $n \geqslant 28$ лет, а по (4.3) $n \geqslant 21$ год.

Как указывалось выше, продолжительность наблюдений на большинстве гидрологических постов Афганистана невелика — $n < 15$ лет составляет около 75 %. Естественно, что при этом исключалась возможность получения достаточно обоснованных гидрологических рекомендаций для строительства гидротехнических объектов.

Для обеспечения репрезентативности рядов или хотя бы для корректной сопоставимости данных необходимо было их удлинить. Удлинение рядов проведено на ЭВМ по уравнениям регрессии, полученным по минимумам средних квадратических отклонений членов ряда. При этом также определялись коэффициент корре-

ляции r, коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_S и в необходимых случаях статистики λ_2 и λ_3, по которым уточнялись расчетные значения C_v и C_S.

Уравнение связи между двумя рядами с количеством членов $j=1, \ldots, n$ описывается линейным уравнением

$$y_j = Ax_j + B, \tag{4.4}$$

где y_j — величина члена удлиняемого ряда, соответствующая члену x_j длинного ряда; A и B — определяемые расчетом коэффициенты.

В качестве опорных створов-аналогов приходилось выбирать створы в разных бассейнах, так как створов с продолжительностью наблюдений более 28 лет по стране очень мало и не во всех случаях они могли служить аналогами.

С учетом общих зон питания в центральной части Афганистана и режима осадков в верховьях рек аналогом для некоторых створов на реках северо-запада была принята р. Гильменд в верхнем и среднем течении, а по р. Мургаб — р. Герируд.

На реках бассейна р. Герируд в качестве базового створа принят гидрологический пост Тагаб-Газа с продолжительностью наблюдений 17 лет. Так как этот период все же недостаточен для получения достоверных характеристик, было проведено удлинение рядов средних годовых и максимальных расходов по створу Каджакай на р. Герируд, где $n=31$ год (коэффициент корреляции по ряду средних годовых расходов $r=0{,}736$, по ряду максимальных расходов $r=0{,}926$, ряд максимальных расходов удлинен по средним годовым расходам створа Тагаб-Газа).

Отклонение $Q_{ср}$ в большую сторону после удлинения вполне закономерно, так как удлинение произведено за период с 1948 по 1961 г., когда годовой сток почти всех рек Афганистана был бóльшим, чем средний многолетний за последующий период по 1978 г. включительно.

На юго-западных реках — Адраскан (Харатруд), Фарахруд и Хашруд, впадающих в Сеистанскую впадину (оз. Сабари),— продолжительность наблюдений в 26 лет (с 1953 по 1978 г.) имелась на двух гидрологических постах Диларам и Фарах, причем створ Фарах принят как базовый для всех других створов в бассейнах рек Фарахруд и Адраскан.

Бассейны рек Гильменд и Аргандаб находятся в весьма благоприятных условиях по наличию створов-аналогов. В собственно бассейне р. Гильменд (без р. Аргандаб, имеющей отличающийся режим стока) имеется несколько створов с достаточно продолжительным периодом наблюдений (26—30 лет): ниже водохранилища Каджакай, Чорбуржак, Дераут, Мусакала, Анарджуй.

В бассейне р. Аргандаб имеются два гидрологических поста с продолжительностью наблюдений 31 год: в створе Кала-и-Бост и ниже водохранилища Аргандаб.

В бассейне р. Газни, впадающей в оз. Аби-Истада, нет створов со сколько-нибудь продолжительным периодом наблюдений (наи-

более длительные периоды наблюдений 11—13 лет). Учитывая сходность климатических условий, в качестве аналогов принимались створы в бассейне р. Аргандаб. В этом бассейне характерна большая изменчивость максимальных (C_v до 0,87) и средних годовых (C_v до 0,66) расходов рек Джилга и Палту и несколько меньшая р. Газни, поэтому считать удлиненные ряды репрезентативными нельзя, но как и по бассейну р. Аргандаб, удлинение рядов до 31 года позволило получить характеристики, сопоставимые с аналогичными в других бассейнах и более отвечающие реальным условиям.

На большинстве створов в бассейнах рек Куррам—Гомаль продолжительность наблюдений составляла 10—16 лет. Удлинение рядов произведено по базовому створу Пули-Бангах на р. Куррам (коэффициент корреляции от 0,83 до 0,97).

В бассейне р. Кабул не может быть одного створа-аналога для всех створов этого бассейна, так как режим стока верхней и нижней части, ее правых и левых притоков весьма различен. Базовым створом для верхней части р. Кабул и для постов на р. Логар принят гидрологический пост Танги-Гару.

Изменчивость средних годовых расходов в период наблюдений с 1969 по 1978 г., характеризующийся как наименьшими (1972 г.), так и наибольшими (1969 и 1976 гг.) расходами, несколько выше, чем за весь период наблюдений (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Сравнение величин Q_0 и C_v за 10-летний и полный период наблюдений по характерным гидрологическим постам

Река—пост	За 10 лет наблюдений		За весь период наблюдений		После удлинения ряда	
	Q_0	C_v	Q_0	C_v	Q_0	C_v
Кабул — Танги-Гару	11,7	0,316	15,8	0,398	16,6	0,337
Кабул — Наглу	93,1	0,335	115	0,349	122	0,300
Логар — Санги-Новешта	8,19	0,196	9,87	0,288	10,6	0,244
Горбанд — Пули-Ашава	19,9	0,249	23,1	0,273	23,8	0,224
Панджшир — Гульбахар	50,7	0,248	55,0	0,209	56,0	0,17
Лагман — Пули-Каргаи	55,9	0,343	57,7	0,285	61,7	0,253
Гильменд — Дерaут	163	0,354	177	0,024	179	0,30
Гильменд — Каджакай	174	0,335	191	0,29	191	0,29
Мусакала — Мусакала	10,4	0,745	9,44	0,83	9,54	0,76
Тирин — Анарджуй	16,4	0,389	16,1	0,372	16,2	0,343
Мургаб — Каланиазхан	47,8	0,362	46,8	0,34	44,5	0,288
Герируд — Тагаб-Газа	41,0	0,515	39,0	0,442	41,5	0,366
Кундуз — Гердаб	58,9	0,227	64,4	0,252	68,0	0,216
Кокча — Кешем	165	0,20	166	0,166	168	0,164
Кокча — Джурм	75,6	0,154	76,6	0,135	76,6	0,117
Хашруд — Диларам	16,7	0,798	15,6	0,825	15,6	0,825
Фарахруд — Фарах	44,4	0,632	42,2	0,593	41,7	0,303
Аргандаб — Кала-и-Бост	19,7	1,25	26,2	0,896	26,2	0,896
Аргандаб — выше вдхр	37,0	0,536	43,5	0,467	40,8	0,464
Газни — Шина	2,73	0,59	2,85	0,53	3,02	0,44

На реках с относительно большим (к среднему годовому расходу) забором воды на орошение изменчивость стока сильно возрастает. С учетом поправок на безвозвратные потери на орошение значения коэффициентов вариации годового стока еще уменьшаются, особенно на реках Адраскан, Фарахруд, Аргандаб, Газни, северо-западной части в среднем течении Герируд. Внесение поправок устраняет аномалии в характере изменения характеристик стока по течению рек.

4.2. Сток рек бассейна р. Кабул

Река Кабул. Особенности структуры речной сети бассейна определяют особенности речного стока. Так, в верхнем течении реки, до устья р. Логар, сток р. Кабул (Майдан) невелик и в значительной степени деформирован забором воды на орошение. Ниже г. Кабула сток реки резко увеличивается за счет первого крупного правого притока р. Логар, сток которого в три раза больше стока собственно р. Кабул выше места слияния. Совершенно отличные от остальной части бассейна особенности формирования стока р. Панджшир — первого крупного левого притока р. Кабул — за счет стока со склонов южных отрогов Гиндукуша. Области с большой удельной водоносностью обеспечивают, после впадения р. Панджшир, шестикратное увеличение стока (створ Наглу).

Значительные скачкообразные увеличения средних годовых расходов наблюдаются после впадения р. Лагман и особенно р. Кунар, сток которой так же почти в три раза превышает сток р. Кабул до их слияния.

Влияние забора воды на орошение особенно сильно сказывается на расходах по всему течению р. Логар, в верхнем течении р. Кабул и р. Горбанд (приток Панджшира).

Традиционные формы орошения настолько прочно и долговременно используются на всех практически пригодных для орошения землях речных долин, что полученные без учета безвозвратных потерь воды на орошение характеристики также крайне необходимы для гидрологических расчетов новых объектов (табл. 4.2).

Первый гидрологический пост на р. Кабул — Майдан — расположен в 58 км от истоков. Выше этого поста имеет место значительный забор воды на орошение: более 1,7 м^3/с, что составляет около 24 % среднего годового расхода.

К посту Танги-Сайдан, расположенному в 30 км ниже Майдана, норма стока понижается даже с учетом потерь воды на орошение. Это может быть объяснено только переходом части руслового стока в подрусловый, что возможно при галечниковых отложениях.

Сравнительно большой сток и его меньшая изменчивость, характерная для р. Логар, обусловливают скачок в норме стока по посту Танги-Гару до 16,6 м^3/с (а с поправками на безвозвратные потери до 27,9 м^3/с). Так как модуль стока в приустьевом створе

Таблица 4.2

Характеристики годового стока рек бассейна р. Кабул

Река—створ	Норма стока Q_0 м³/с	Модуль стока M_0 с/(с·км²)	Коэффициент вариации C_v	Q_1/Q_{31}	$K_1 - K_{31}$
Кабул — Майдан	5,6	4,29	0,381	5,69	1,45
Кабул — Танги-Сайдан	4,55	2,80	0,420	7,43	1,61
Кабул — Танги-Гару	16,60	1,29	0,337	4,23	1,32
Кабул — Наглу	122,00	4,68	0,298	3,24	1,03
Кабул — Дарунта	180,00	5,24	0,25	2,30	0,86
Кабул — Дака	705,00	10,50	0,190	2,26	0,85
Логар — Кадджаб	8,00	2,11	0,230	2,62	0,87
Логар — Чаки-Вардак	8,60	1,95	0,210	2,36	0,85
Логар — Шехабад	8,80	1,82	0,265	3,05	1,10
Логар — Санги-Новешта	10,60	1,09	0,244	2,87	0,97
Пагман — Пули-Сохта	0,93	1,86	0,421	7,90	1,41
Чарх — ниже Харвар	0,75	1,35	0,130	1,58	0,47
Чарх — выше Харвар	0,35	1,81	0,320	5,38	1,63
Тагаб — Тагаб	2,10	2,63	0,448	9,62	1,97
Чакари — Банди-Амир Гази	0,33	0,83	0,278	5,10	1,24
Саланг — Бахи-Лала	10,60	21,90	0,179	2,92	0,90
Горбанд — Пули-Ашава	23,80	5,92	0,224	2,94	1,02
Шатул — Гульбахар	4,43	21,60	0,260	4,99	1,35
Панджшир — Омарз	34,90	15,60	0,147	1,94	0,66
Панджшир — Гульбахар	56,00	15,70	0,170	2,36	0,83
Панджшир — Шухи	101,00	9,31	0,198	2,25	0,73
Лагман — Пули-Карган	61,70	10,00	0,253	3,50	1,16
Кунар — Пули-Кама	503,00	19,30	0,141	1,81	0,60
Кунар — Наобад	489,00	19,20	0,135	1,74	0,57
Кунар — Конари	438,00	17,60	0,091	1,62	0,45
Кунар — Асмар	377,00	19,10	0,100	1,63	0,46
Печ — Чагасарой	62,40	16,20	0,245	3,11	1,08
Ландансан — Гавардеш	65,20	20,90	0,166	2,20	0,77
Сурхруд — Султанцур	4,60	1,78	0,540	80,00	2,40
Сабай — Хазарнау	5,01	5,00	0,470	17,30	2,08

Примечание: в табл. 4.2 и во всех последующих $K_1 = Q_1/Q_0$ — отношение наибольшего расхода в ряду к среднему, $K_N = Q_N/Q_0$ — наименьшего расхода данного ряда из N членов к среднему (или к норме расходов).

р. Логар меньше, чем в створе Танги-Сайдан, то в створе Танги-Гару наблюдается резкое понижение модуля стока, почти без изменения сохраняющегося до створа Наглу, так как на этом участке нет сколько-нибудь заметных водозабора и орошаемых площадей.

В створе Наглу норма стока скачкообразно увеличивается и достигает 122 м³/с за счет стока рек Панджшир и Тагаб, а с учетом отбора воды на орошение (безвозвратные потери)— 146 м³/с. Таким образом, даже в створе Наглу потери воды на орошение составляют 16,5 % объема стока.

После опубликования работы [72] имели место большие колебания расходов ($Q_{мин}$=56,2 м³/с в 1971 г. и $Q_{макс}$=162 м³/с в 1968 г.), но коэффициент вариации, установленный по тридцатилетнему удлиненному ряду, составляет 0,3, а с учетом отбора воды на орошение C_v=0,27, что почти совпадает с предположениями Шульца.

На участке Наглу — устье р. Лагман нет сколько-нибудь существенного прироста расхода и норма стока может приниматься

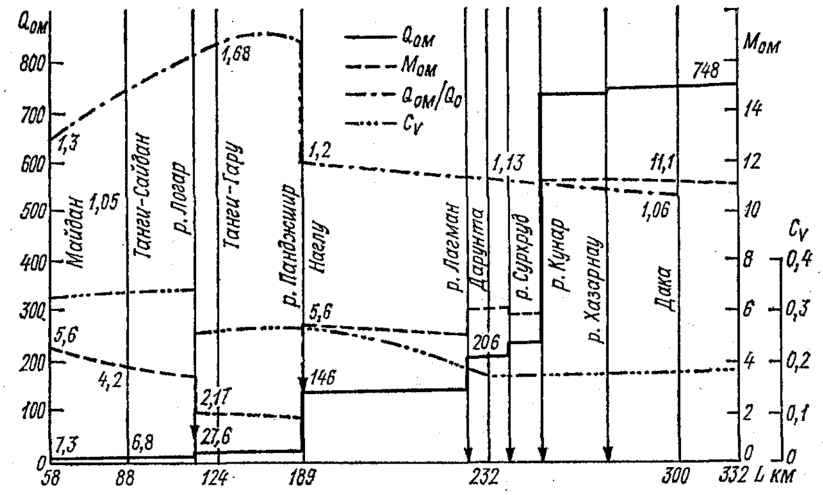


Рис. 4.1. Изменение основных характеристик годового стока по течению р. Кабул от створа Майдан до госграницы с Пакистаном с учетом безвозвратных потерь на орошение.

$Q_{0м}/Q_0$ — отношение нормы стока с учетом и без учета потерь воды на орошение.

почти постоянной. Увеличение площади водосбора при этом вызовет постепенное незначительное снижение нормы модуля стока (рис. 4.1).

Ниже Наглу несколько аномальным является снижение изменчивости годового стока до C_v=0,188 (Дарунта), что может быть объяснено только частичным многолетним регулированием стока водохранилищами Майпар и Суроби, хотя эти водохранилища являются водохранилищами сезонного регулирования.

Сток р. Лагман, впадающей в р. Кабул выше створа Дарунта, не может уменьшить изменчивость средних годовых расходов р. Кабул, так как изменчивость стока р. Лагман значительно выше, чем р. Кабул в створе Дарунта (C_v=0,25).

Значительный сток р. Лагман (см. табл. 4.2 и 4.3) вызывает увеличение нормы стока р. Кабул у Дарунты до 180 м³/с, а с учетом безвозвратных потерь на орошение — до 212 м³/с. Модуль стока также увеличивается, так как в устье р. Лагман модуль стока более 10 л/(с·км²). Характерно, что определение коэффи-

Таблица 4.3

Характеристики годового стока р. Кабул и ее притоков с учетом безвозвратных потерь на орошение

№ поста (рис. 4.9)	Река—створ	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км²	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
1	Кабул — Майдан	58	1 300	7,32	5,61	0,33
2	Кабул — Танги-Сайдан	88	1 620	6,80	4,18	0,34
3	Кабул — Танги-Гару	124	12 800	27,9	2,17	0,26
4	Кабул — Наглу	159	26 000	146	5,60	0,27
5	Кабул — Дарунта	232	34 400	212	6,16	0,17
6	Кабул — Дака	309	67 400	748	11,1	0,18
7	Логар — Каджаб	120	3 780	9,40	2,49	0,21
8	Логар — Чаки-Вардак	144	4 420	10,9	2,46	0,19
9	Логар — Шейхабад	169	4 820	11,6	2,40	0,23
10	Логар — Санги-Новешта	262	9 740	17,3	1,78	0,19
11	Пагман — Пули-Сохта	28	500	2,35	4,70	0,37
12	Тагаб — Тагаб	55	800	4,3	5,38	0,31
13	Горбанд — Пули-Ашава	102	4 020	26,1	6,50	0,21
14	Панджшир — Омарз	86	2 240	35,3	15,8	0,14
15	Панджшир — Гульбахар	131	3 560	57,4	16,1	0,17
16	Панджшир — Шухи	170	10 900	107	9,90	0,19
17	Лагман — Пули-Каргаи	165	6 160	64,2	10,4	0,25
18	Кунар — Асмар *	71	19 600	378	19,3	0,10
19	Кунар — Конари *	118	24 000	441	18,4	0,09
20	Кунар — Наобад *	—	24 800	490	19,7	0,14
21	Кунар — Пули-Кама *	155	26 000	506	19,4	0,14
22	Печ — Чагасарай	134	3 860	63,4	16,4	0,24
23	Ландаисин — Гавардеш	113	3 130	65,5	20,9	0,17
24	Сурхруд — Султанпур	115	2 590	8,43	3,25	0,40
25	Хазарнау — Сабай	30	120	3,4	28,0	0,47

* Расстояние постов по р. Кунар даны от границы с Пакистаном.

Примечание: здесь и далее индекс «м» означает, что характеристика дана с учетом потерь на орошение.

циента вариации для створа Дарунта по коэффициенту α, полученному для створа Наглу (α=1,49), позволяет считать нормальной для створа Дарунта C_v=0,25 (см. п. 4.1).

От Дарунты до устья р. Кунар все характеристики практически стабильны. Ввиду малых расходов р. Сархруд, ее влияние невелико, и ниже ее устья можно ожидать лишь некоторого увеличения коэффициента вариации.

Наибольшее влияние на характеристики стока р. Кабул оказывает сток р. Кунар — самого большого и водоносного притока. Норма стока увеличивается более чем на 500 м³/с и с учетом нормы стока рек Дарунта и Сурхруд достигает 688 м³/с.

Ввиду очень высокого значения модуля стока р. Кунар у устья (M_0=19,3 л/(с·км²)), ниже ее впадения резко возрастает и модуль стока р. Кабул.

На участке от устья р. Кунар до створа Дака, расположенного всего в 27 км от границы с Пакистаном вверх по течению реки, несколько увеличивается норма стока за счет расходов правых мелких притоков Хазарнау, Чаплияр и Пасир, достигая 705 м³/с. В то же время модуль стока несколько снижается, а вариабильность расходов и, следовательно, характеристик C_v, Q_1/Q_{31} и K_1—K_{31} остается почти без изменений.

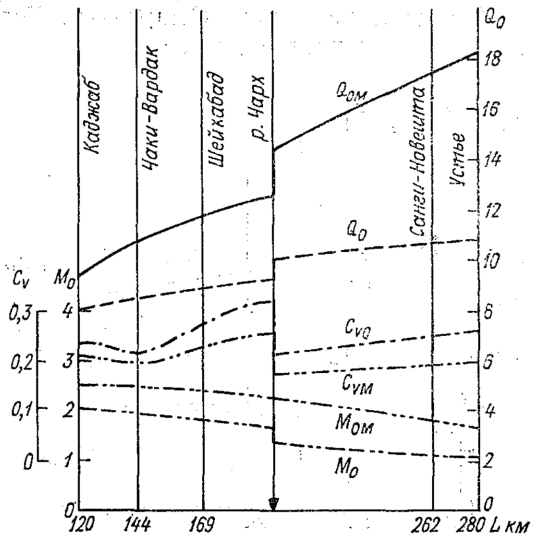


Рис. 4.2. Изменение характеристик годового стока по течению р. Логар.

Притоки р. Кабул. Все характеристики стока на протяжении р. Логар изменяются незначительно и плавно. Зарегулированность стока р. Чарх ниже водохранилища Харвар проявляется в резком уменьшении величины C_v, что сказывается и на скачкообразном уменьшении значений характеристик C_v, Q_1/Q_{31} и K_1—K_{31} р. Логар. На участке от устья р. Чарх до р. Кабул норма стока повышается очень незначительно, а модуль стока понижается (рис. 4.2).

В связи с интенсивным разбором воды на орошение изменчивость расходов р. Логар несколько увеличивается, что приводит к постепенному увеличению изменчивости (C_v, Q_1/Q_{31} и K_1—K_{31}) вниз по течению реки.

В. Л. Шульц [72] оценивает средний расход р. Логар до устья в 16,6 м³/с по разности расходов в створах Танги-Гару и Танги-Сайдан на р. Кабул за 1959—1962 гг. По уточненным в последующем расходам за эти годы разность составляла 14,0 м³/с.

Река Панджшир имеет совершенно отличный от р. Логар характер питания. Устойчивостью ледниково-снегового питания в верховьях реки объясняется малая изменчивость расходов (пост Омарз на расстоянии 86 км от истоков, C_v=0,15) и сравнительно большая норма стока (Q_0=35 м³/с) и, следовательно, модуль

стока (M_0=15,6 л/(с·км²)). На протяжении 50 км вниз по течению до гидрологического поста Гульбахар изменчивость расходов растет слабо (C_v=0,17 в Гульбахаре) и повышается незначительным скачком после впадения р. Горбанд (для которой в створе Пули-Ашава C_v=0,22). В створе Шухи, на расстоянии 170 км от истока, C_v=0,20 и продолжает незначительно повышаться к устью.

Такой же характер изменения и двух других параметров изменчивости расходов Q_1/Q_{31} и K_1—K_{31} (рис. 4.3).

На участке створ Омарз — р. Горбанд норма стока значительно увеличивается, так как отбор воды на орошение, особенно

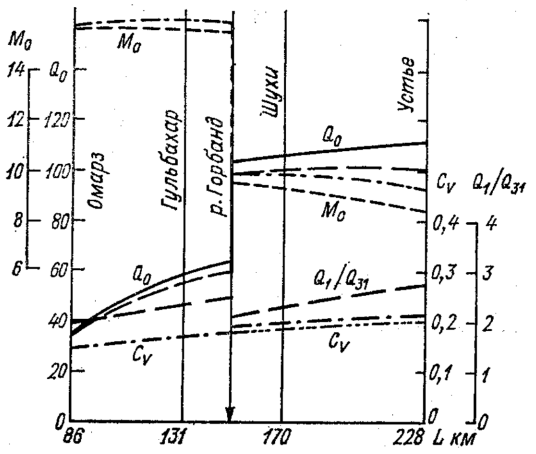


Рис. 4.3. Изменение характеристик годового стока по течению р. Панджшир.

выше р. Гульбахар не составляет и 10 % нормы стока и интенсивность нарастания стока по длине реки почти не уменьшается.

По основному притоку Панджшира — р. Горбанд — в створе Пули-Ашава норма стока определена в 23,8 м³/с, а за 3 года (с 1959 по 1962 г.) Шульцем — в 28,3 м³/с. Для Горбанда, как и для других рек страны, эти годы характеризуются большей водностью, чем последующие, чем и вызвано снижение нормы стока.

Модуль стока в створе Шухи на р. Панджшир составляет 9,31 л/(с·км²), а в устье M_0=8,79 л/(с·км²). В. Л. Шульц определяет эту величину в 7,4 л/(с·км²), что при принятой им норме стока 110 м³/с может быть объяснено только завышением площади водосбора Панджшира.

Река Кунар — изменение характеристик годового стока рассматривается от пересечения рекой границы с Пакистаном до устья, на протяжении 162 км. На всем этом участке отмечается достаточно плавное и незначительное изменение характеристик. Скачкообразное изменение их можно отметить только в месте впадения р. Печ (рис. 4.4). Здесь норма стока увеличивается на 62 м³/с — норма стока р. Печ в створе Чагасарай.

Удельная водоносность (модуль стока) и средние годовые расходы р. Кунар и ее двух главных (на территории Афганистана)

притоков — Печ и Ландаисин — установлены в работе [72] по очень ограниченным и недостаточно достоверным данным. Наблюдения, проведенные в последующие годы, позволили считать, что удельная водоносность Кунара от поста Асмар до Пули-Кама (на расстоянии 7 км от устья) почти постоянна и находится в пределах 19,1—19,3 л/(с·км²) (по В. Л. Шульцу — 18,1).

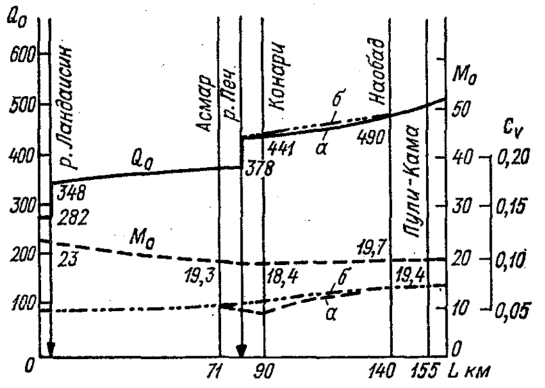


Рис. 4.4. Изменение характеристик годового стока по течению р. Кунар от границы с Пакистаном до устья.

а — с удлинением ряда по створу Конари, *б* — по выровненному модулю стока.

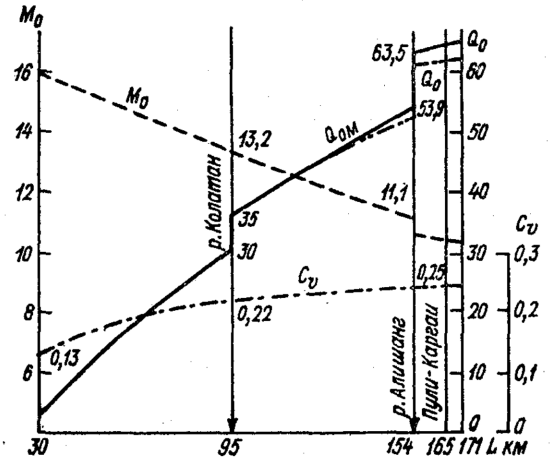


Рис. 4.5. Изменение характеристик годового стока по течению р. Лагман.

По другим значительным притокам р. Кабул нельзя проследить характер изменения характеристик по их длине, так как данные имеются по одному гидрологическому посту.

Наибольшее значение из таких притоков имеет р. Лагман. Норма стока в створе Пули-Карган, расположенном на расстоянии 6 км от устья, равна 61,7 м³/с. Река Лагман занимает промежуточное положение между реками Панджшир и Кунар, поэтому можно предполагать, что модуль стока будет повышаться вверх по течению реки, а коэффициент вариации уменьшаться. Эти закономерности, характерные для преобладающего большинства рек, отражены на схеме (рис. 4.5).

Примерный характер изменения величин Q_0, C_v, M_0 по течению р. Лагман показан на рис. 4.5.

Два крупных притока р. Кунар — Печ и Ландаисин — также имеют по одному посту в приустьевых зонах. Пост Чагасарай на р. Печ расположен непосредственно у устья, имеет сравнительно большие норму стока и модуль стока. Характер изменений характеристик по длине реки тот же, что и для р. Лагман (рис. 4.6).

Пост Гавардеш на р. Ландаисин расположен в 7 км выше

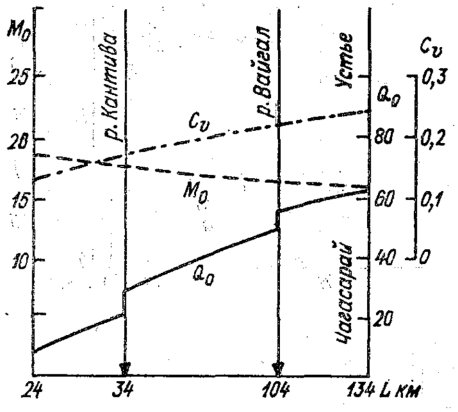


Рис. 4.6. Изменение характеристик годового стока по течению р. Печ.

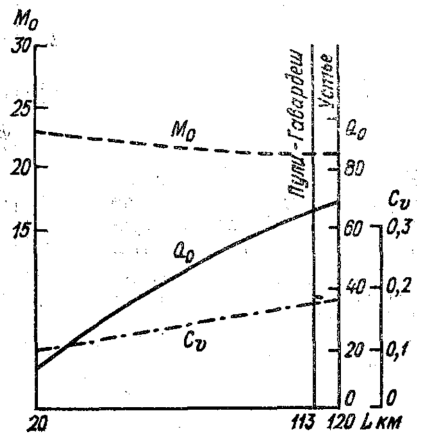


Рис. 4.7. Изменение характеристик годового стока по течению р. Ландаисин.

устья реки. Стоковые характеристики сходны с р. Печ (см. табл. 4.2), характер их изменения по течению реки одинаков (рис. 4.7).

Очень высока норма стока и удельная водоносность р. Ландаисин (приустьевый пост Пули-Гавардеш): соответственно 65,5 м³/с и 20,9 л/(с·км²), что даже выше, чем р. Кунар у поста Асмар.

Сток крупного притока р. Панджшир — р. Горбанд — измеряется у поста Пули-Ашава, расположенного в 23 км от устья, выше впадения р. Саланг. Ниже за счет стока р. Саланг норма стока р. Горбанд достигает 34—35 м³/с. Ориентировочное значение основных характеристик показано на рис. 4.8.

Два правых притока в нижнем течении — Сурхруд и Хазарнау — имеют также по одному гидрологическому посту. Пост Султанпур на р. Сурхруд расположен в 10 км от устья реки. Сток реки характеризуется крайней неравномерностью (C_v=0,54), поскольку зависит от муссонных дождей. Естественно, вверх по течению реки коэффициент вариации будет уменьшаться, а норма стока даже увеличиваться, так как в нижней части р. Сурхруд очень интенсивный разбор воды на орошение. Модуль стока вверх по течению довольно сильно увеличивается.

Пост Сабай на р. Хазарнау расположен в верховьях реки. При относительно небольшой площади водосбора здесь значительная норма стока и удельная водоносность. Ниже по течению значения этих характеристик значительно уменьшаются, что характерно для рек, сток которых почти полностью разбирается на орошение (см. табл. 4.3).

В р. Кабул ниже впадения р. Сурхруд, кроме р. Хазарнау, впадает ряд мелких притоков (80—400 км²), отличающихся ярко выраженной селевой деятельностью. Характеристика этих притоков дана в [72] по исследованиям, проводившимся в 1957 г.

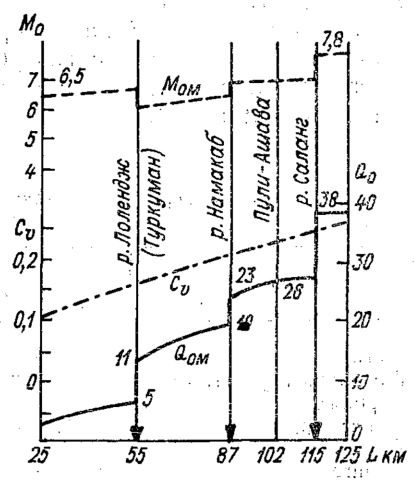


Рис. 4.8. Изменение характеристик годового стока по длине р. Горбанд.

Данные о характеристиках стока притоков р. Кабул с учетом потерь на орошение приводятся в табл. 4.3. Коэффициенты вариации здесь и в последующих разделах, посвященных годовому стоку с учетом потерь на орошение, определялись по коэффициентам вариации, полученным по наблюденным расходам, умножением их на поправку $Q_0/(Q_0+\Delta Q)$, где ΔQ — средние многолетние потери воды на орошение.

Представляет определенный интерес сопоставление полученных автором результатов расчета нормы стока и потерь на орошение с ориентировочными данными других исследователей.

Основываясь на весьма ограниченных данных 60-х годов, комиссия ФАО в своем отчете [91] определяет годовой сток в створе Танги-Сайдан около 6,0 м³/с, что не намного меньше полученной нами величины (см. табл. 4.3).

В. Л. Шульц [72] считает, что средний расход р. Логар у устья с учетом безвозвратных потерь воды на орошение не может быть меньше 20 м³/с. Если учесть только средние годовые расходы за 1960—1961 гг. (на которые ссылается Шульц), то действительно с учетом потерь на орошение средний расход составит 20,4 м³/с, но в последующие годы, особенно с 1970 по 1978 г., сток Логара

был очень мал, и с поправкой на потери норма стока в створе Санги-Новешта, равная 17,3 м³/с, и в устье, равная 18,2 м³/с, может считаться вполне достоверной. Комиссия ФАО [91] определяет сток р. Логар в устье 18,8 м³/с.

Полученная нами норма стока в створе Танги-Гару 27,9 м³/с и модуль стока 2,17 л/(с·км²) подтверждает предположение Шульца о том, что удельная водоносность верхней части бассейна р. Кабул должна приближаться к 2 л/(с·км²).

Несколько ниже полученных автором величин оценивает Шульц сток р. Кабул ниже устья Кунара — 700 м³/с, что на 4 % меньше (730 м³/с).

В табл. 4.2 и 4.3 характеристики годового стока по гидрологическим постам для многих рек не полностью характеризуют сток, поэтому ниже приводятся основные характеристики по ряду рек в целом (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Характеристики годового стока рек бассейна р. Кабул в устьевых створах

Река	Площадь водосбора км²	$M_{0м}$	$Q_{0м}$	C_v
Логар	9 830	1,85	18,2	0,20
Лоленджж (Туркуман)	900	6,30	5,67	0,18
Горбанд	4 860	7,80	37,8	0,22
Панджшир	12 000	9,26	111	0,22
Алишанг	1 200	8,00	9,60	0,25
Алингар (Лагман)*	4 850	11,1	53,9	0,23
Каджаб	940	3,0	2,82	0,20
Чакари	460	2,0	0,92	0,45
Барикаю	400	7,0	2,80	0,50
Хазарнау	480	11,0	5,28	0,50
Чаплияр	470	11,0	5,17	0,50
Паси	400	11,0	4,40	0,50
Чарх	880	2,0	1,76	0,35

* р. Лагман показана до впадения в нее р. Алишанг — крупного правого притока.

Важной характеристикой годового стока является вид кривой обеспеченности расходов, соответствующий определенному типу кривой распределения. Анализ экспериментальных кривых обеспеченности — расположение точек натурных данных на клетчатке вероятностей — показал, что для рек Афганистана и, в частности, для рек бассейна р. Кабул в большинстве случаев $C_S < 2C_v$ и поэтому наиболее приемлемым является применение кривых обеспеченности трехпараметрического гамма-распределения С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля.

Для ряда постов определены статистики λ_2 и λ_3 и по ним коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_S.

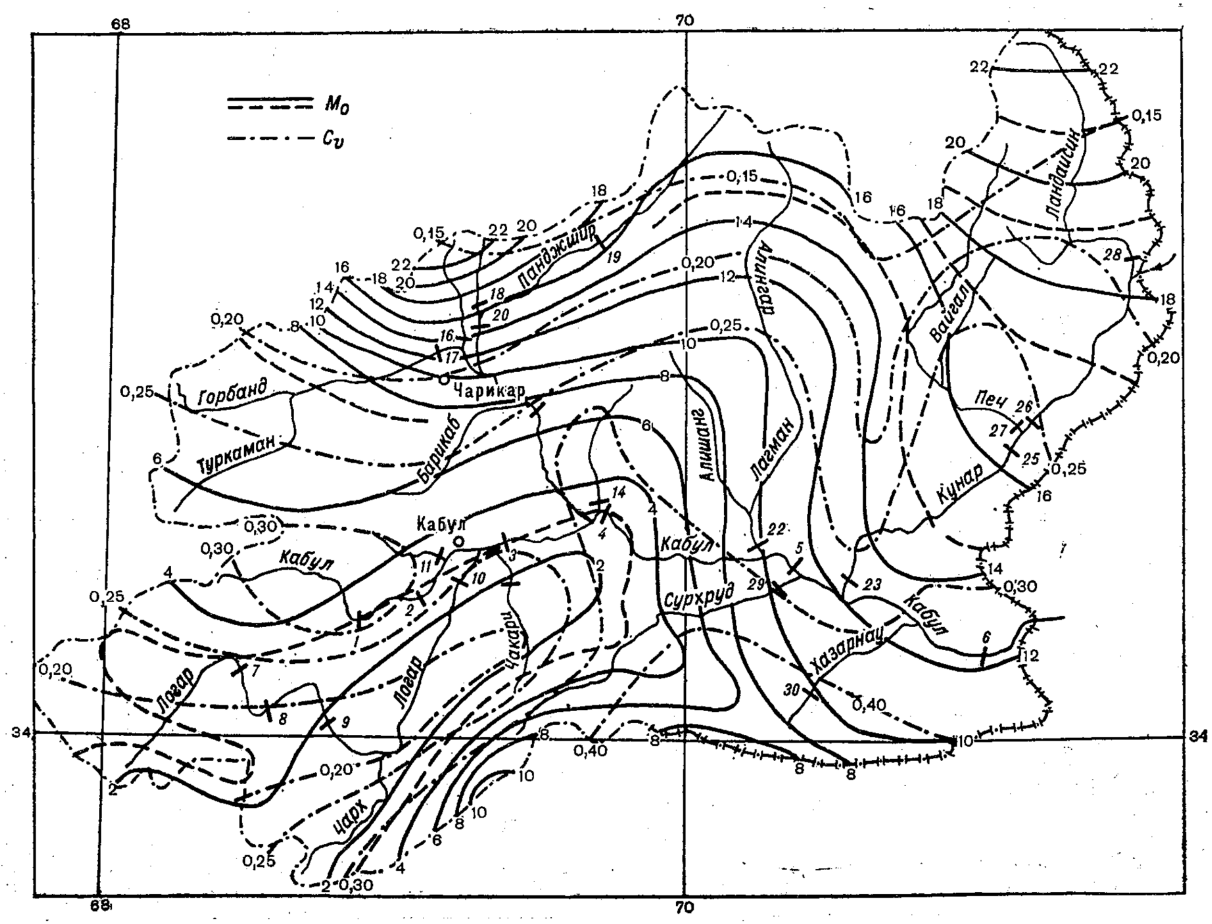


Рис. 4.9. Модули стока рек бассейна р. Кабул.

Представляет определенный интерес характер распределения значений коэффициента асимметрии по территории бассейна. Минимальное значение отношения $C_S/C_v=1$ имеет место в верховьях р. Кабул (створы Майдан, Танги-Сайдан), р. Логар (створы Каджаб и Шехабад) и р. Панджшир (створы Омарз и Гульбахар). Такое же значение коэффициента асимметрии для рек Горбанд и Сурхруд.

В средней части бассейна — в створах Танги-Гару и Наглу на р. Кабул, створ Санги-Новешта на р. Логар, створ Шухи на р. Панджшир, в створах Тагаб на р. Тагаб и Пули-Каргаи на р. Лагман — $C_S=1{,}5\,C_v$.

В любом створе на реках Кунар и Кабул ниже створа Дарунта построение кривых обеспеченности следует производить при $C_S=2\,C_v$.

Определения нормы стока с учетом безвозвратных потерь на орошение позволили получить карту-схему распределения модулей годового стока по бассейну (рис. 4.9).

4.3. Сток рек в бассейнах рек Куррам—Гомаль

Реки в этом районе образуют в пределах Афганистана ряд самостоятельных суббассейнов. Некоторые из них (Шомаль, Ургун) впадают в Куррам за пределами Афганистана. Основные реки этого региона Куррам и Гомаль в свою очередь являются притоками р. Инд.

Гидрологические посты, расположенные на реках этого района, не позволяют дать полного представления о характеристиках годового стока и особенно об изменении этих характеристик по течению рек. Большой забор воды на орошение по долинам рек в значительной степени искажает действительные характеристики стока.

Характеристики годового стока по 11 гидрологическим постам (без учета безвозвратных потерь на орошение) приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Характеристики годового стока рек бассейна р. Куррам

Река—пост	Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{31}	K_1-K_{31}
Куррам — Ахмадхель	3,56	4,88	0,30	3,51	1,23
Куррам — Дода	4,43	4,86	0,36	6,21	1,58
Куррам — Чамкани	3,84	2,90	0,42	12,3	1,88
Куррам — Пули-Банга	4,93	2,57	0,44	14,5	1,94
Шомаль — Доманди	2,30	3,07	0,36	5,58	1,69
Шомаль — Торатига	3,90	0,92	0,30	6,19	1,44
Матун — Матун	0,78	2,29	0,42	6,56	1,64
Спера — Спера	1,21	1,60	0,49	24,6	3,71
Габер — Чамкани	0,88	1,93	0,57	26,2	2,30
Ургун — Пиркоти	0,83	1,07	0,31	13,45	1,65
Дахане — Ургун	0,38	2,07	0,16	1,93	0,68

На **р. Куррам** имеются четыре гидрологических поста, что позволяет установить характер и причины изменения характеристик годового стока по ее длине. Первый пост — Ахмадхель — расположен на 54 км от истока. Площадь водосбора 730 км², что почти вдвое меньше, чем для створа Майдан на р. Кабул, но удельная водоносность выше на 14 %.

Между постами Дода и Чамкани (расположенного выше впадения в р. Куррам ее основного притока — р. Габер) имеет место довольно значительный забор воды на орошение, чем и объясня-

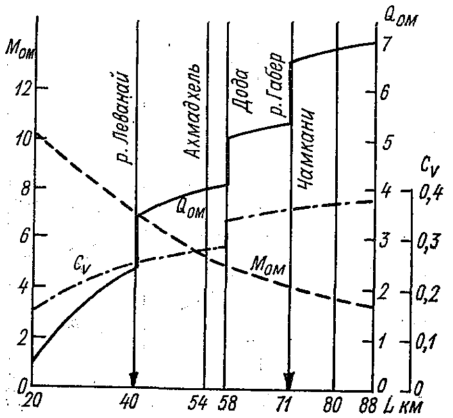


Рис. 4.10. Изменение характеристик годового стока по течению р. Куррам (с учетом безвозвратных потерь на орошение).

ется уменьшение нормы стока по Чамкани до 3,84 м³/с (Дода Q_0=4,93 м³/с).

Река Габер, сток которой в свою очередь в значительной степени разбирается на орошение, дает непосредственно за постом Чамкани скачок нормы стока на 0,9 м³/с (до 4,72 м³/с) и далее до поста Пули-Банга на протяжении 9 км норма стока медленно повышается до 4,93 м³/с. Нужно отметить, что скачок нормы стока, обусловленный расходом р. Габер, не вызывает существенного изменения модуля стока. Модуль стока по нижележащему створу Пули-Банги почти точно соответствует средневзвешенному модулю стока по створам Чамкани на р. Куррам и Чамкани на р. Габер.

Таким образом, на основном протяжении р. Куррам в пределах Афганистана график изменения нормы стока представляет собой зубчатую линию (рис. 4.10). Изменение модуля стока почти монотонно, с небольшим скачком в створе Дода, от 9,5 л/(с·км²) в верховьях до 2,4 л/(с·км²) у границы с Пакистаном.

Также монотонно возрастает коэффициент C_v от 0,14 в верховьях до 0,45 на границе с небольшим скачком в створе Дода.

На относительно крупной и весьма важной для этого района реке **Шомаль** имеются лишь два гидрологических поста — створ Доманди (38 км от истока) и Торатига (17 км от госграницы с Пакистаном). Расстояние между ними 57 км. На этом участке в Шомаль впадают три притока с правого берега и четыре

с левого. В долине р. Шомаль и в приустьевых долинах притоков широко развито традиционное орошение, поэтому рост нормы стока возможен только в верховьях.

После впадения р. Спера, когда норма стока (по створу Доманди $Q_0=2{,}3$ м³/с) увеличивается на 1,3 м³/с, имеет место постоянное, с увеличивающейся интенсивностью вниз по течению уменьшение нормы стока, нарушаемое лишь расходами притоков. Поэтому график изменения нормы стока имеет ступенчатый характер (рис. 4.11).

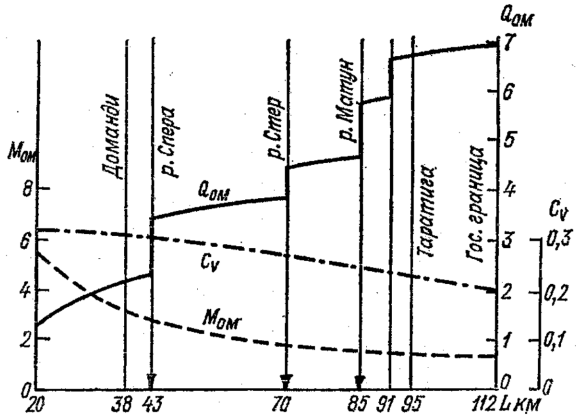


Рис. 4.11. Изменение характеристик годового стока по течению р. Шомаль (с учетом безвозвратных потерь на орошение).

Модуль стока имеет тенденцию к интенсивному снижению по течению реки, что естественно при увеличении площади водосбора при постоянной или уменьшающейся норме стока.

Аномально изменение коэффициента вариации по длине р. Шомаль: пост Доманди $C_v=0{,}359$, пост Торатига $C_v=0{,}303$, т. е. имеет место снижение течения C_v по течению реки, что при увеличении изменчивости расходов за счет забора воды на орошение может быть объяснено только выравниванием расходов за счет столь же изменчивых расходов притоков при устойчивой и полной их асинхронности.

Площади орошаемых земель в бассейнах рек Куррам, Шомаль, Гомаль и их притоков сравнительно невелики, но при относительно малых расходах забор воды приводит к значительным изменениям нормы стока (табл. 4.6).

На р. Куррам между устьем р. Леванай и постом Дода ориентировочно орошается около 4 тыс. га, и безвозвратные потери воды на этом участке могут оцениваться в 0,5—0,6 м³/с. На участке Дода — Чамкани площадь орошения составляет 1600 га, и безвозвратные потери на орошение составляют примерно 0,25 м³/с. По притоку Куррама — р. Габер — площадь орошения около 1500—1600 га, что дает повышение стока также на 0,25 м³/с.

Таблица 4.6

Средние годовые расходы и модули стока в бассейнах рек Куррам—Шомаль

Река—пост	Площадь водосбора, км²	Q_0 м³/с		M_0 л/(с·км²)	
		без учета расхода на орошение	с учетом расхода на орошение	без учета расхода на орошение	с учетом расхода на орошение
Куррам — Ахмадхель	730	3,56	4,06	4,88	5,56
Куррам — Дода	1020	4,43	5,00	4,36	4,93
Куррам — Чамкани	1320	3,84	5,24	2,90	3,95
Куррам — Пули-Банга	1920	4,93	6,8	2,57	3,55
Габер — Чамкани	455	0,88	1,07	1,93	2,35
Шомаль — Доманди	750	2,30	2,30	3,07	3,07
Шомаль — Торатига	4220	3,90	6,70	0,92	1,59
Спера — Спера	755	1,21	1,28	1,60	1,70
Матун — Матун	340	0,78	0,88	2,29	2,58
Дахане — Ургун	185	0,38	0,44	2,07	2,38
Ургун — Пиркоти	780	0,83	1,63	1,07	2,09

Ниже устья Габера в долине Куррама площадь орошаемых земель достигает 3500 га. В целом объем безвозвратных потерь стока составляет около 2 м³/с.

На р. Шомаль до поста Доманди стоковые характеристики не искажаются орошением, так как выше нет значительных площадей орошаемых земель. Но ниже Доманди прирост орошаемых площадей по течению р. Шомаль уже заметен, особенно в нижнем течении ее притоков Матун, Замбар, Стер. Общая площадь орошения в бассейне р. Шомаль около 18 тыс. га, что дает общий объем безвозвратных потерь более 2,8 м³/с.

Пост Матун расположен в верхнем течении р. **Матун**, и характеристики стока мало искажены.

Что касается р. **Ургун** и ее притока **Дахане**, расположенных южнее бассейна Шомаля, то незначительное искажение притерпевает лишь сток р. Дахане (около 50—60 л/с). К створу Пиркоти на р. Ургун суммарная орошаемая площадь составляет около 1250—1300 га и безвозвратные потери около 780—800 л/с, что на 95 % увеличивает средний годовой сток. Южнее Пиркоти нет гидрологических постов ни на р. Марга, ни в бассейне р. Гомаль.

Учитывая высотное положение бассейна р. **Гомаль**, тенденцию уменьшения модуля стока к югу и юго-востоку (по течению рек), сделана попытка дать карту модулей стока и для южной части пактийской зоны, т. е. для бассейна р. Гомаль (рис. 4.12). При этом для получения расчетных характеристик значения C_v в верховьях р. Гомаль следует принимать его по аналогии с р. Ургун порядка 0,17—0,2, а в районе границы — около 0,5, считая изменение коэффициента по длине реки равномерным.

По всему Пактийскому выступу коэффициент асимметрии равен коэффициенту вариации. Для р. Ургун и южнее $C_v = (1{,}5 \div 2{,}0) C_S$.

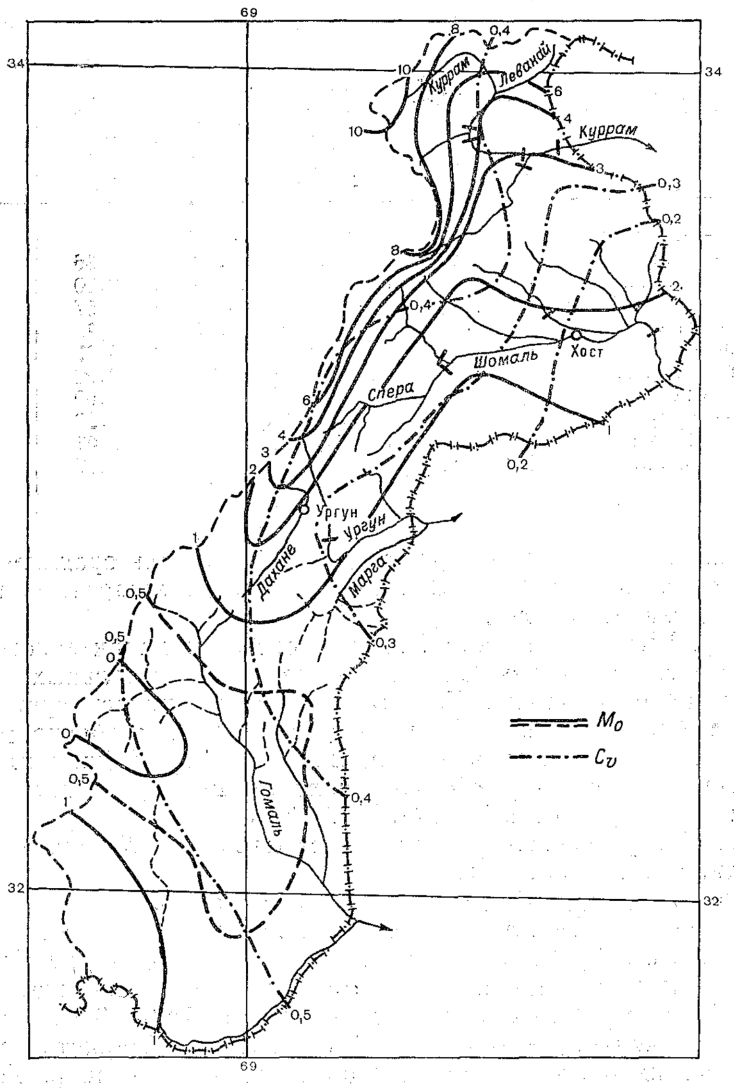


Рис. 4.12. Модули годового стока рек бассейнов Куррам—Гомаль.

Расходы большой обеспеченности (свыше 90 %), как правило, для всех створов отклоняются вниз от теоретической кривой. В то же время для большинства постов отклонения реальных (или рассчитанных) расходов малой обеспеченности (менее 10 %) наблюдаются кверху от кривой обеспеченности при $C_S = C_v$.

4.4. Сток рек северо-восточной части РА

Река Кокча. Годовой сток рек бассейна уступает по величине лишь стоку р. Кабул после впадения в нее р. Кунар и равен стоку самой протяженной реки Афганистана р. Гильменд.

На р. Кокча имеются три гидрологических поста и три на ее притоках Вардудж и Кешем. Характеристики годового стока по этим постам получены при удлинении рядов до 29 лет (табл. 4.7). Весьма малые значения C_v позволяют считать полученные ряды вполне репрезентативными.

Таблица 4.7

Характеристики годового стока рек бассейна р. Кокча

Река—пост	Q_0 м³/с	M_0 л/(с·км²)	C_v	Q_1/Q_{29}	$K_1 - K_{29}$
Кокча — Ходжагар	199	9,65	0,17	1,80	0,58
Кокча — Кешем	169	10,0	0,16	1,78	0,57
Кокча — Джурм	76,6	10,0	0,12	1,66	0,50
Вардудж — Шашпул	54,3	12,1	0,12	1,60	0,46
Вардудж — Бахарак	36,1	10,8	0,12	1,55	0,43
Кешем — Кешем	21,5	10,0	0,19	2,25	0,74

Норма стока Q_0 в приустьевом створе Ходжагар соответствует сумме нормы стока по створу Кешем на р. Кокча и Кешем на р. Кешем с некоторой добавкой за счет незначительного прироста площади питания, вызывающего увеличение нормы стока от устья р. Кешем до поста Ходжагар на 0,1 м³/с на 1 км.

Аналогично на участке Джурм—Кешем большое влияние оказывает сток р. Вардудж — в устье этой реки увеличение расхода р. Кокча за створом Джурм учтено на 55 м³/с.

Зная средние годовые расходы р. Кокча, легко определить и модуль стока, при этом следует отметить, что скачки в расходах в устьях притоков, особенно рек Вардудж и Кешем, не вызывают заметных изменений в значениях модулей стока, так как модули стока самих притоков имеют те же значения, что и основной реки. По длине р. Кокча наблюдается лишь незначительное снижение модулей стока от верхнего створа к нижнему, слегка компенсируемое стоком притоков (рис. 4.13). Выше створа Джурм наблюдений за стоком р. Кокча не было.

В верховьях р. Кокча и ее главного притока в верхней части р. Анджуман средние отметки водосбора наиболее высокие по сравнению с водосборами других рек на территории РА (не считая р. Вахан). Здесь большие запасы льда и снега, поэтому модули стока выше створа Джурм резко повышаются (см. рис. 4.13).

После впадения р. Анджуман норма стока может быть оценена в 17—18 м³/с и модуль стока — в 18 л/(с·км²).

Такой же характер питания, а следовательно, и распределение модулей стока имеют место в верховьях р. Вардудж и ее притоков Санглич и Зардев.

Монотонно и невелико изменение значений коэффициентов вариации от створа Джурм (C_v=0,12) до створа Кешем (C_v=0,16) и далее до створа Ходжагар (C_v=0,17), что свидетельствует о весьма устойчивом в многолетнем разрезе годовом стоке.

Экстраполяция графика изменения C_v позволяет определить его значение в верховьях р. Кокча (0,1), что подтверждается и другими приемами определения C_v. Например, определяя α в формуле (4.6) по величине M_0 и F для створа Джурм (α=0,74), получаем для створа у устья р. Анджуман (M=18 л/(с·км^2) и F=1000 км^2) C_v=0,11.

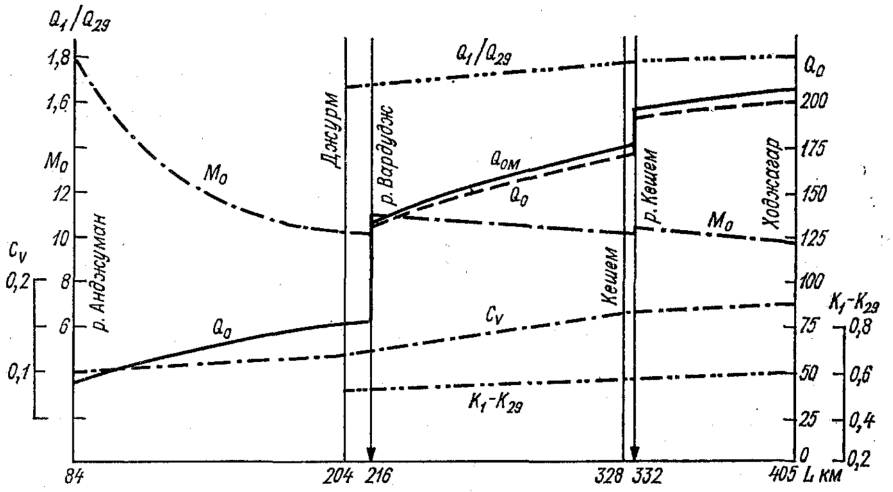


Рис. 4.13. Изменение характеристик годового стока р. Кокча.

Несмотря на значительный забор воды на орошение (традиционными методами в бассейне р. Кокча орошается более 55 тыс. га), значительное ледниково-снеговое питание обеспечивает большую стабильность средних годовых расходов, особенно в среднем и верхнем течении.

Так как изменчивость средних годовых расходов незначительна как по времени, так и по течению р. Кокча, то, естественно, невелико и изменение таких характеристик, как Q_1/Q_{29} и K_1—K_{29} (см. рис. 4.13).

Аналогичный характер изменения характеристик годового стока, надо полагать, имеет место и по течению основных притоков Вардудж и Кешем.

На р. Вардудж имеются два гидрологических поста: Шашпул в 4 км выше устья и Бахарак в 10 км от устья. Несмотря на столь близкое друг к другу расположение, нормы стока разнятся значительно (см. табл. 4.7), так как между этими постами в р. Вардудж впадает полноводный правый приток р. Зардев. Все остальные характеристики разнятся незначительно.

В нижнем течении р. Кешем находятся значительные орошаемые площади. Этим объясняется то, что по посту Кешем, находящемуся в 2 км выше устья реки, изменчивость средних годовых расходов самая высокая для бассейна Кокчи (C_v=0,19).

Норма стока в устьевом створе р. Кешем 21,5 м³/с немного преуменьшена за счет безвозвратных потерь на орошение. Необходимо отметить, что характер, область питания р. Кешем, сходные с р. Ханабад (Фархад) в бассейне р. Кундуз, также обеспечивают довольно высокую стабильность средних годовых расходов, несмотря на то что средняя отметка бассейна р. Кешем ниже соответствующей отметки бассейна р. Вардудж.

Как указывалось выше, большие орошаемые территории в бассейне р. Кокча не оказывают существенного воздействия на значения коэффициента изменчивости, но при определении действительной нормы стока неучет безвозвратных потерь на орошение может привести к значительным погрешностям. Так, для всего бассейна р. Кокча среднемноголетние безвозвратные потери воды на орошение составляют около 33 м³/с, т. е. около 16,6 % годового стока, причем ниже последнего по течению створа Ходжагар — более 10 %.

В основном орошаемые площади располагаются полосой вдоль р. Пяндж и питаются каналами, начинающимися ниже створа Ходжагар, расположенного в 11 км выше устья р. Кокча. Таким образом, основной расход воды на орошение не отражается на расходе в створе Ходжагар.

Выше створа Джурм по долине р. Кокча орошаемые земли составляют около 6 тыс. га, поэтому скорректированный расход с учетом безвозвратных потерь по створу Джурм должен быть порядка 78 м³/с.

Выше створа Кешем на р. Кокча суммарная площадь орошаемых земель около 29 тыс. га, и по створу Кешем скорректированный расход может быть около 173 м³/с.

С учетом распределения орошаемых земель в нижнем и среднем течении р. Кокча скорректированные нормы стока и модули стока показаны в табл. 4.8. По этим данным составлена карта-схема распределения модуля стока по территории бассейна р. Кокча (рис. 4.14).

Коэффициент асимметрии C_S кривых обеспеченности средних годовых расходов по рекам бассейна Кокча, как и для рек, стекающих с южных склонов Центрального Гиндукуша (Кунар и его притоки), подобранный построением кривых обеспеченности с разными значениями C_S, равен $2\,C_v$ для всех рек, кроме р. Кешем, для которой $C_v = 1{,}5\,C_S$).

Река Кундуз. Характеристики годового стока рек бассейна определены в 16 гидрологических постах. Хорошо размещены гидрологические посты по самой р. Кундуз — от верховий (створ Дашти-Сафед) до устья (створ Кулух-Тепа). Основной приток — р. Ханабад (Фархар) — имеет три поста, недостаточно освещен сток в верхнем течении. Три поста размещены на р. Бамиан и по

одному, приустьевому,— на реках Андараб и Банги. Совершенно не обследован такой важный приток р. Кундуз, как р. Поянде (табл. 4.9).

На участке р. Кундуз от истоков до устья р. Андараб норма стока постепенно повышается с незначительными скачками в месте впадения рек Бамиан и Поянде. От впадения р. Андараб до устья

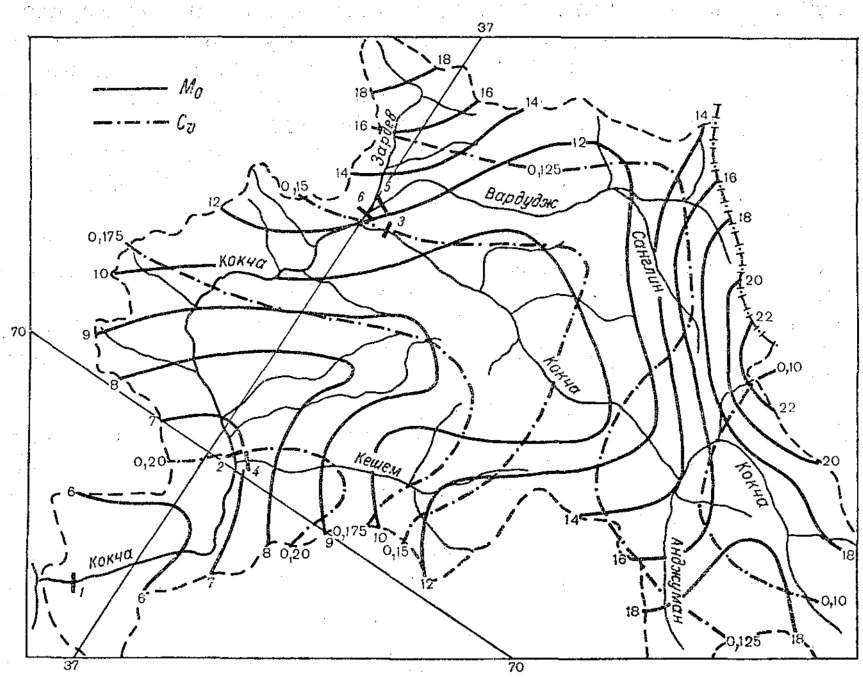


Рис. 4.14. Модули годового стока рек бассейна р. Кокча.

Таблица 4.8

Характеристики стока рек бассейна р. Кокча с учетом безвозвратных потерь на орошение

№ поста рис 4.14	Река—пост	Расстояние от истока, км	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	Отклонение от данных табл. 4.1, %
1	Кокча — Ходжагар	405	211	10,2	+6,0
2	Кокча — Кешем	328	179	10,6	+6,0
3	Кокча — Джурм	204	80	10,4	+4,4
4	Кешем — Кешем	87	22,7	10,6	+5,5
5	Вардудж — Шашпул	109	55	12,2	+1,2
6	Вардудж — Бахарак	103	36,5	10,9	+1,1
7	Кокча — Анджуман	—	45	11,5	—
8	Кешем — Кариста	—	13	11,5	—
9	Вардудж — Санглич	—	20,7	11,5	—

норма стока снижается между притоками, в местах же впадения притоков скачкообразно увеличивается. Уменьшение нормы стока на этих участках объясняется значительными безвозвратными потерями воды на орошение.

График расходов представляет собой зубчатую линию с резкими скачками в устьях рек Андараб и Фархар (рис. 4.15).

Аналогичный характер имеет и график модуля стока, но с меньшей амплитудой колебания и малым различием значений M_0

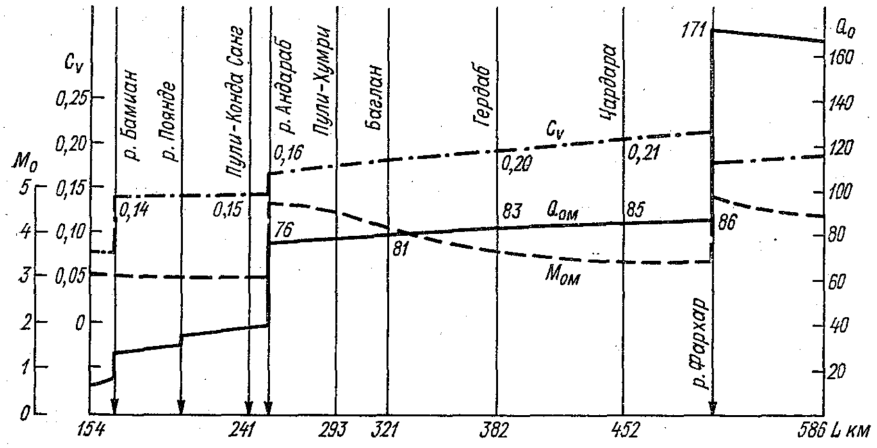


Рис. 4.15. Изменение характеристик годового стока по течению р. Кундуз с учетом потерь воды на орошение.

Таблица 4.9

Характеристики годового стока рек бассейна р. Кундуз

Река—пост	Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{29}	$K_1 - K_{29}$
Кундуз — Кулух-Тепа	111	3,0	0,23	2,56	0,94
Кундуз — Чардара	56,0	2,26	0,26	2,95	1,08
Кундуз — Гердаб	68,1	2,97	0,22	2,44	0,91
Кундуз — Баглан	60,1	3,04	0,19	2,09	0,74
Кундуз — Пули-Хумри	66,0	3,79	0,22	2,64	0,91
Кундуз — Пули-Конда Санг	33,0	2,64	0,16	1,80	0,67
Кундуз — Дашти-Сафед	11,0	2,89	0,06	1,39	0,32
Ханабад — Пули-Мастан	30,5	9,56	0,13	1,80	0,64
Ханабад — Талукан	44,5	10,90	0,16	2,07	0,80
Ханабад — Пули-Чуга	67,2	6,88	0,19	2,20	0,88
Бамиан — Доаб	9,6	1,91	0,23	2,98	1,01
Бамиан — Ахангаран	5,63	3,39	0,21	2,68	0,95
Бамиан — Бамиан	1,32	1,39	0,35	3,87	1,35
Андараб — Доши	35,5	9,59	0,23	2,54	0,96
Банги — Пули-Банги	25,4	6,05	0,21	2,59	0,98
Фолади — Бамиан	1,65	5,16	0,34	5,0	1,41

в верховьях (2,89 л/(с·км²) и в устье р. Кундуз (M_0=3,0 л/(с·км²). Водосбор р. Кундуз вообще характеризуется низкой удельной водоносностью. В. Л. Шульц [72] дает для Пули-Хумри модуль стока 4 л/(с·км²) (что только на 5,5 % превышает норму, полученную автором — см. табл. 4.9) и справедливо отмечает, что ниже устья р. Нахрайн удельная водоносность еще ниже. Наибольший скачок значения модуля стока наблюдается после впадения р. Андараб [пост Доши 9,6 л/(с·км²), M_0=4,3 л/(с·км²)].

Для верхней части р. Кундуз характерны весьма малые модули стока, и даже их незначительное увеличение вниз по течению после Пули-Конда Санг вызывается только стоком Андара и Фархар, имеющих значительно большую удельную водоносность, чем р. Кундуз.

Изменчивость средних годовых расходов увеличивается по течению. Аномальный скачок значения C_v в Пули-Хумри по сравнению с соседними створами на р. Кундуз (табл. 4.9) объясняется относительно высокой изменчивостью стока р. Андараб (C_v=0,23).

Разбор воды на орошение вызывает повышение значения C_v вниз по течению вплоть до устья р. Ханабад, малая изменчивость расходов которой приводит к скачкообразному уменьшению C_v после этого створа (см. рис. 4.15).

Притоки р. Кундуз. Для р. Ханабад на протяжении 160 км от створа Пули-Мастан до устья характерно резкое увеличение нормы стока по течению вначале (со скачкообразным ее увеличением в местах впадения притоков), несмотря на значительные безвозвратные потери воды на орошение, особенно в районе Талуканской котловины.

Потери на орошение ниже устья р. Банги невелики и почти компенсируются небольшими поступлениями стока с прилегающих площадей.

Коэффициент вариации имеет тенденцию к повышению от 0,13 в створе Пули-Мастан до 0,19 в створе Пули-Чуга и далее до 0,22 в устье (см. рис. 4.17).

Норма стока р. Бамиан от г. Бамиана (61 км от истока) до устья (Доаб) изменяется нелинейно, увеличиваясь от 1,3 до 9,6 м³/с со скачком у Бамиана в связи с впадением р. Фолади (Q_0=1,65 м³/с) (рис. 4.16).

Установлено снижение модуля стока на основном участке реки от поста Ахангаран до устья и некоторое увеличение от Бамиана (M_0=2,3 л/(с·км²) до Ахангарана (M_0=3,4 л/(с·км²). Скачок значения M_0 в районе Бамиана от 1,4 до 2,3 л/(с·км²) имеет место за счет р. Фолади.

Вся долина р. Бамиан, особенно в пределах г. Бамиан, занята орошаемыми землями. Так как расходы реки невелики, то относительно большие безвозвратные потери воды на орошение в значительной степени увеличивают изменчивость средних годовых расходов (Бамиан, C_v=0,35). К Ахангарану значение коэффициента вариации снижается до 0,21 и снова постепенно повышается к устью до 0,23.

Весьма значительный и очень водоносный приток р. Кундуз — р. Андараб — имеет лишь один приустьевый гидрологический пост — Доши. Долина р. Андараб интенсивно орошается, поэтому регистрируемые расходы не отражают истинной водоносности реки.

Учитывая характер питания р. Андараб, можно предполагать увеличение модуля стока вверх по течению реки до 12—13 л/(с××км²) (у поста Андараб, в 60 км выше Доши) и уменьшение коэффициента вариации до 0,12—0,14.

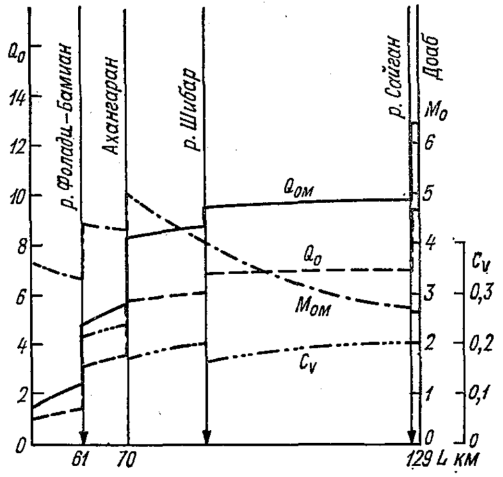


Рис. 4.16. Изменение характеристик годового стока по течению р. Бамиан.

В связи с большими орошаемыми площадями в бассейне р. Кундуз, как указывалось выше, для характеристики истинной водоносности бассейна необходима корректировка полученных норм стока с поправкой на безвозвратные потери на орошение (табл. 4.10).

Общая площадь орошаемых земель в бассейне р. Кундуз с отбором воды выше створа Кулух-Тепе свыше 300 тыс. гектаров, в том числе по бассейну р. Фархар (Ханабад) около 140 тыс. гектаров. Безвозвратные потери воды на орошение оцениваются по створу Кулух-Тепе 54 м³/с, что составляет около 33 % среднего годового расхода. Потери годового стока р. Фархар составляют более 20 м³/с, т. е. 23,5 % среднего годового расхода реки.

Орошаемые площади расположены в долинах всех притоков р. Кундуз, особенно рек Бамиан, Андараб, Нахрайн, притока р. Фархар р. Банги.

Большой отбор воды на орошение по течению рек, несистемные сбросы из оросительных каналов приводят к аномалиям в распределении расходов, особенно ярко проявляющимся в районе Талукана на р. Фархар (рис. 4.17).

В табл. 4.10, кроме откорректированных на безвозвратные потери расходов и модулей стока, приведены и данные о превыше-

ниях расходов с учетом потерь над наблюденными расходами в виде отношения $Q_{0м}/Q_0$.

Нормы стока, полученные добавлением безвозвратных потерь на орошение, позволяют построить более обоснованную, отвечаю-

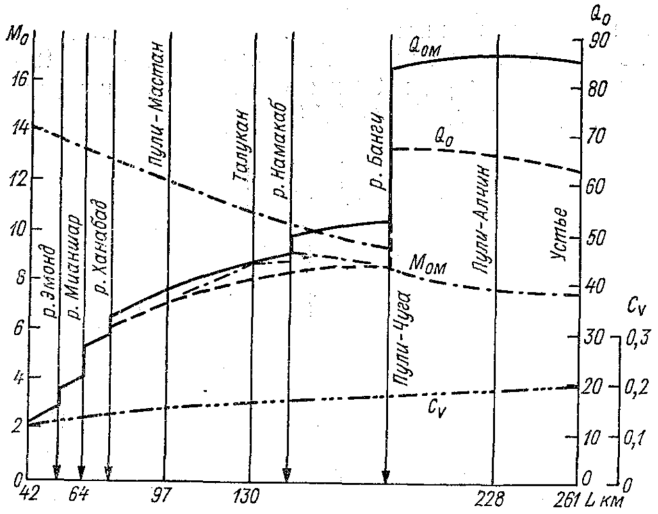


Рис. 4.17. Изменение характеристик годового стока по течению р. Ханабад.

Таблица 4.10

Характеристики годового стока рек бассейна р. Кундуз с поправкой на безвозвратные потери на орошение

№ поста рис. (4.12)	Река—пост	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км²	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v	$Q_{0м}/Q_0$
1	Кундуз — Кулух-Тепа	568	37 100	165	4,45	0,19	1,49
2	Кундуз — Чардара	452	24 800	85,0	3,42	0,21	1,52
3	Кундуз — Гердаб	380	22 900	83,0	3,63	0,20	1,22
4	Кундуз — Баглан	321	19 700	81,0	4,10	0,18	1,35
5	Кундуз — Пули-Хумри	293	17 400	76,0	4,37	0,17	1,15
6	Кундуз — Пули-Конда Санг	241	12 600	37,8	3,0	0,15	1,15
7	Кундуз — Дашти-Сафед	154	3 800	11,8	3,1	0,14	1,07
8	Ханабад — Пули-Мастан	97	3 190	38,3	12,0	0,14	1,09
9	Ханабад — Талукан	130	4 110	43,8	10,7	0,16	1,16
10	Ханабад — Пули-Чуга	185	9 760	83,0	8,5	0,17	1,24
11	Бамиан — Доаб	129	5 000	13,0	2,60	0,20	1,35
12	Бамиан — Ахангаран	70	1 660	8,33	5,0	0,17	1,48
13	Бамиан — Бамиан	61	945	3,12	3,30	0,23	2,36
14	Фолади — Бамиан	31	320	2,45	7,65	0,28	1,48
15	Андараб — Доши	111	3 700	37,6	10,1	0,23	1,06
16	Банги — Пули-Банги	142	4 200	30,5	7,3	0,19	1,20

щую природной водообеспеченности карту изолиний модулей годового стока по бассейну (рис. 4.18). Расположение изолиний хорошо согласуется с аналогичными изолиниями соседних бассейнов. С помощью карты определены средние годовые расходы для рек, по которым не было гидрологических наблюдений (табл. 4.11).

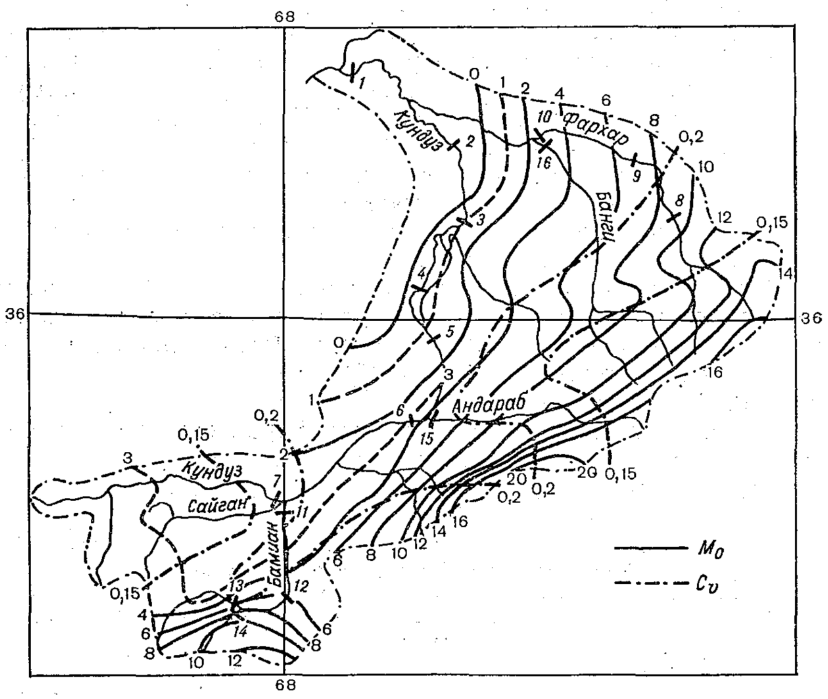


Рис. 4.18. Модули годового стока рек бассейна р. Кундуз.

Таблица 4.11

Средние годовые расходы рек бассейна р. Кундуз, не имеющих гидрологических постов

Река	Площадь водосбора, км²	Q_0 м³/с	M_0 л/(с·км²)
Сайган	1735	5,0	2,9
Пойанде	1445	11,5	8,0
Пашкол	720	0,7	1,0
Нахрайн	1250	5,0	4,0
Намакаб	480	3,4	7,0
Андараб в створе Бану	1350	14,8	11,0

4.5. Сток рек северо-западной части РА

Река Хульм — при весьма малой удельной водоносности базисный сток составляет значительную долю общего годового стока. В. Л. Шульц [72, 74] считает, что базисный сток составляет 60 % годового, по среднемноголетним данным с 1965 по 1978 г. базисный сток установлен нами в размере 55 % годового.

Исходя из зависимости удельной водоносности от высоты водосбора, Шульц оценивал сток р. Хульм 13 л/с, что значительно превышает фактический сток за все годы наблюдений. В. Л. Шульц располагал данными по стоку только 1965 г. За период последующих непрерывных наблюдений до 1978 г. включительно колебания годового стока были весьма незначительными и позволили установить норму стока и ее изменчивость с большой степенью достоверности. Удлинение рядов средних годовых расходов практически не изменило значения этих характеристик.

Отбор воды на орошение и связанные с этим безвозвратные потери воды в долине р. Хульм большие. Орошаемая площадь (брутто) по состоянию на 1980 г. может быть определена в размере 33,9 км^2 по пункту Сайяд и 37,7 км^2 по пункту Танги-Ташкурган (206 км от истока).

В табл. 4.12 приведены основные характеристики годового стока по обоим этим пунктам, в том числе и с добавлением безвозвратных потерь на орошение.

Таблица 4.12

Характеристики годового стока р. Хульм

Пост	Площадь водосбора, км^2	По наблюдениям и удлинению рядов				С учетом потерь на орошение		
		Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{31}	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
Сайяд	8170	2,03	0,25	0,20	2,42	5,43	0,66	0,12
Танги-Ташкурган	8220	2,7	0,33	0,23	3,45	6,5	0,79	0,15

Гидрологический пост Танги-Ташкурган отстоит от поста Сайяд на 14 км, и увеличение нормы стока на 35 % при росте площади водосбора менее чем на 1 % может быть предположительно объяснено только подрусловым стоком у поста Сайяд и выклиниванием его у поста Танги-Ташкурган. Этот феномен требует еще дополнительного исследования.

Учет безвозвратных потерь на орошение значительно увеличивает нормы стока и модуля стока, но и в этом случае водоносность бассейна р. Хульм является самой низкой на всей территории Афганистана. Это объясняется как малым количеством осадков на территории бассейна, так и особенностями геологического строения, обусловливающего малый коэффициент стока.

Годовая норма осадков в бассейне р. Хульм 200—250 мм в год, что даже несколько выше, чем на территории бассейна р. Балх, но вся площадь водосбора расположена в карстовой зоне, имеются большие лёссовые малоуклонные зоны. Замечание В. Л. Шульца о необходимости выяснения причин чрезвычайно малой водоносности р. Хульм [72] актуально, и высказанные выше положения требуют более детальной проверки.

Поскольку оба гидрологических поста находятся в устьевой зоне, изменение гидрологических характеристик вверх по реке

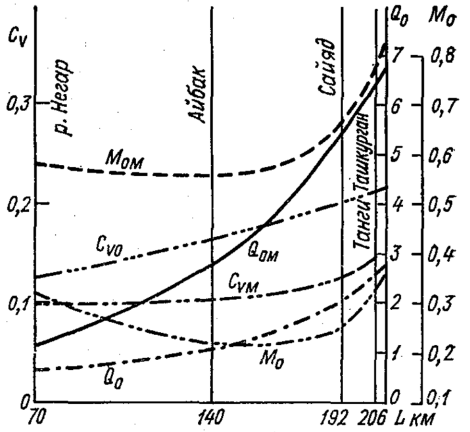


Рис. 4.19. Изменение характеристик годового стока по течению р. Хульм.

можно приближенно установить по аналогии с соседними бассейнами, учитывая общий характер изменения характеристик с увеличением средневзвешенной высоты (рис. 4.19). В нижнем течении реки — от поста Айбак до поста Танги-Ташкурган — нарастание расходов в реке не соответствует приросту площадей водосбора, что вызывает аномальное увеличение модуля стока. Это может быть объяснено только тем, что выклинивание грунтовых вод в русло, подземное питание реки имеет место на всем этом протяжении и, возможно, и выше по течению.

Река Балх. Удельная водоносность в 5—6 раз больше удельной водоносности р. Хульм, но правый наиболее значительный приток р. Балх — Дарайи-Суф — подобен по водоносности р. Хульм. Бассейны по своим топографическим и геоморфологическим характеристикам подобны.

За период наблюдений в концевом створе р. Балх Робат-и-Бала (с 1965 по 1978 г.) изменчивость годового стока характеризуется коэффициентом вариации $C_v=0{,}22$, меньшим, чем для р. Хульм, что свидетельствует как о меньшем влиянии отбора воды на орошение, так и о большом удельном весе подземного питания в общем объеме стока реки (базовый сток в среднем за 14 лет наблюдений составлял 71 %). Тем не менее безвозвратные потери воды на орошение все же существенно влияют на

норму годового стока и удельную водоносность в нижнем течении реки. В табл. 4.13 приведены основные характеристики годового стока.

Расположенные в верховьях реки гидрологические посты Банди-Амир и Найяк полностью характеризуют сток р. Балх в этой зоне, но на протяженном участке от Найяк до Робат-и-Бала изменение характеристик также может быть определено

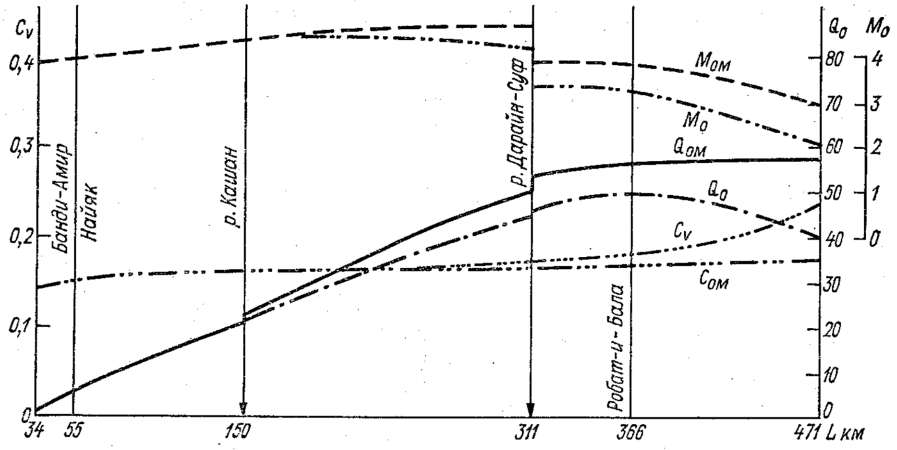


Рис. 4.20. Изменение характеристик годового стока по течению р. Балх.

с достаточной точностью, учитывая тенденцию увеличения модуля стока вверх по реке.

Стабильность характеристик в верховьях реки — от створа Банди-Амир до устья р. Кашан — объясняется почти одинаковыми средними отметками водосборов и условиями питания.

На рис. 4.20 приведены графики изменения характеристик от поста Банди-Амир до начала «веера» — зоны полного разбора воды реки на орошение (Мазари-Шарифский оазис).

Таблица 4.13

Характеристики годового стока р. Балх

Пост	Площадь водосбора, км²	По наблюдениям				С учетом потерь орошения		
		Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{31}	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
Банди-Амир	445	1,71	3,84	0,14	1,74	1,71	3,84	0,14
Найяк	1 460	5,76	3,94	0,15	2,13	5,76	3,94	0,15
Робат-и-Бала Кишанде	18 000	49,8	2,76	0,18	2,34	56,2	3,11	0,17
(р. Дарайи-Суф)	3 070	1,52	0,49	0,14	1,88	3,42	1,11	0,10

Влияние отбора воды на орошение на характеристики Q_0, M_0 и C_v начинает сказываться после впадения в р. Балх р. Кашан, т. е. после достаточного для освоения земель расширения речной долины.

Створ Кишанде на р. Дарайи-Суф находится на расстоянии 135 км от истока, близко к устью реки. Сток более чем на 50 % разбирается на орошение.

Река Сари-Пуль. Многолетние колебания годового стока более значительны, чем рек Балх и Хульм. Коэффициент вариации средних годовых расходов за 14 лет (с 1965 по 1978 г.) 0,34, а после удлинения ряда до 31 года — 0,25. Увеличение изменчивости годового стока по сравнению с соседними бассейнами (Балх) прежде всего обусловлено большим удельным весом безвозвратных потерь на орошение.

Высотные характеристики бассейна р. Сари-Пуль весьма близки к характеристикам бассейна р. Хульм, но на 2—3 % больше территорий с отметками выше 3000 м и на 5—7 % — с отметками от 2000 до 3000 м.

Объяснить только этим более высокую удельную водоносность бассейна р. Сари-Пуль по сравнению с водоносностью бассейна р. Хульм нельзя. В большой степени сказывается более изрезанный с большими уклонами рельеф бассейна, изменение характера почвенного покрова.

Годовой сток реки достоверно характеризуется только в одном створе — у г. Азиабад (156 км от истока). Ниже и выше по течению гидрологических станций нет. Один гидрометрический створ находится и в устье самого крупного притока — р. Шораб (110 км от истока). Для него, так же как и для р. Дарайи-Суф, характерна как меньшая, чем у основной реки, удельная водоносность, так и малая изменчивость стока (табл. 4.14).

Как видно из таблицы, потери воды на орошение даже при весьма скромных нормах полива значительны и для р. Шораб почти вдвое превышают остаточные расходы. Наличие большого забора воды на орошение, особенно в последние годы, сильно сказывается на средних годовых расходах, особенно в маловодные

Таблица 4.14

Характеристики годового стока рек Сари-Пуль и Шораб

Река—пост	Площадь водосбора, км²	По наблюдениям				С учетом потерь на орошение		
		Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{31}	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
Сари-Пуль — Азиабад	6950	8,02	1,15	0,25	2,78	14,3	2,06	0,19
Шораб — Сари-Пуль	3700	2,02	0,55	0,18	1,90	5,82	1,57	0,11

и в средние по водности годы. Это приводит к завышению значений коэффициентов вариации средних годовых расходов, поэтому C_v за последние 14 лет не репрезентативны.

Изменение характеристик по течению реки может быть определено ориентировочно исходя из общих закономерностей изменения характеристик соседних рек, по аналогии с ними (рис. 4.21).

Модуль стока р. Шораб у устья значительно меньше, чем модуль стока р. Сари-Пуль в этом месте, поэтому имеет место большой скачок величины как с учетом, так и без учета потерь воды на орошение.

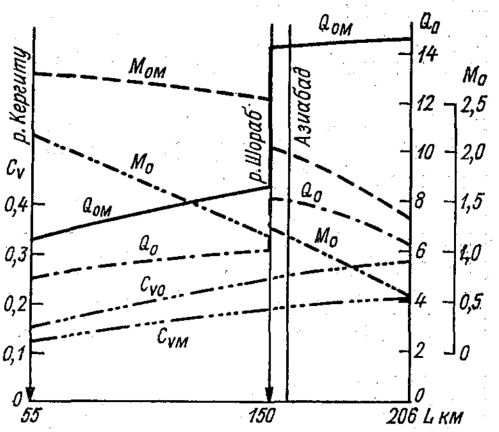


Рис. 4.21. Изменение характеристик годового стока по течению р. Сари-Пуль.

Река Ширинтагао — одна из наиболее разбираемых на орошение рек страны. Сток двух наиболее значительных притоков — рек Меймене и Кайсар — практически полностью разбирается на орошение в летний период. Например, норма стока р. Меймене без учета потерь воды на орошение у поста Пата-Баба $Q_0 = 1{,}6$ м³/с, а средний многолетний объем потерь составляет 7,0 м³/с.

Сток рек бассейна Ширинтагао характеризуется наблюдениями в пяти постах. Три из них находятся непосредственно на р. Ширинтагао, один — в устье р. Меймене и один в верховьях р. Кайсар. Средняя высота водосбора р. Ширинтагао (1180 м), что на 700 м ниже средней отметки бассейна р. Сари-Пуль, высоты менее 2000 м занимают более 84 % площади водосбора, что обусловливает значительно меньший модуль стока ($M_0 = 1{,}17$ л/(с×км²)) по сравнению с бассейном Сари-Пуль.

В. Л. Шульц в [72] оценивает расход р. Ширинтагао (в прошлом неправильно именовавшуюся по притоку Кайсар) в 4,5 м³/с. Наблюдения последующих лет позволили установить более высокую водность реки. С учетом безвозвратных потерь, несмотря на меньшую высоту водосбора, водность может быть установлена в 13,5—14 м³/с.

Хотя средневзвешенная высота водосбора Ширинтагао и меньше средневзвешенной высоты бассейна Сари-Пуль на 700 м,

а условия аккумуляции осадков здесь хуже, модули стока обоих бассейнов примерно одинаковы. Это объясняется более высокой нормой осадков в бассейне Ширинтагао (300 мм в год против 220 мм в год в бассейне р. Сари-Пуль).

По створу Пата-Баба суммарная площадь орошаемых земель составляет 75 тыс. га. Значительный забор воды на орошение, вызывающий полное отсутствие расходов в притоках Меймене и Кайсар с июня по сентябрь, приводит к высокой изменчивости средних годовых расходов в нижнем течении Ширинтагао и в самих этих притоках.

За 14 лет (с 1964 по 1978 г.) коэффициент вариации средних годовых расходов в створе Пата-Баба высок (C_v=0,56), а по удлиненному ряду в 31 год с меньшими колебаниями расходов в период с 1948 по 1964 г. изменчивость расходов характеризуется коэффициентом вариации C_v=0,42. С учетом потерь воды на орошение вариабильность расходов, естественно, меньше (табл. 4.15).

Таблица 4.15

Характеристики годового стока рек бассейна р. Ширинтагао

Река—пост	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км²	По наблюдениям				С учетом потерь на орошение		
			Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{31}	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
Кайсар — Кайсар	44	425	0,605	1,42	0,333	8,52	1,25	2,94	0,23
Меймене — Пата-Баба	156	6 680	1,60	0,24	0,701	22	7,0	1,05	0,34
Ширинтагао — Хишт-Пуль	96	3 280	4,45	1,26	0,143	2,08	6,5	2,0	0,12
Ширинтагао — Даулатабад	163	4 640	2,64	0,57	0,24	2,6	6,8	1,46	0,15
Ширинтагао — Пата-Баба	182	11 800	4,08	0,35	0,42	5,1	13,8	1,17	0,23

Ниже поста Пата-Баба на р. Ширинтагао прироста стока даже при отсутствии забора воды на орошение нет. Реки Меймене и Кайсар, с учетом потерь на орошение, дают расход, равный расходу р. Ширинтагао до впадения в нее р. Меймене.

Изменение основных характеристик годового стока р. Ширинтагао (рис. 4.22) с учетом потерь на орошение соответствует общим закономерностям: вниз по течению реки уменьшается модуль стока, растет значение C_v.

Река Мургаб. Сколько-нибудь удобных для земледелия участков в долине мало. Выше пункта Кала-и-Ниязхан (265 км от истока) вообще нет орошаемых площадей, а между створами Баламургаб (332 км) и Каланиазхан — немногим более 8 км². Ниже Баламургаба до госграницы с СССР и особенно в долине

нижнего притока р. Чичакту разбор воды на орошение более интенсивный.

Сток рек бассейна р. Мургаб на территории РА регистрируется в семи створах, в том числе собственно на р. Мургаб в двух.

Средневзвешенная высота бассейна до границы с СССР (без бассейнов рек Кашан и Кушк) 1760 м, что значительно превышает отметку соседнего бассейна р. Ширинтагао. Площади высотой 3000 м и выше занимают не более 5 % территории. Здесь выпадает сравнительно небольшое количество осадков (см. гл. 2),

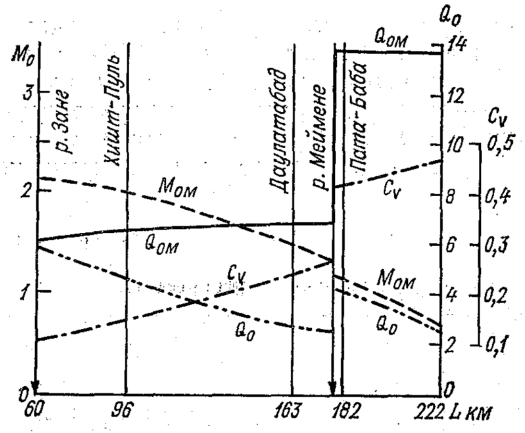


Рис. 4.22. Изменение характеристик годового стока по течению р. Ширинтагао.

поэтому модуль стока также невысок [от 2 до 3 л/(с·км²)]. Зависимость водоносности от осадков, незначительная аккумулирующая способность в зимний период проявляются в значительных колебаниях годового стока реки. В базовом створе Каланиазхан, где забора воды на орошение практически нет, коэффициент вариации удлиненного ряда (до 31 года) равен 0,27, а за 12 лет с 1967 по 1978 г. $C_v=0{,}34$.

В табл. 4.16 приведены основные характеристики годового стока р. Мургаб и ее притоков. Для сравнения приведены характеристики стока рек Мургаб, Кушк и Кашан на территории СССР по данным Шульца [72].

Забор воды на орошение существенно влияет на характеристики годового стока нижних притоков р. Мургаб — Бум, Чичакту, Кашан и Кушк. Интенсивно разбирается сток на орошение в долине р. Чичакту. Приведенные в табл. 4.16 данные относятся к верховьям этой реки, где орошаемых площадей еще мало, в устье с добавлением потери воды на орошение расход может быть оценен в 9—10 м³/с, а за вычетом потерь — около 5,5 м³/с.

На рис. 4.23 приводится изменение основных характеристик годового стока по течению р. Мургаб по данным в пунктах наблюдений и по оценке общей тенденции их изменения с высотой водосбора.

Из всех рек северо-западного региона РА р. Мургаб имеет наиболее четко выраженную закономерность изменения характеристик годового стока по длине. Эти закономерности и учет разбора воды на орошение в бассейне р. Чичакту, впадающей в Мургаб ниже поста Баламургаб, позволяют сделать вывод о том, что приведенный в [72] средний многолетний расход (с учетом потерь на орошение) у моста Сеин-Али занижен и должен составлять не 50 м³/с, а около 70 м³/с.

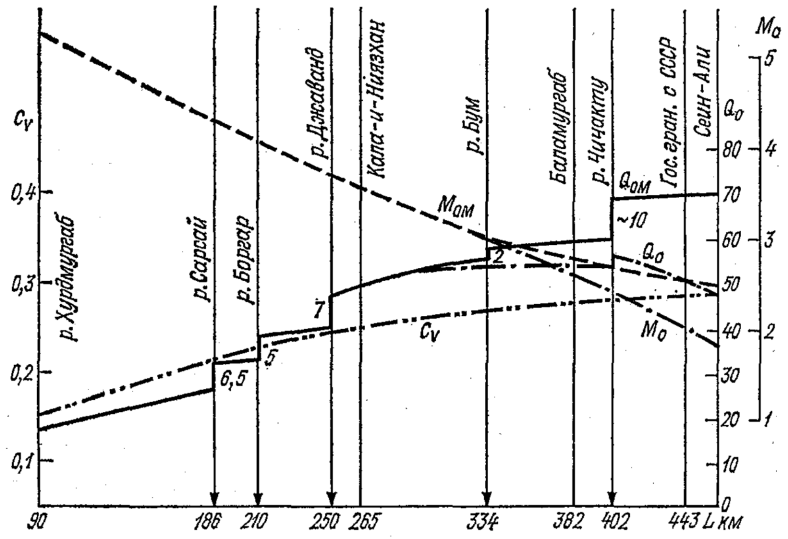


Рис. 4.23. Изменение характеристик годового стока по течению р. Мургаб.

Таблица 4.16

Характеристики годового стока р. Мургаб и ее притоков

Река—пост	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км²	По наблюдениям			С учетом потерь на орошение		
			Q_0	M_0	C_v	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
Мургаб — Кала-и-Ниязхан	265	13 800	49,0	3,55	0,25	49,00	3,55	0,25
Мургаб — Баламургаб	382	20 500	53,7	2,62	0,29	59,1	2,8	0,28
Мургаб — Сеин-Али	446	27 400	47,9	1,75	—	50,0	1,8	—
Бум — Лука-и-Шурк	95	1 220	0,35	0,4	0,4	2,02	1,65	0,317
Чичакту — Чичакту	39	415	0,77	1,86	0,246	0,96	2,31	0,25
Қашан — Бабулай	142	5 260	2,75	0,52	0,47	6,55	1,24	0,267
Қашан — Кульджа	160	6 990	1,17	0,16	—	2,0	0,29	—
Духтаран — Чиль	108	2 240	1,96	0,88	0,27	3,36	1,5	0,13
Кушк — Палапчая	130	10 700	3,52	0,33	—	4,50	0,42	—

Достаточно стабильный, плавный характер изменения модуля стока позволяет с определенной степенью точности установить сток основных притоков р. Мургаб выше створа Каланиазхан. Норма стока р. Хурдмургаб может быть определена в 8,5 м³/с, р. Сарсай — 6,5 м³/с, р. Боргар — 5 м³/с, р. Джаванд — 7 м³/с.

Значительно меньшая удельная водоносность и большая изменчивость стока наблюдается у притоков р. Мургаб, впадающих в нее за пределами Афганистана, на территории СССР. Это — реки Кашан и Кушк.

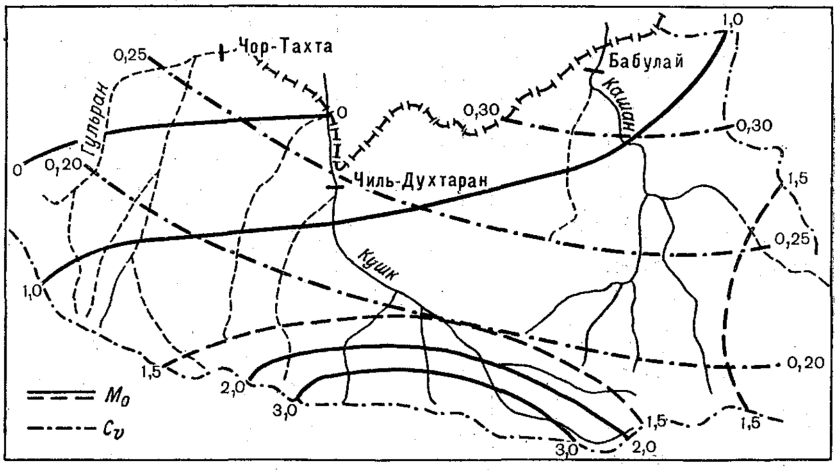


Рис. 4.24. Ориентировочные модули стока и коэффициенты вариации годового стока в бассейнах рек Кашан, Кушк и Гульран.

Средневзвешенная высота водосбора р. Кашан (до границ с СССР) составляет 1160 м, р. Кушк — 1080 м и р. Гульран (приток р. Кушк, впадающий в нее на территории СССР) — 950 м. Несмотря на то что высота водосбора р. Кушк меньше высоты водосбора р. Кашан, ее удельная водоносность выше как с учетом, так и без учета потерь воды на орошение (см. табл. 4.16). В обеих реках безвозвратные потери на орошение составляют около половины всего среднего многолетнего стока. Определенный по наблюденным данным коэффициент вариации годового стока р. Кушк оказывается меньше, чем у р. Кашан, что тоже не соответствует высотным характеристикам бассейна этой реки.

На рис. 4.24 приводятся ориентировочные положения изолиний модулей годового стока и коэффициентов вариации в бассейнах рек Кашан, Кушк, Гульран, а на рис. 4.25 — для всех бассейнов рек северо-западного региона.

Наблюдения в приграничном створе Чор Тахта на р. Гульран проводились только в течение одного года. Более половины года воды в реке нет, она полностью разбирается на орошение. Даже

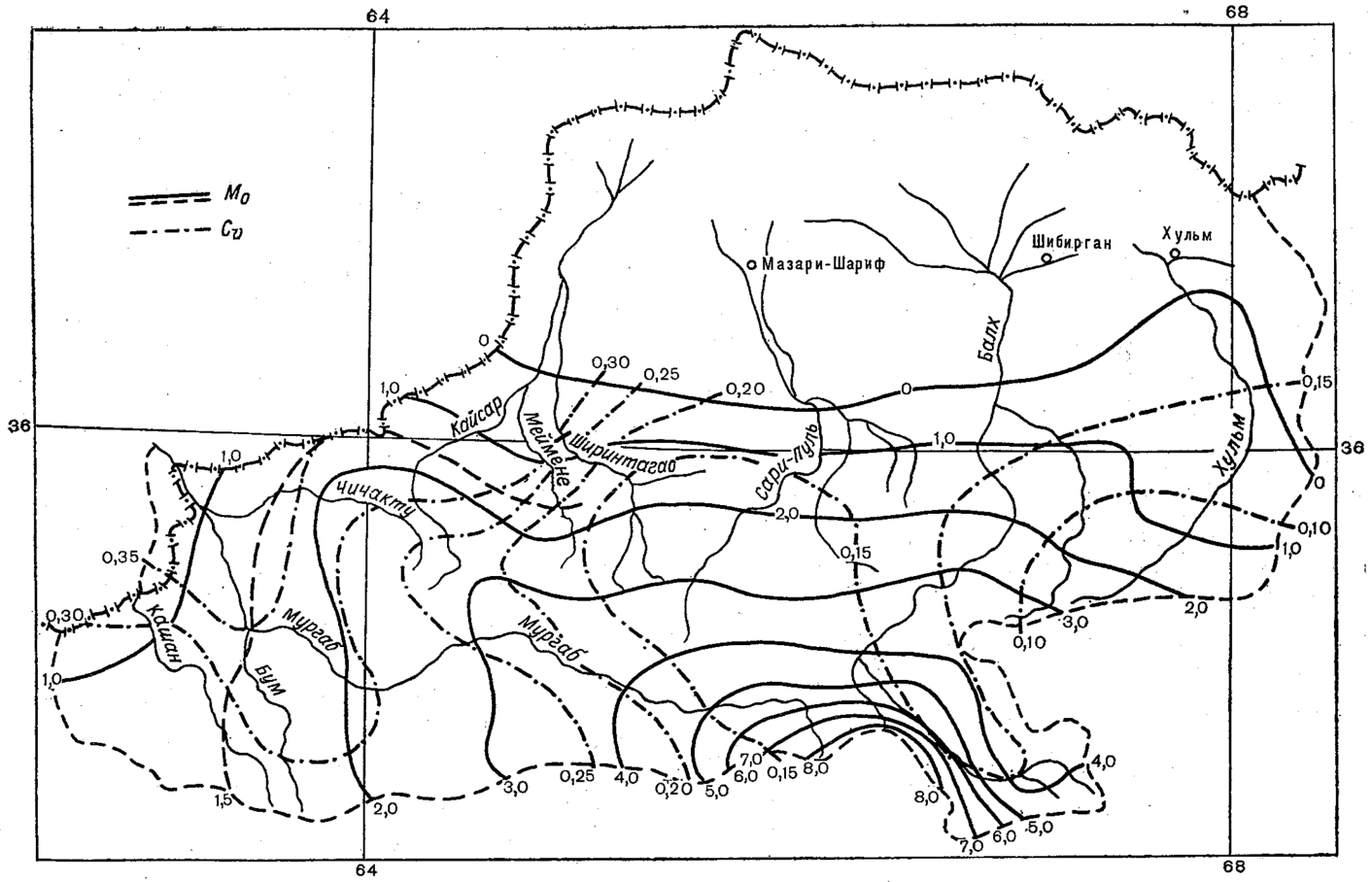


Рис. 4,25. Модули годового стока рек северо-западной части Афганистана.

с учетом потерь сток реки Гульран крайне мал, модуль стока около 0,7 л/(с·км²).

4.6. Сток рек бассейна р. Герируд

Река Герируд. Безвозвратные потери воды на орошение в верховьях невелики и до поста Чагчаран (152 км от истока) включительно не превышают 7 %.

После впадения р. Ковган, когда долина р. Герируд становится пригодной для возделывания с/х культур, разбор воды на орошение становится заметным, а в районе Гератского оазиса — очень большим и составляет более 20 % годового стока в пункте Рабати-Ахунд (табл. 4.17).

Таблица 4.17

Характеристики годового стока рек бассейна р. Герируд

№ поста (рис. 4.27)	Река—пост	Площадь водосбора, км²	По наблюдениям				С учетом потерь на орошение		
			Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{31}	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
1	Герируд — Даулатяр	2 840	25,5	9,0	0,35	4,4	26,5	9,33	0,34
2	Герируд — Чагчаран	6 090	33,5	5,5	0,36	4,6	35,8	5,88	0,35
3	Герируд — Тагаб-Газа	11 900	41,5	3,5	0,37	5,0	45,7	3,83	0,35
4	Герируд — Рабати-Ахунд	21 600	48,5	2,24	0,41	5,43	57,5	2,6	0,37
5	Герируд — Пули-Пуштун	26 100	35,5	1,36	0,53	35,6	64,5	2,4	0,39
6	Герируд — Пули-Хошеми	27 300	33,7	1,23	0,55	18,8	65,5	2,4	0,41
7	Герируд — Тирпуль	31 800	30,7	0,97	0,58	29,6	69	2,17	0,39
8	Ковган — Танги-Азу	2 030	1,95	0,96	0,38	6,7	2,7	1,33	0,32
9	Ковган — Лонгар	7 490	7,8	1,04	0,41	5,1	9,51	1,27	0,34
10	Карух — Герат	1 390	2,55	1,85	0,36	4,0	3,9	2,78	0,29
11	Сенджаб — Хуш-Рабат	65	0,35	5,8	0,43	0,35	0,35	5,83	0,43
12	Лаль — Шинья	1 680	5,65	3,12	0,33	4,1	5,65	3,12	0,33

На посту Рабати-Ахунд (404 км от истока) потери воды на орошение составляют уже 15 % и еще более возрастают вниз по течению. Особенно большие потери имеют место в зоне орошения Гератского оазиса и к посту Тир-Пуль (586 км от истока) составляют около 57 % для среднего по водности года (табл. 4.17).

Для р. Герируд характерна малая изменчивость среднего годового стока. Коэффициент вариации увеличивается вниз по течению реки от створа Даулатяр до створа Тагаб-Газа (332 км

от истока) всего на 3,0—3,5 %. Еще ниже по течению изменчивость увеличивается резко только в зоне интенсивного разбора воды на орошение (т. е. для расходов за вычетом потерь на орошение). На участке от Тагаб-Газа до Тирпуля значение C_v увеличивается в этом случае на 55 %, а с учетом безвозвратных потерь воды на орошение — на 17 %. Динамика изменения нормы годового стока и модуля стока хорошо прослеживается на графике изменения основных характеристик годового стока р. Герируд (рис. 4.26).

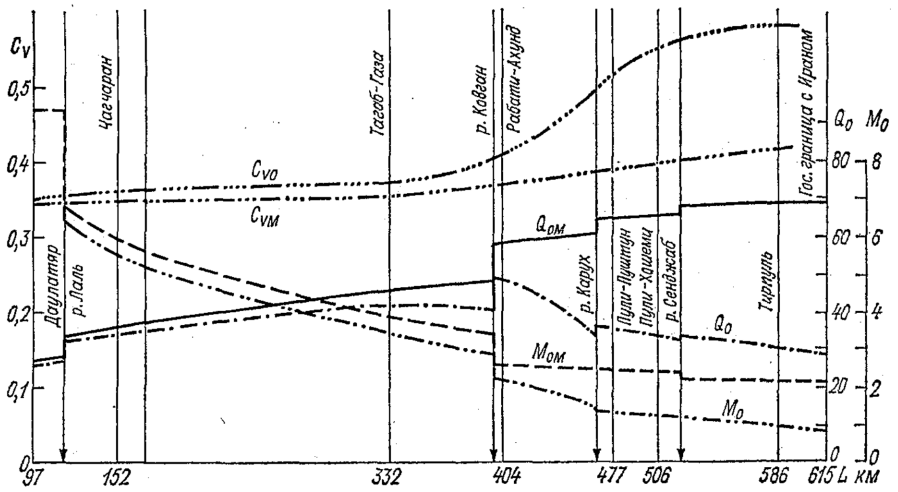


Рис. 4.26. Изменение характеристик годового стока по течению р. Герируд.

Роль орошения в формировании среднего годового стока р. Герируд, особенно в среднем течении, хорошо видна на рис. 4.26. Постоянное непрерывное увеличение расходов от устья р. Лаль до поста Тагаб-Газа на участке Тагаб-Газа — устье р. Ковган прекращается и после незначительного скачкообразного увеличения за счет стока р. Ковган расходы резко уменьшаются к посту Пули-Пуштун. Расходы уменьшаются и далее по течению, но не столь интенсивно.

Сток р. Герируд на территории СССР мал и полностью разбирается на орошение. Так как полная длина реки 1124 км, то на протяжении более пятисот километров, даже с учетом безвозвратных потерь на орошение, расход р. Герируд (Теджен на территории СССР) теряется. Расход самого значительного притока в нижнем течении р. Кешефруд, полностью расположенной на территории Ирана, существенно не изменяет общую картину динамики стока в нижнем течении.

Правая верхняя часть бассейна выше створа Даулатяр (*1* на рис. 4.27), ограниченная с юга водоразделом рек Лаль и Герируд, имеет удельную водоносность, в 3 раза превышающую водоносность

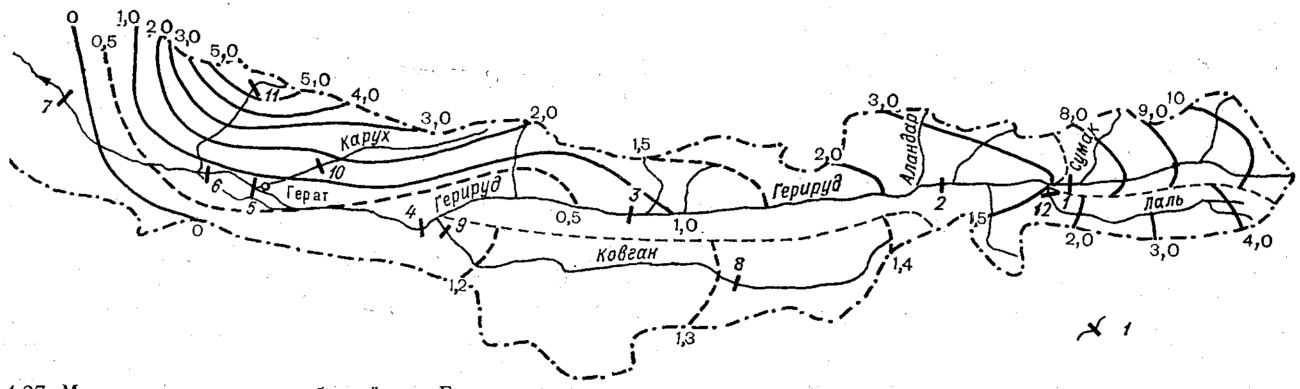


Рис. 4.27. Модуль годового стока бассейна р. Герируд.

1 — гидрологические посты по табл. 4.17.

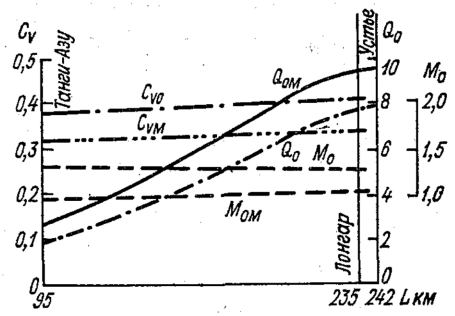


Рис. 4.28. Изменение характеристик годового стока р. Ковган.

бассейна р. Лаль. Ниже Даулатяра удельная водоносность р. Герируд резко падает, хотя и превышает немного водоносность бассейна р. Ковган.

Для р. **Ковган** характерно весьма малое изменение удельной водоносности вниз по течению реки: от $M_0=1{,}4$ л/(с·км^2) в верховьях реки до $M_0=1{,}2$ л/(с·км^3) в приустьевом участке.

Модуль стока правобережной части бассейна ниже поста Тагаб-Газа очень низкий, менее 1 л/(с·км^2), но далее вниз по течению, в бассейне р. Карух, вновь повышается и в верхней зоне бассейна р. Сенджаб достигает более 5 л/(с·км^2).

Приведенная схема позволяет хотя бы приближенно оценить сток малых притоков (рис. 4.27).

Сток р. Ковган, одного из самых значительных притоков р. Герируд, регистрировался в верховьях (Танги-Азу, 95 км от истока) и у устья (Лонгар, 235 км от истока). Потери воды на орошение на протяжении этой реки значительны и составляют около 18 % нормы стока. Продолжительность наблюдений на обоих постах позволяет получить при удлинении рядов достаточно репрезентативные значения характеристик. Изменчивость годового стока несколько выше, чем р. Лаль (C_v соответственно 0,38 и 0,41) для расходов с потерями на орошение. С добавлением потерь коэффициенты вариации годовых расходов такие же, как и в верховьях р. Герируд и у р. Лаль, рис. 4.28.

Мелкие правые притоки р. Герируд при несколько большей удельной водоносности, чем левые притоки, из-за малых площадей водосборов имеют сравнительно небольшие объемы годового стока, но так как их суммарная площадь значительна, то их сток составляет основную часть стока р. Герируд. Сток этих рек, впадающих в Герируд в пределах обрабатываемой долины, в значительной степени используется на орошение (например, р. Карух).

4.7. Сток рек юго-западной части РА

Реки бассейна р. Адраскан. Река Адраскан в нижнем течении Харутруд и ее главный приток Руд-и-Газ формируют сток на крайних западных отрогах системы Паропамиза, на северо-западных склонах хребта Сиахкох. По количеству выпадающих осадков этот район находится в более благоприятных условиях, чем зона среднего течения р. Герируд. Этим и определяется более высокая удельная водоносность верхней зоны бассейна р. Адраскан.

Сток р. Адраскан и притока Руд-и-Газ регистрировался в створах, расположенных неподалеку от их слияния. По данным наблюдений, модуль стока в верховьях р. Адраскан порядка 3 л/(с·км^2) и сравнительно быстро уменьшается до нуля в 120 км ниже слияния с р. Руд-и-Газ.

Потери годового стока на орошение сравнительно невелики из-за малых орошаемых площадей и составляют 17 % р. Руд-и-Газ и около 8 % р. Адраскан. Изменчивость годового стока велика — коэффициент вариации более 0,5 (табл. 4.18).

Таблица 4.18

Характеристики годового стока рек юго-западной части РА

№ поста рис. (4.29)	Река—пост	Площадь водосбора, км²	По наблюдениям				С учетом потерь на орошение		
			Q_0	M_0	C_v	Q_1/Q_{26}	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
1	Руд-и-Газ — Адраскан	2 180	5,35	2,45	0,64	12,7	6,45	2,95	0,56
2	Адраскан — Адраскан	1 970	6,34	3,22	0,56	6,9	6,88	3,49	0,52
3	Фарахруд — Петч-Танги	19 200	46,7	2,43	0,51	8,6	48,8	2,54	0,48
4	Фарахруд — Даулатабад	21 800	46,7	2,13	0,52	8,1	51,4	2,35	0,50
5	Фарахруд — Фарах	26 700	41,7	1,56	0,60	12,1	53,7	2,01	0,51
6	Мальманд — Шавалат	1 450	4,15	2,86	0,50	10,0	4,15	2,86	0,50
7	Хашруд — Диларам	5 580	15,6	2,79	0,82	46,8	15,6	2,46	0,82

Два небольших притока р. Адраскан, впадающих в нее в 60 км ниже р. Руд-и-Газ — реки Найяк и Вахал протяженностью около 90 км каждая — имеют малые водосборные площади, крайне изменчивый небольшой объем стока. Большую часть года они полностью пересыхают.

Вниз по течению р. Адраскан, особенно в пунктах Шинданд, Анардара и Калайкан, ее сток полностью разбирается на орошение и теряется в пустынной зоне севернее оз. Сабари.

На рис. 4.29 изолинии модуля стока построены с добавлением всех возможных потерь стока в этой зоне по среднемноголетним данным, но и при этом приустьевая треть площади бассейнов всех трех рек юго-западной зоны может считаться не стокоформирующей, а стокопоглощающей.

Реки бассейна р. Фарахруд. Самая крупная река этой зоны Фарахруд основной объем стока формирует в долине между хребтами Сиахкох и Чихильабдалан, а ее крупнейший приток р. Гор — на юго-восточных склонах хребта Чихильабдалан.

Постоянная и достаточно продолжительная регистрация расходов р. Фарахруд производилась только в трех створах в среднем течении реки.

Удельная водоносность в верхней части бассейна такая же, как и р. Адраскан, но большая площадь водосбора обусловливает формирование значительных расходов — 41 м³/с до впадения р. Мальманд. Потерь на орошение в верхней части бассейна практически нет, особенно интенсивный забор воды на орошение имеет место в районе г. Фарах.

Ниже устья р. Мальманд фактические расходы р. Фарахруд непрерывно уменьшаются, и по створу Фарах безвозвратные по-

тери воды на орошение могут быть оценены в 12 м³/с, т. е. составляют более 22 % среднего годового стока реки в этом пункте.

Ниже г. Фарах бассейн реки уже не является стокоформирующим, и даже при отсутствии забора воды на орошение имеют место большие потери воды на испарение (рис. 4.30).

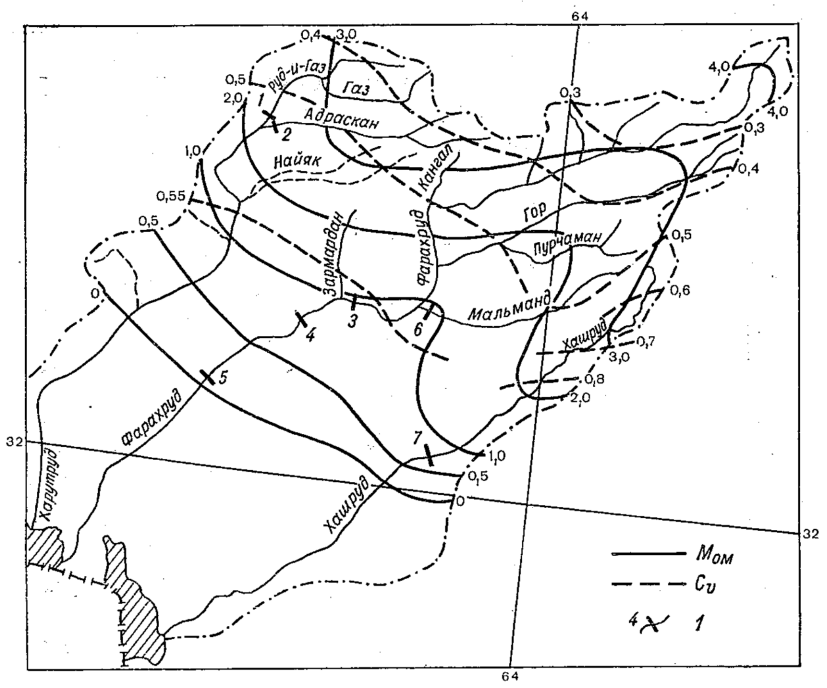


Рис. 4.29. Модули годового стока и коэффициенты вариации в бассейнах рек юго-западной части РА.

1 — гидрологические посты по табл. 4.18.

Изменение модуля стока по течению р. Фарахруд плавное, что свидетельствует об одинаковых модулях стока притоков и основной реки в месте их слияния.

Изменчивость годового стока сравнительно велика. Даже в верховьях реки коэффициент вариации более 0,20, а в створе Петч-Танги (428 км от истока) $C_v=0{,}48$ при расходах, исправленных на величину безвозвратных потерь воды на орошение, и $C_v=0{,}51$ по реальным наблюденным расходам. Ниже по течению реки коэффициент вариации годового стока еще увеличивается и достигает 0,55 в первом случае и 0,9 соответственно во втором.

Характеристики годового стока приведены в табл. 4.18 для трех гидрологических станций, расположенных в среднем течении р. Фарахруд. На притоках р. Фарахруд, кроме р. Мальманд, не велись гидрологические наблюдения, поэтому для них может быть

дана только приближенная оценка основных характеристик годового стока (табл. 4.19).

Ниже пункта Даулатабад до г. Фарах ряд пересохших русел в маловодные и в средние по водности годы в течение всего года не заполняются водой. В многоводные годы течение в них наблюдается только несколько дней в феврале и в марте. На всем этом участке с площадью водосбора около 2500 км² средний многолетний сток не намного превышает 1 м³/с.

Река Хашруд — истоки ее находятся южнее истоков р. Фарахруд, восточнее невысокого хребта Кохи Мальманд, поэтому удельная водоносность водосбора в верховьях немного меньше,

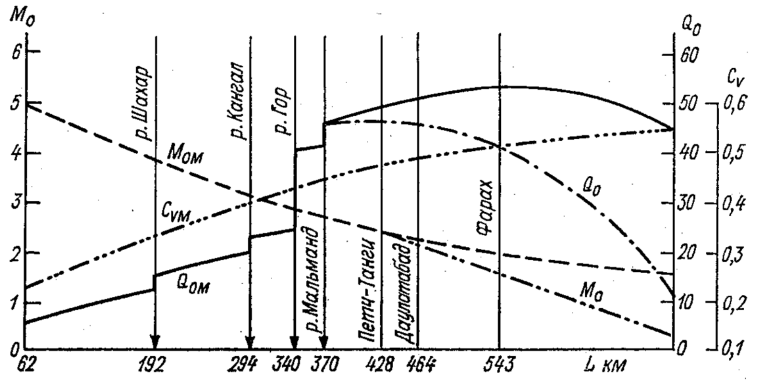


Рис. 4.30. Изменение основных характеристик годового стока р. Фарахруд.

чем р. Фарахруд. В то же время в пункте Диларам (где только и велись наблюдения за стоком), расположенном южнее, но на 160 м выше, чем пункт Фарах, модуль стока выше. Разбора воды

Таблица 4.19

Характеристики стока рек, не имеющих гидрологических постов

Река	Площадь водосбора, км²	Средний модуль стока M_0	Средний годовой расход Q_0	Коэффициент вариации C_v	Примечание
Фарахруд в верхнем течении	2700	3,50	9,45	0,24	До р. Мьянхали
Мьянхали	440	3,30	1,45	0,26	
Дарзау	375	3,20	1,20	0,30	
Шахар	310	3,00	0,93	0,33	
Ахери	250	3,00	0,75	0,37	
Кангал	750	2,90	2,18	0,40	
Гор	7000	2,30	16,0	0,31	
Пурчаман	2100	2,00	4,20	0,36	Приток р. Гор
Зармардан	850	1,50	1,28	0,48	

на орошение выше пункта Диларам практически нет, но ниже безвозвратные потери значительные и стока реки в оз. Хамун Пузак почти нет даже в весенний период.

Среднемноголетний расход в створе Диларам (308-й км от истока) составляет 15,6 м³/с. Непрерывные наблюдения здесь велись в течение 26 лет. Несмотря на отсутствие разбора стока на орошение, изменчивость средних годовых расходов очень велика (C_v=0,82).

В 30 км ниже пункта Диларам территория бассейна р. Хашруд уже не является стокоформирующей, модуль стока равен нулю (см. рис. 4.31).

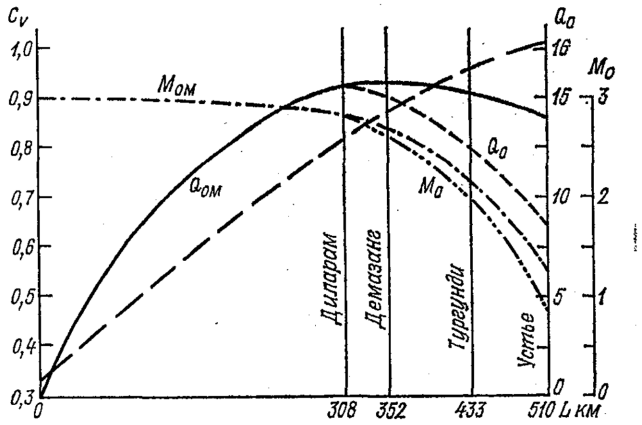


Рис. 4.31. Изменение основных характеристик р. Хашруд от истоков до устья.

В 44 км ниже пункта Диларам расположен пункт Демазанг, наблюдения за стоком р. Хашруд в котором велись только в 1978 г. В этом, многоводном, году потери годового стока на участке от Диларама до Демазанга составили 16,7 %.

По ориентировочным данным об орошаемых площадях и нормах полива при традиционном орошении в бассейне безвозвратные потери воды на орошение составляют: Демазанг — 1,6 м³/с, в устье реки — 6,05 м³/с. Фактические потери стока несколько больше, чем объясняется нарастающими потерями на испарение при расширении русла, образовании рукавов и уменьшении скорости потока в нижнем течении.

На рис. 4.31 показано изменение основных характеристик годового стока.

4.8. Сток рек бассейна р. Гильменд (без р. Аргандаб)

Сток **р. Гильменд** и ее правых притоков в верхней зоне формируется на южных склонах хребтов Баба и Банди-Баян. Высокие отметки зоны питания (вершины хребта Баба достигают 4600—4900 м), большее, чем у соседних более западных районов, количество осадков обусловливают значительный сток в верховьях.

Наибольший модуль стока имеет первый правый приток р. Съясанг — более 11 л/(с·км^2), а также р. Мархана — более 8 л/(с·км^2), сток которых формируется в самой высокой части хребта Баба.

Значение модуля стока постепенно уменьшается вниз по течению реки, и уже у поста Каджакай (538 км от истока) сток с прилегающих к реке территорий равен нулю.

Таким образом, стокоформирующей зоной бассейна р. Гильменд можно считать область, расположенную выше впадения р. Мусакала.

Сток регистрировался 12 гидрологическими постами, в том числе на р. Гильменд пятью, на притоках семью. Такие значительные по водности притоки, как Хурдак и Амрестан, вообще не имели гидрологических постов, и их сток определен нами по характеристикам смежных бассейнов и приращениям стока основной реки.

В бассейне р. Гильменд развито орошение всех удобных для возделывания сельскохозяйственных культур земель, поэтому потери стока на орошение имеют место уже в верхнем течении реки. Например, в среднем потери стока р. Мархана составляют около 4 %, р. Пенджаб — около 14 %, р. Кадж — около 6 %. Отнесенные к объему стока Гильменда безвозвратные потери на орошение в стокоформирующей зоне невелики и составляют для поста Каджакай около 8,5 %.

Ниже разбор воды на орошение резко увеличивается. После постройки водохранилища Каджакай, обеспечивающего сезонное регулирование стока р. Гильменд, на участке Гиришк — Лашкаргах — Дарвешан было создано несколько крупных оросительных систем, и в настоящее время объем потерь воды на орошение может быть оценен в следующих размерах: а) по пункту Гиришк — 12,4 % (более 25 м^3/с), б) по пункту Лашкарга — 16 % (более 32 м^3/с), в) по пункту Дарвешан — 28,5 % (более 78 м^3/с с учетом потерь в бассейне р. Аргандаб).

Средний многолетний сток р. Аргандаб с потерями воды на орошение составляет около 30 м^3/с и существенно не влияет на режим реки ниже места впадения. В связи с отсутствием стока с прилегающих территорий, большими потерями воды на орошение и испарение в нижнем течении р. Гильменд можно было бы ожидать более быстрого падения расходов вниз по течению, что фактически не наблюдается (рис. 4.32). Видимо, в русло реки поступают подземные воды (табл. 4.20).

Изменчивость средних годовых расходов средняя, четко прослеживается постепенное увеличение коэффициента вариации вниз по течению реки. Внезапное, скачкообразное, незначительное уменьшение коэффициента вариации у поста Каджакай объясняется небольшим регулирующим влиянием водохранилища, обеспечивающим некоторое межгодовое перераспределение стока. Ниже коэффициент вариации опять постепенно увеличивается до впадения р. Аргандаб, большая многолетняя неравномерность

Таблица 4.20

Характеристики годового стока р. Гильменд и ее притоков

№ поста рис. 4.35	Река—пост	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора км²	По наблюдениям			С учетом потерь на орошение		
				Q_0	M_0	C_v	$Q_{0м}$	$M_{0м}$	C_v
1	Гильменд — Гардандеваль	24	605	4,26	7,04	0,21	4,26	7,04	0,21
2	Гильменд — Гизаб	334	20 700	115	5,54	0,26	117	5,64	0,25
3	Гильменд — Дераут	471	37 000	179	4,84	0,30	185	5,00	0,28
4	Гильменд —Кадджакай	538	46 600	191	4,10	0,29	209	4,48	0,26
5	Гильменд — Гиришк	629	58 100	178	3,07	0,31	208	3,56	0,28
6	Гильменд — Лашкаргах	669	61 700	168	2,72	0,32	206	3,34	0,29
7	Гильменд — Дарвешан	731	118 000	198	1,67	0,47	277	2,34	0,40
8	Гильменд — Малахан	889	133 000	194	1,46	0,48	276	2,08	0,40
9	Гильменд — Чорбурджак	1060	137 000	183	1,34	0,49	269	1,97	0,40
10	Гильменд — Хвабга	1150	138 000	180	1,31	0,49	265	1,92	0,42
11	Сьясанг — Гардандеваль	24	160	1,78	11,1	0,22	1,86	11,6	0,22
12	Мархана — Дахане Ришка	41	1 080	8,73	8,08	0,23	9,09	8,42	0,22
13	Пенджаб — Варас	56	1 710	10,2	5,96	0,37	11,8	6,90	0,32
14	Кадж — Яхдан	286	11 600	42,0	3,62	0,25	44,6	3,85	0,24
15	Тирин — Уросган	70	1 060	7,30	6,87	0,21	8,10	7,64	0,20

стока которой повышает изменчивость расходов р. Гильменд в нижнем течении. Несмотря на некоторый забор воды на орошение в нижнем течении, изменчивость расходов остается на всем протяжении стабильной, что еще раз свидетельствует о регулирующей роли подземного питания в этой зоне.

Обращает на себя внимание тот факт, что отсутствие поступления воды с прилегающих территорий ($M_0=0$) ниже поста Кадджакай приводит к заметному уменьшению стока по течению реки даже с добавлением расходов на орошение, особенно на участке от устья р. Мусакала до устья р. Аргандаб. Здесь река имеет широкое русло, притока подземных вод практически нет, а потери на испарение становятся значительными.

Изменчивость средних годовых расходов правых притоков р. Гильменд также возрастает с северо-востока на юго-запад. Аномальным является сравнительно высокий коэффициент вариации расходов у поста Варас на р. Пенджаб ($C_v=0{,}32$), тогда как

у расположенного значительно юго-западнее поста Яхдан на р. Кадж $C_v = 0{,}24$.

Притоки р. Гильменд. Кроме р. Аргандаб, слева в р. Гильменд впадают только два более или менее значительных притока Амрестан и Тирин.

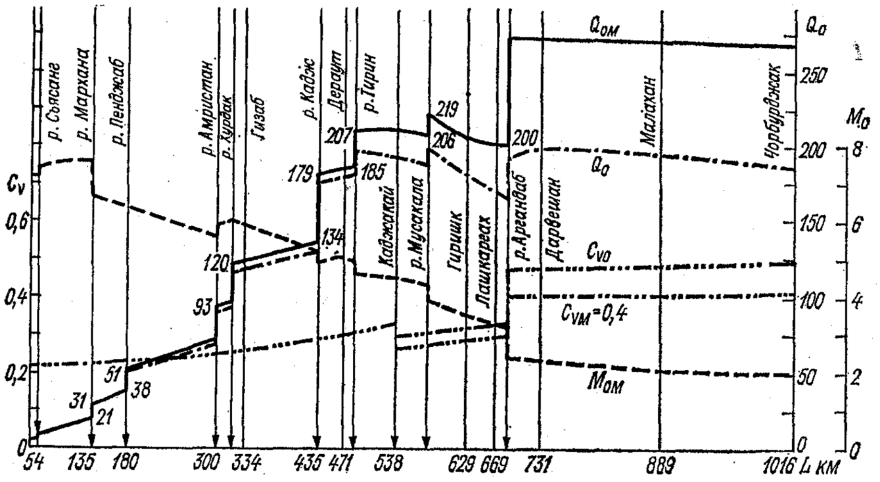


Рис. 4.32. Изменение характеристик годового стока р. Гильменд.

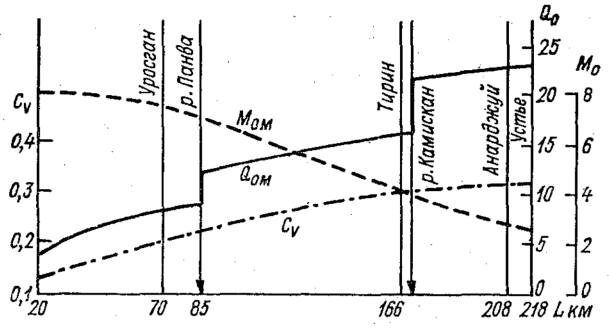


Рис. 4.33. Изменение основных характеристик годового стока р. Тирин.

Река Тирин достаточно хорошо изучена, ее сток регистрировался в верхнем, среднем и нижнем течении. В верхнем течении р. Тирин имеет сравнительно, для данного широтного расположения бассейна, высокий модуль стока — более 7 л/(с·км²). Область питания верхней части реки — северо-западные склоны хребта Кафарджаргар с высотами до 4000 м. Вниз по течению реки модуль стока быстро уменьшается до 1 л/(с·км²) в приустьевом районе. На рис. 4.33 приведены характеристики, исправленные на величину безвозвратных потерь на орошение, которые даже в верховьях реки достигают 10 %, в среднем течении — 15,5 %, в ниж-

нем — 28 %. Изменчивость годового стока средняя: от $C_v=0{,}2$ в верховьях реки до $C_v=0{,}32$ у устья.

Хотя за стоком р. Амрестан наблюдений не велось, общие закономерности изменения модуля стока позволяют определить его среднее значение для всего бассейна 6,4 л/(с·км²).

Приближенные значения характеристик годового стока, исправленные на потери на орошение, приведены для рек, на которых не было наблюдений, в табл. 4.21. В этой таблице приведены расходы и модули стока и для тех притоков, на которых наблюдения проводились, но в пунктах, не характеризующих бассейн в целом.

Таблица 4.21

Характеристики годового стока притоков р. Гильменд

Река	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км²	Q_0	M_0	C_v
Сьясанг	32	210	2,1	10,5	0,22
Мархана	47	1 110	9,3	8,4	0,22
Пенджаб	91	2 450	16,2	6,6	0,34
Хурдак	177	4 760	25,2	5,3	0,30
Рабатак	57	1 040	4,5	4,3	0,30
Верхний Кадж	119	3 550	16,0	4,5	0,22
Руф	60	1 600	6,1	3,8	0,22
Караджангал	95	2 280	6,8	3,0	0,24
Кадж	293	11 600	44,7	3,8	0,24
Мусакала	171	7 560	13,6	1,8	0,66
Амрестан	157	3 270	20,9	6,4	0,26
Богурлуг	50	750	3,7	4,9	0,28
Тирин	218	8 220	23,0	1,8	0,30
Камисан	88	1 430	4,9	3,4	0,32

Реки Руф, Караджангал являются притоками р. Кадж, р. Камисан — приток р. Тирин, Верхний Кадж — верховья р. Кадж выше устья р. Руф.

Река Кадж — самый большой приток р. Гильменд, за исключением р. Аргандаб. Область питания расположена южнее хребта Банди-Баян, восточнее хребта Чихильабдалан и близка к области питания р. Фарахруд. Отметки бассейна в целом высокие (около 2600 м), чем и объясняется сравнительно высокая удельная водоносность бассейна и стабильность годового стока (рис. 4.34). С севера на юг, от верховьев к устью, модуль стока изменяется от 5,5 до 2 л/(с·км²). Изменчивость годового стока меньше, чем расположенных севернее рек и чем в верховьях р. Фарахруд, что может быть объяснено наличием устойчивого подземного питания, но это требует проверки.

Совершенно особое положение в системе рек верхней части бассейна р. Гильменд занимает р. Мусакала. Бассейн расположен

значительно южнее бассейна р. Кадж и отгорожен с востока от рек Кадж и Гильменд хребтом Кохи-Хурд. Ограниченный с севера горами Наганак Гар, с юга бассейн р. Мусакала открыт в сторону пустыни Дашти-Марго, поэтому удельная водоносность мала. Модуль стока колеблется от 3,0 л/(с·км²) в верховьях до нуля за 20—25 км до устья.

Так как сток р. Мусакала полностью зависит от дождей над территорией бассейна, то он очень неравномерен, его годичные колебания велики и коэффициент вариации достигает 0,65—0,75. В этом отношении сток этой реки весьма сходен со стоком р. Хашруд, находящейся в сходных условиях. На рис. 4.35 пока-

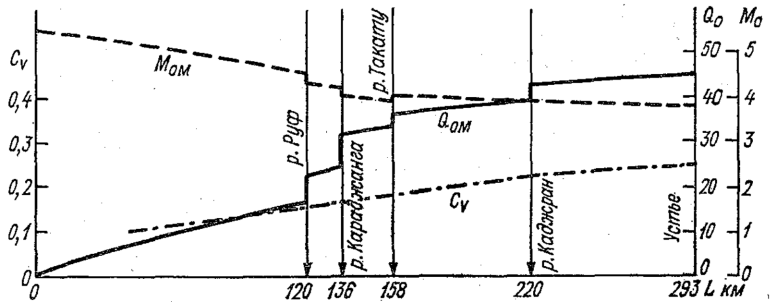


Рис. 4.34. Изменение основных характеристик годового стока р. Кадж.

заны модули среднемноголетнего стока на всей стокообразующей зоне р. Гильменд, а также схема нижней части бассейна.

Ниже устья р. Аргандаб, несмотря на то что стока с прилегающих территорий нет, расходы р. Гильменд у поста Дарвешан несколько превышают суммарный расход р. Гильменд до впадения р. Аргандаб и расход р. Аргандаб (см. график Q_0 на рис. 4.32). Это объясняется поступлением некоторого количества сбросных расходов из оросительных систем, забор воды в которые произведен на участке Каджакай — Гиришк — Лашкаргах.

4.9. Сток рек бассейна р. Аргандаб

От верхней, стокоформирующей, части бассейна р. Гильменд бассейн р. Аргандаб отделяют хребты Шах-Максуд и Кафарджагар (Мазар). Эти хребты, как указывалось в гл. 2, являются естественной границей муссонных дождей, распространяющихся восточнее, поэтому условия формирования годового стока рек значительно отличаются от условий в бассейне р. Гильменд.

Правые притоки р. Аргандаб — короткие, с большими уклонами, формирующиеся на южных склонах хребта Кафарджагар. Остальные крупные реки бассейна Тарнак, Лора, Аргастан и Дори текут по плоскогорью между хребтами Максуд — Кафарджагар и Ходжа Амран — Тобакакар. Последние расположены уже

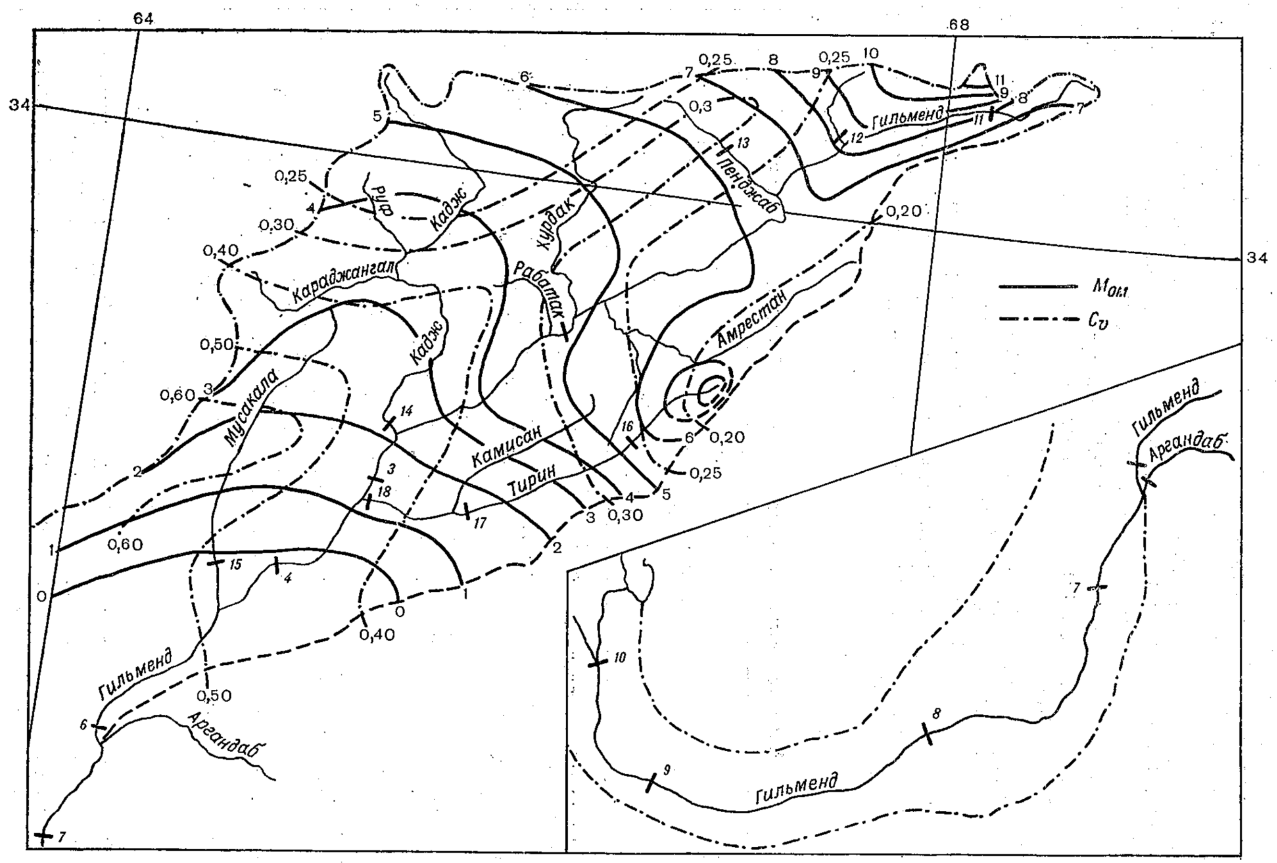


Рис. 4.35. Модули годового стока рек бассейна р. Гильменд. Номера гидрологических постов по табл. 4.20.

на Пакистанской территории. Удельная водоносность плоскогорья очень мала. Модуль стока уменьшается с северо-востока на юго-запад с 5 л/(с·км²) в верховьях р. Аргандаб до нуля по линии водохранилище Аргандаб — с. Маруф (см. рис. 4.37).

Более 0,4 территории бассейна является стокопоглощающей, не дает приращения расходов даже с поправками на безвозвратные потери воды на орошение. Эти потери значительны и могут быть приближенно определены в следующих размерах: 1) верхняя зона р. Аргандаб (Санги-Маша) — 10 %, 2) весь бассейн р. Аргандаб — более 60 %, 3) Тарнак — 86 %, 4) р. Аргастан — 56 %, 5) р. Дори — 82 %.

Водохранилище Аргандаб, расположенное на р. Аргандаб севернее г. Кандагар, сезонного регулирования, но, как и водохранилище Каджакай на р. Гильменд, частично перераспределяет годовой сток, чем и обусловлено уменьшение коэффициента вариации годового стока ниже водохранилища (табл. 4.22 и рис. 4.36).

Таблица 4.22

Характеристики годового стока рек бассейна р. Аргандаб

№ поста (рис. 4.37)	Река—пост	Площадь водосбора, км²	Расстояние от истока, км	По наблюдениям			С учетом потерь на орошение		
				Q_0	M_0	C_v	$Q_{ом}$	$M_{ом}$	C_v
1	Аргандаб — Санги-Маша	2 160	96	8,42	3,92	0,28	9,35	4,34	0,27
2	Аргандаб — Мизан	9 310	283	37,5	4,0	0,52	40,2	4,32	0,49
3	Аргандаб — выше вдхр	11 500	348	40,8	3,54	0,46	44,2	3,83	0,45
4	Аргандаб — ниже вдхр	13 000	370	39,4	3,04	0,43	44,0	3,39	0,41
5	Аргандаб — Бахи Пуль	14 200	414	21,4	1,50	0,78	40,9	2,87	0,56
6	Аргандаб — Кала-и-Бост	52 900	557	26,2	1,84	0,90	73,6	1,39	0,53
7	Тарнак — Шахджуй	3 140	105	1,33	0,42	0,21	8,56	2,72	0,15
8	Лора — Шинкай	2 930	108	2,69	0,92	0,39	7,55	2,58	0,23
9	Аргастан — Кандагар	15 200	327	5,06	0,33	0,95	11,5	0,75	0,63
10	Дори — Тахнапул	46 200	128	1,32	0,31	0,83	7,15	1,71	0,36

Ниже водохранилища до пункта Бахи-Пуль на орошение разбирается более половины стока, а общий сток р. Дори с притоками пополняет сток р. Аргандаб только на 11 м³/с (за вычетом расходов на орошение).

Таким образом, до впадения р. Дори сток р. Аргандаб меньше, чем в приустьевом створе, на 6 м³/с. Поступлений от р. Кишки

Находят нет, так как эта река — суходол, хотя и заполняемый в отдельные годы при муссонных дождях, но сток ее доходит до р. Аргандаб только в объеме 0,5—0,7 м³/с.

Приведенные в табл. 4.23 значения годового стока не характеризуют полностью притоки р. Аргандаб, так как гидрологические посты на них расположены не в приустьевых створах. Представляющие определенный интерес сведения о полном стоке рек бассейна в характерных точках получены ориентировочно по карте

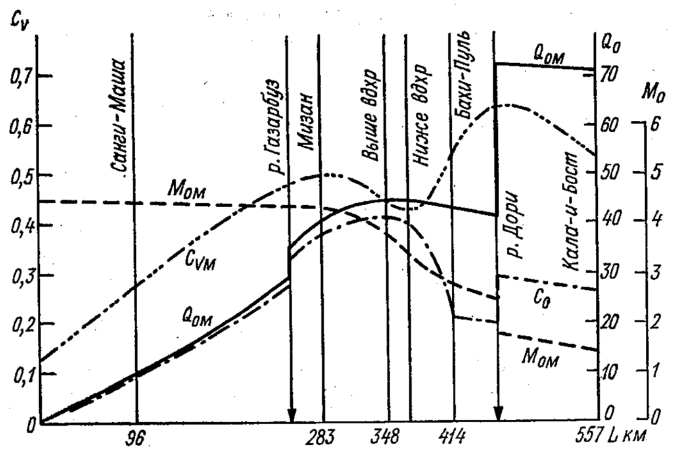


Рис. 4.36. Изменение характеристик годового стока р. Аргандаб от истока до устья.

модулей стока, составленной на основании характеристик, определяемых для гидрологических постов, и характеристик соседних бассейнов.

На фоне относительно большой изменчивости средних годовых расходов рек бассейна р. Аргандаб, вызванной крайне несистема-

Таблица 4.23

Характеристики годового стока рек бассейна р. Аргандаб в приустьевых створах

Река—створ	Площадь водосбора, км²	$Q_{ом}$	$M_{ом}$	C_v	Примечание
Тарнак — Калат	6 020	12,0	2,0	0,20	
Тарнак — устье	9 140	10,5	1,1	0,25	
Лора — с. Аргастан	4 140	4,1	1,0	0,25	В месте слияния рек
Маруф — с. Аргастан	6 200	9,3	1,5	0,40	
Аргастан — устье	15 500	11,6	0,75	0,63	
Дори — Доаб (устье)	32 000	30,4	0,95	0,45	
Газарбуз — устье	1 500	4,8	3,2	0,35	
Джангали — устье	550	2,5	4,5	0,25	

тическими (и неежегодными) муссонными дождями весьма различной интенсивности, достаточно стабильными выглядят средние годовые расходы р. Тарнак. Это объясняется сравнительно постоянным подземным питанием, доля которого в общем стоке реки еще не определена.

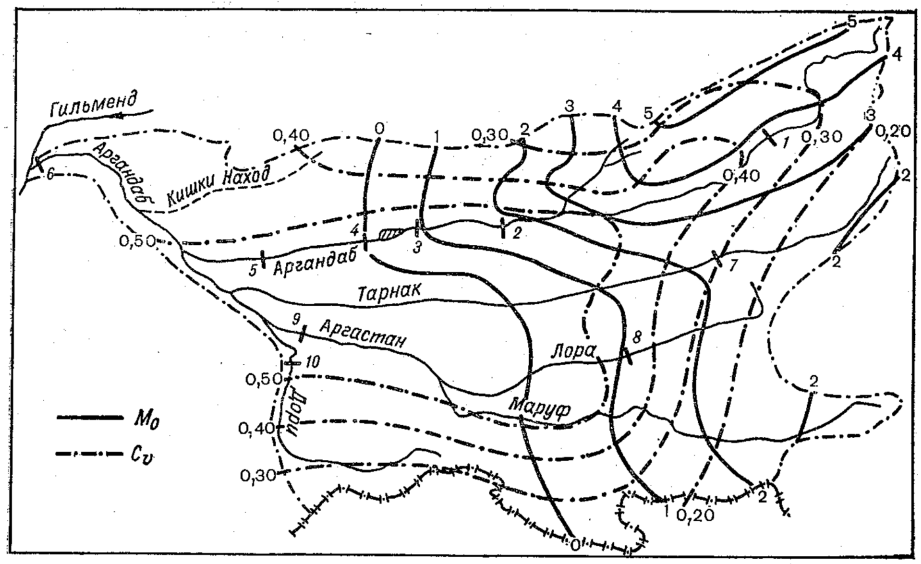


Рис. 4.37. Модули годового стока рек бассейна р. Аргандаб.
Номера гидрологических постов — по табл. 4.22.

Модули стока и коэффициента изменчивости с учетом безвозвратных потерь на орошение приведены на схеме (рис. 4.37).

4.10. Сток рек бассейна р. Газни

В зоне слияния рек Газни, Барикаб и Сараб построено водохранилище Серадж (плотина Банди-Султан) сезонного регулирования, обеспечивающее орошение земель в окрестностях г. Газни. Непродолжительные наблюдения за стоком имели место на р. Барикаб выше водохранилища, на р. Сараб и непосредственно ниже водохранилища.

Разбор воды на орошение значительный и ниже водохранилища Серадж составляет 27 % стока, а в створе поста «Мост Газни», расположенном ниже г. Газни,— уже 68 %.

В промежутке между водохранилищем и постом «Мост Газни» имеет место аномальное повышение расходов (Наубурджа), объясняемое как возвратом части вод, забираемых выше на орошение, так и выклиниванием части фильтрующейся из водохранилища воды.

Ниже г. Газни реки Съягель и Занахан пополняют сток р. Газни незначительно — около 1 м³/с с учетом безвозвратных потерь на орошение. Таким образом после впадения р. Съягель расход р. Газни за вычетом безвозвратных потерь на орошение составляет немногим более 2 м³/с, а с учетом потерь на орошение — около 5 м³/с.

Расход р. Газни до р. Джилга (Гардез) постепенно уменьшается и пополняется за счет этого притока лишь на 1 м³/с, так как сток р. Джилга ниже водохранилища Сарде более чем на 80 %

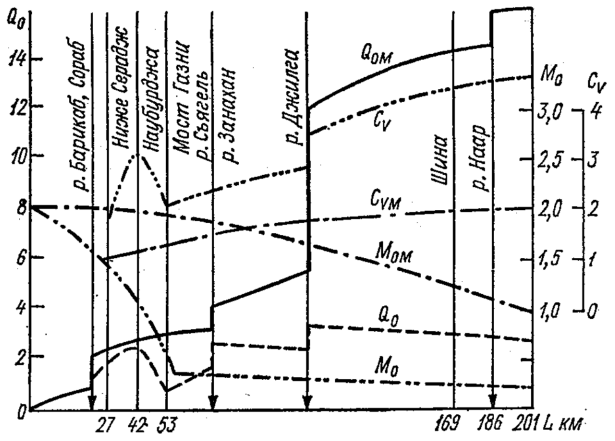


Рис. 4.38. Изменение основных характеристик годового стока р. Газни от истока до устья.

разбирается на орошение. С добавлением безвозвратных потерь воды на орошение сток р. Газни после впадения р. Джилга оценивается в 14 м³/с. Модуль стока прилегающих территорий после впадения р. Джилга лишь не намного больше нуля, поскольку повышение среднего годового расхода ниже по течению незначительное. Норма стока р. Газни у поста Шина, расположенном в 32 км от устья, составляет 14,4 м³/с. За вычетом безвозвратных потерь воды на орошение средний годовой расход реки здесь всего 3 м³/с.

Сток р. Наар полностью разбирается на орошение, а с учетом этих потерь в ее устье составляет всего около 1,5 м³/с. Таким образом, расход р. Газни в устье с учетом всех возможных потерь на орошение определяется в 16 м³/с, а за вычетом безвозвратных потерь — около 3 м³/с (рис. 4.38).

Модуль стока в связи с интенсивным разбором воды на орошение сильно уменьшается в верхнем течении и незначительно от г. Газни до устья, с учетом разбора воды на орошение на всем протяжении реки плавно изменяется от 2 до 1 л/(с·км²).

В табл. 4.24 приведены значения основных характеристик стока рек бассейна р. Газни, реальные Q_0 (продолжительность

Таблица 4.24

Характеристики годового стока рек бассейна р. Газни

№ поста (рис. 4.40)	Река—пост	Расстояние от истока, км	Площадь водосбора, км²	По наблюдениям			С учетом потерь на орошение		
				Q_0	M_0	C_v	$Q_{ом}$	$M_{ом}$	C_v
1	Парк — Парк Дешт	23	260	0,40	1,54	0,52	0,40	1,52	0,52
2	Газни — ниже Сарадж		1 165	1,68	1,44	0,16	2,30	1,97	0,14
3	Газни — Наубурджа		1 425	2,59	1,82	0,31	2,73	1,91	0,26
4	Газни — Мост Газни		1 555	0,95	0,61	0,20	3,01	1,94	0,13
5	Газни — Шина	169	11 680	3,02	0,26	0,44	14,4	1,23	0,20
6	Джилга — Мечалгу		65	0,69	10,6	0,23	0,69	10,6	0,23
7	Джилга — Гардез		1 065	1,32	1,24	0,36	4,16	3,9	0,30
8	Джилга — ниже Сарде		4 340	1,05	0,24	0,66	6,45	1,49	0,46
9	Палту — Сарафсар		105	0,69	6,57	0,58	0,69	6,57	0,58
10	Палту — выше Сарде		805	0,55	0,68	0,64	1,23	1,52	0,55
11	Съягель — Съягель		145	0,21	1,45	0,35	0,35	2,41	0,29
12	Барикаб — выше Серадж		165	0,16	1,0	0,35	0,16	1,0	0,35
13	Сораб — выше Серадж		730	1,05	1,44	0,13	1,05	1,44	0,13

наблюдений от 5 до 11 лет) и исправленные на вероятные потери стока на орошение ($Q_{0м}$).

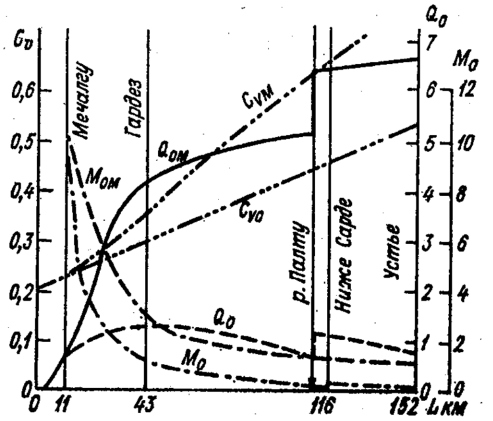
Интенсивный разбор стока на орошение, возврат части отбираемой воды концевыми водосбросами оросительной сети приводят к аномальному характеру изменения коэффициента вариации на участке от водохранилища Серадж до г. Газни (см. рис. 4.38 график C_v). Далее изменчивость расходов быстро растет, скачкообразно повышается после впадения р. Джилга и достигает 0,44 по посту Шина.

Для неискаженного стока следует предполагать равномерное изменение коэффициента вариации от 0,1 ниже водохранилища Серадж до 0,2 по посту Шина.

Более плавно изменяются характеристики стока по длине р. Джилга (рис. 4.39). Наблюдения за стоком велись в трех пунктах: в 7; 43 и в 116 км от истока. Последний пост расположен ниже водохранилища Сарде и данные, полученные по этому посту, свидетельствуют об исключительно сезонном регулировании стока этим водохранилищем, не оказывающим никакого влияния на характеристики годового стока.

Сразу же после поста Мечалгу до г. Гардез на орошение и на бытовые нужды разбирается более двух третей годового стока.

Рис. 4.39. Изменение основных характеристик годового стока р. Джилга от истока до устья.



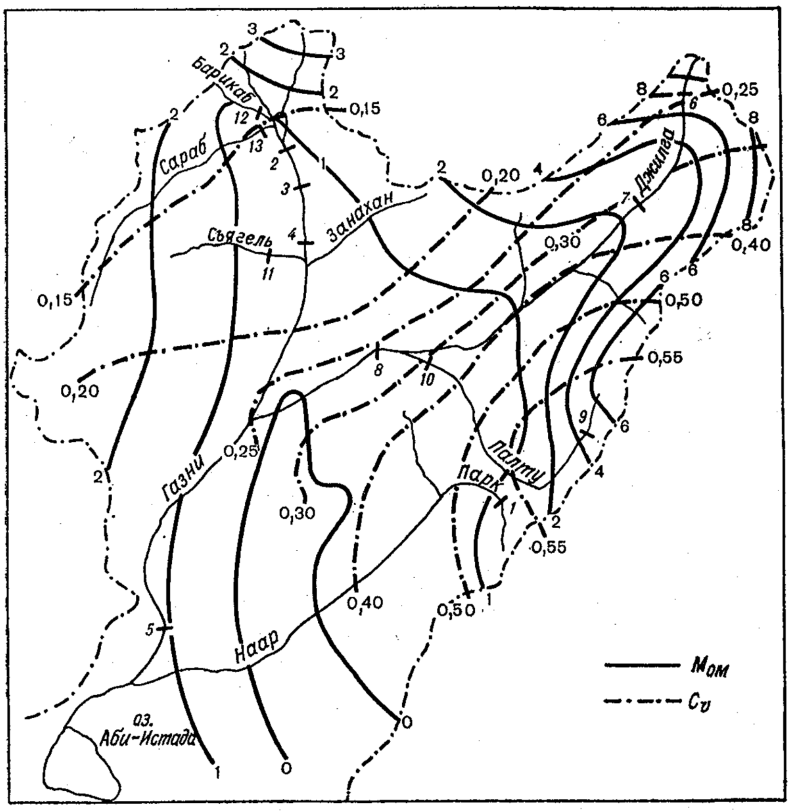


Рис. 4.40. Модули годового стока рек в бассейне р. Газни с учетом потерь на орошение. Номер поста — по табл. 4.24.

В верхней части течения р. Джилга удельная водоносность в три раза больше, чем в верховьях р. Газни, поэтому, несмотря на интенсивный разбор воды, к посту Гардез расход увеличивается вдвое, а если учесть количество воды, разбираемое на орошение, то расход реки на этом участке возрастает почти в 7 раз (рис. 4.40).

Модуль стока резко уменьшается на участке Мечалгу-Гардез и постепенно далее до устья. Сток р. Палту, в значительной степени разбираемый на орошение в нижнем течении реки, не вносит существенных изменений в значения характеристик, кроме среднего годового расхода.

Изменчивость расходов годового стока р. Джилга сравнительно велика. Даже у истоков реки коэффициент вариации более 0,20 и достигает ниже водохранилища Сарде для расходов за вычетом потерь на орошение 0,66, с учетом этих потерь соответственно $C_v=0{,}46$. Изменение коэффициента вариации почти линейное.

По значениям модуля стока, исправленным на потери на орошение, построена карта-схема, при составлении которой учтено высотное положение постов и отдельных частей территории бассейна (рис. 4.40).

4.11. Определение коэффициента вариации годового стока по формулам, рекомендуемым для среднеазиатского региона СССР

Для определения коэффициента вариации годового стока в горных районах при средневзвешенной высоте бассейна более 2000 м рекомендуется формула

$$C_v = A/H_{\text{ср}}^m. \tag{4.5}$$

Для горных районов Средней Азии В. Л. Шульц [73] рекомендует принимать $A=2300\div2500$ и $m=-1{,}18$.

Проведенный автором анализ показал приемлемость формулы (4.5) только для рек снего-ледникового питания вне зоны влияния муссонных дождей.

Сеид Ахмад Шах в 1982—1983 гг. провел определение средневзвешенных высот площадей водосборов по основным гидрологическим постам в бассейнах рек Кокча и Кундуз и установил полную приемлемость формулы (4.5) для этих бассейнов при $m=-1{,}18$ и $A=2000$. При этом значение A имеет тенденцию к некоторому уменьшению с востока на запад.

В табл. 4.25 приведены значения C_v определенные по формуле (4.5) при $A=2000$ и $m=1{,}18$ для нескольких постов в бассейнах рек Кундуз и Кокча и по данным наблюдений.

Учитывая общую тенденцию повышения значения A в формуле (4.5) к северо-востоку, можно ориентировочно определить коэф-

Таблица 4.25

Значения C_v по формуле (4.5) для бассейнов рек Кундуз и Кокча

Река—пост	$H_{ср}$ м	C_v		
		по (4.5)	по ряду наблюдений	отклонение, %
Кокча — Ходжагар	2890	0,16	0,17	—3
Кокча — Джурм	3400	0,14	0,12	+12
Кундуз — Чардара	2460	0,20	0,20	—3
Кундуз — Пули-Хумри	2730	0,18	0,17	+3
Банги — Пули-Банги	2420	0,20	0,19	+5
Ханабад — Талукан	2860	0,17	0,16	+4

фициенты вариации годового стока для бассейна р. Бахан, рек Шева и Рустак:

Река	$H_{ср}$	A	C_v
Вахан	4750	2400	0,12
Шева	3910	2200	0,13
Рустак	1800	2000	0,29

Для бассейнов со снего-дождевым и дождевым питанием использование формулы (4.5) на территории РА практически невозможно.

В бассейнах северо-западных рек от Хульма до Ширинтагао влияние значительной доли подземного питания приводит к понижению фактической изменчивости по сравнению с расчетной по (4.5), а влияние крайне неравномерного выпадения дождей в весенний период, целиком зависящих от характера средиземноморского фронта в данном году, в бассейнах рек Герируд, Адраскан, Фарахруд, Хашруд обусловливает увеличение фактической изменчивости по сравнению с расчетной даже в створах, для которых $H_{ср}=2000$ м. Бассейны рек Аргандаб, Газни, Куррама, юго-восточная половина бассейна р. Кабул подвержены, кроме того, частичному воздействию муссонных дождей, поэтому для них полностью неприемлемо определение C_v по (4.5).

Кроме бассейнов северо-восточной части РА, определение коэффициента вариации годового стока по (4.5) исходя из сказанного выше возможно лишь для правых притоков р. Кабул, имеющих в основном снеголедниковое питание, т. е. для рек Панджшир, Лагман, Кунар. В табл. 4.26 приведены величины C_v, определенные по формуле (4.5) при $m=1{,}18$ и $A=2400$ для некоторых створов по этим рекам.

Характерно, что $A=2400$ для рек Панджшир, Лагман и Кунар, формирующихся на склонах Гиндукуша, имеющих южную экспозицию, практически равна значению A, определяемому Шульцем [73] для правых притоков р. Пяндж. Реки, формирующиеся

Таблица 4.26

Значения C_v по формуле (4.5) для северных (левых) притоков р. Кабул

Река—створ	H м	C_v		
		по (4.5)	по ряду наблюдений	отклонение, %
Панджшир — Шухи	2800	0,20	0,20	+3
Лагман — Пули-Каргаи	2700	0,22	0,24	—10
Кунар — Пули-Кама	3700	0,15	0,14	+6

на склонах с северной экспозицией (например, Кокча и Кундуз), имеют значительно меньшее значение A, хотя и общую ледниковую область на водоразделе.

СНиП 2.01—14—83 и ряд руководств по определению гидрологических характеристик [23, 53] рекомендуют определять изменчивость годового стока при известном модуле M_0 годового стока по формуле

$$C_v = \frac{\alpha}{M^{0,4}(F+1000)^{0,1}}, \qquad (4.6)$$

где F —площадь водосбора в км², а коэффициент α устанавливается по данным рек-аналогов.

Анализ показал малую изменчивость параметра α как в пределах одного бассейна, так и по стране в целом, что свидетельствует о приемлемости применения формулы (4.6) для расчетов C_v на территории РА. При этом следует принимать осредненные значения α по бассейнам (табл. 4.27).

Отклонение значений C_v, определяемых по этим параметрам и значениям модулей годового стока, от значений C_v, полученных с учетом безвозвратных потерь на орошение по многолетним наблюдениям, не превышает 25 %. В среднем отклонения составляют 6—7 %. Аномально большие отклонения имеют место только для рек Сари-Пуль и Ширинтагао (например, в створе Хишт-Пуль на р. Ширинтагао $\alpha=0,36$, а в створе Пата-Баба $\alpha=0,63$). На р. Сари-Пуль в створе Азиабад $\alpha=0,62$, а в рядом расположенном створе на р. Шораб, притоке Сари-Пуль, $\alpha=0,31$. Такая разница исключает возможность осреднения и получения расчетных параметров даже по части бассейна.

Считая значения коэффициента вариации по средневзвешенным высотам площадей водосбора известными, модули годового стока рек бассейна р. Вахан $M_0=10$ л/(с·км²), р. Шева $M_0=9,5$ л/(с××км²), р. Рустак $M_0=3,6$ л/(с·км²).

Средний модуль стока р. Гомаль $M_0=0,75$ л/(с·км²), откуда для этого района $C_v=0,23\div0,25$.

Таблица 4.27

Рекомендуемые значения параметра α в формуле (4.6) по территории РА

Бассейн реки	Область применения	α
Кокча	Выше створа Кешем до истоков и притоки выше устья р. Вардудж	0,74
Кокча	Ниже створа Кешем с притоками	1,10
Кундуз	Ниже створа Баглан	0,95
Кундуз	От Пули-Хумри до Баглан включительно	0,84
Кундуз	От истоков до Пули-Хумри	0,56
Ханабад	Весь бассейн	0,95
Андараб	Весь бассейн	1,30
Бамиан	Весь бассейн	0,75
Хульм	Весь бассейн	0,30
Балх	Нижнее течение	0,70
Балх	Верхнее течение	0,56
Мургаб	По всему бассейну, но без притоков ниже устья р. Джаванд	1,10
Мургаб	Притоки ниже устья р. Джаванд	0,75
Герируд	От истоков до створа Тир-Пуль без притоков	1,62
Герируд	Притоки, за исключением р. Сенджаб	0,95
Фарахруд, Адраскан		1,84
Хашруд	Весь бассейн	2,8
Гильменд	Выше створа Гизаб и притоки, за исключением Пенджаб и Мусакала	1,10
Гильменд	От створа Гизаб до створа Лашкаргах	1,42
Гильменд	Ниже створа Лашкаргах	1,76
Пенджаб	Весь бассейн	1,50
Мусакала	Весь бассейн	2,00
Аргандаб	За исключением притоков	1,83
Тарнак		0,60
Лора		0,80
Аргастан		1,50
Дори		1,05
Куррам	По всему бассейну	1,35
Шомаль	По всему бассейну	1,05
Ургун и Гомаль	По всему бассейну	0,50
Кабул	Выше створа Танги Гару	1,25
Кабул	От Танги Гару до устья р. Кунар	1,10
Логар	По всему бассейну	0,70
Панджшир	По всему бассейну	1,15
Лагман	По всему бассейну	1,60
Кунар	С притоками в пределах РА, за исключением р. Печ	1,20
Печ		1,70
Газни	Выше створа «Мост Газни»	1,30
Газни	Ниже «Мост Газни» без притоков	0,50
Джилга	С притоками	1,25

Глава 5

Режим годового стока

5.1. Основные характеристики режима годового стока

Внутригодовое распределение стока рек Афганистана варьирует в достаточно широких пределах из-за особенностей питания, климатических характеристик, географического и высотного положения водосборов.

В. Л. Шульц [73] для рек Средней Азии рассматривает три основных сезона: 1 — период преимущественного подземного питания (октябрь—февраль), 2 — период снегового паводка, образованного сезонным снежным покровом (март—июнь), 3 — период снежно-ледникового паводка, образованного таянием высокогорных снегов и ледников, расположенных выше снеговой линии (июль—сентябрь).

Внутригодовое распределение стока рек Афганистана рекомендуется [72], как и для рек Средней Азии, характеризовать двумя показателями — величиной δ и стоком третьего периода.

Величина δ вычисляется как отношение стока за июль—сентябрь к стоку за март—июнь

$$\delta = W_{\text{VII}-\text{IX}}/W_{\text{III}-\text{IV}}. \qquad (5.1)$$

Как показали расчеты, этот показатель вполне приемлем для характеристики многих рек Афганистана.

При оценке типа питания использовались критерии, определенные Шульцем [73] по показателю: ледниково-снеговое питание при $\delta \geqslant 1$, снего-ледниковое при $0{,}4 \leqslant \delta < 1$ и снего-дождевое при $\delta < 0{,}4$.

Так, ледниково-снеговой и снего-ледниковый типы питания таких рек, как Кокча и ее притоки, верхняя часть р. Панджшир, река Кунар и ее притоки, подтверждаются значением этого показателя ($\delta > 0{,}4$).

Изменение этого показателя по длине реки характеризует изменение типа питания.

Так, например, снего-ледниковое питание р. Панджшир в верхней половине ($\delta = 0{,}637$ в створе Гульбахар) после впадения р. Горбанд с типичным снего-дождевым питанием ($\delta = 0{,}3$), в нижней части может характеризоваться уже как снего-дождевое ($\delta = 0{,}393$, створ Шухи).

Значение коэффициента δ может колебаться в известных пределах в течение ряда лет в зависимости от количества и смещения периода выпадения осадков, но так как приведенные ниже в таблицах распределения стока по сезонам значения δ получены на основе достаточно длительных наблюдений, установленный при помощи этих коэффициентов характер питания может считаться достаточно обоснованным.

В. Л. Шульц [73] предложил для рек советской Средней Азии эмпирические формулы для определения показателя δ и объема стока в период июль—сентябрь (в % от годового стока):

$$\delta = 0{,}032 H_{ср}^{3{,}3}, \tag{5.2}$$

$$W_{VII-IX} = 3{,}83 H_{ср}^{2{,}19}, \tag{5.3}$$

где $H_{ср}$ — средневзвешенная высота бассейна выше расчетного створа, км.

Эти формулы неприемлемы для большинства рек северо-востока и левых притоков Кабула, так как, несмотря на большие высоты, снеговая линия в этих районах находится значительно выше положения, для которого они получены, что отмечалось и в [72]. Поэтому, принимая распределение стока по трем зонам, определение δ производится по реальным многолетним данным наблюдений.

При анализе базисного стока дается оценка роли подземного питания в стоке, которое для некоторых рек Афганистана достаточно велико (реки Хульм, Балх и др.). В этом отношении оценка роли подземных вод в питании рек, данная некоторыми исследователями [29], не располагавшими в свое время достаточными данными, оказывается ошибочной.

Необходимо отметить, что, как и для большинства рек Средней Азии, для крупных рек Афганистана характерно отсутствие связи или слабая связь между водностью года и внутригодовым распределением стока (изменение показателя δ для маловодного и многоводного года). В то же время для малых (по водности) рек с дождевым и снеговым питанием эта зависимость проявляется ярче.

Важной характеристикой является коэффициент естественной зарегулированности годового стока, который, естественно, зависит от характера внутригодового распределения стока.

При составлении таблиц распределения стока по месяцам в % от годового стока коэффициент естественной зарегулированности определяется по формуле

$$\varphi = 1 - \sum \frac{(W_{см}\,\% - 8{,}33)}{100\,\%}, \tag{5.4}$$

где $W_{см}$ — средний месячный сток в %; превышающий одну двенадцатую годового стока, принятого за 100 %.

Вычисление коэффициента естественной зарегулированности стока в такой форме значительно проще, чем при построении кривых обеспеченности модульных коэффициентов и выделении доли базисного стока (при $K < 1$) или определении доли базисного стока на гидрографе расходов. Определение коэффициента естественной зарегулированности в многолетнем разрезе по (5.3) наиболее приемлемо при наличии таблиц распределения стока по месяцам, представленным как средние многолетние средние

месячные расходы, в % от среднего годового многолетнего расхода (нормы стока).

По естественной зарегулированности реки Афганистана могут быть отнесены ко всем трем группам: 1) слабозарегулированные, $\varphi<0{,}6$; 2) среднезарегулированные, $\varphi=0{,}6\div0{,}75$; 3) сильно зарегулированные, $\varphi>0{,}75$.

По течению реки степень естественной зарегулированности иногда меняется настолько, что река переходит по этому показателю из одной группы в другую. Например, р. Кабул выше створа Танги Гару может быть отнесена к группе слабозарегулированных рек, а ниже — к группе среднезарегулированных.

Большое влияние на коэффициент естественной зарегулированности (как и на δ) оказывают безвозвратные потери воды на орошение, особенно для рек с малым среднемноголетним среднегодовым расходом (как это и имеет место для верховий Кабула).

Лимитирующий период, включающий, как известно, два относительно маловодных сезона, для Афганистана не является одинаковым для всех рек.

Для рек с ледниково-снеговым питанием ($\delta\geqslant1$) лимитирующий период с октября по июнь (реки Кунар и Кокча), для рек со снего-ледниковым и снего-дождевым питанием — период с июля по февраль включительно (применительно к характеристике и продолжительности сезонов, указанных выше).

Лимитирующий сезон — наиболее неблагоприятный с точки зрения хозяйственного использования речного стока — для рек ледниково-снегового и снего-ледникового питания — зимний (с октября по февраль), а для рек снего-дождевого питания — летне-осенний (с июля по сентябрь).

Сток ряда рек Афганистана, таких, как Кокча, Кундуз, Маргаб, Герируд, Фарахруд, Гильменд, Аргандаб и некоторых их крупных притоков, неизбежно будет использоваться для целей гидроэнергетики и промышленного водоснабжения. При этом важно знать обеспеченность расходов воды, равных или превышающих заданный расход, что обеспечивается построением кривой продолжительности стояния суточных расходов.

Для каждой зоны и характерных створов ниже приводятся таблицы ординат кривых продолжительности суточных расходов, составленные по методике ГГИ для наибольших, 30, 90, 180, 270 и 365-дневных и наименьших расходов.

Типы эмпирических кривых весьма различны и близки к стандартным типам [7] от III до XI, за исключением IX типа, характерного для полупустынь.

Нами не рассматривались временные водостоки (саи), которых много в Афганистане, для режима которых и характерен тип IX.

Гидрографы суточных расходов с показанием абсолютных максимумов данного года приводятся также для характерных створов рек для маловодного и многоводного (в некоторых случаях для среднего по водности) года.

Анализ внутригодового распределения стока и гидрографов расходов в течение года показывает, что все реки Афганистана, за исключением рек на территориях, подверженных влиянию летних муссонов (бассейны пактийской зоны), имеют один паводок, на котором могут отмечаться несколько дождевых пиков.

Дождевые пики паводков могут достигать значительных размеров и, не влияя существенно на объем стока, в большей степени предопределять величину максимальных расходов (см. гл. 6).

5.2. Режим стока рек бассейна р. Кабул

Характеристики внутригодового распределения стока по месяцам по основным, характерным, гидрологическим пунктам в бассейне р. Кабул даны в табл. 5.1. Для верхней части р. Кабул таким характерным пунктом является пост Танги-Сайдан, расположенный выше г. Кабула.

Гидрографы средних месячных расходов главного правого притока р. Кабул—р. Логар в верховьях (Каджаб) и в приустьевом створе (Санги-Новешта) — характеризуются большей стабильностью расходов (большей естественной зарегулированностью расходов) по сравнению с пунктом Танги-Сайдан.

Режим р. Логар предопределяет и режим р. Кабул в целом выше устья р. Панджшир, так как ее расходы в целом в 2 раза больше расходов р. Кабул выше устья Логара.

Лимитирующий период для верхней части р. Кабула — с июля по февраль, лимитирующий сезон — июль — сентябрь (в том числе и для всего бассейна р. Логар).

Первый крупный правый приток Кабула — р. Панджшир — берет начало на южных склонах Западного Гиндукуша. Ледники и снежники (правда, в меньшем количестве, чем на северных склонах) обусловливают довольно высокое значение показателя δ (по 5.1): у поста Омарз в верхнем течении $\delta = 0{,}77$ и постепенно уменьшается до 0,39 у поста Шухи в нижнем течении.

Внутригодовое распределение стока р. Панджшир значительно отличается от внутригодового распределения стока верховьев рек Кабул и Логар. Пик паводка смещен на два месяца и приходится на июнь, а в некоторые годы в верхнем течении пик паводка приходится на июль. С октября по март включительно практически нет роста расходов.

Представляет интерес изменение характера гидрографа среднемесячных расходов по течению реки.

В верховьях реки (пост Омарз) нарастание расходов «запаздывает» по сравнению с нижним течением и расходы апреля и мая относительно меньше, чем расходы в среднем и нижнем течении и особенно р. Горбанд.

Вниз по течению относительные расходы в весенние месяцы растут, но в летние месяцы уменьшаются. Таким образом, период половодья вниз по реке в значительной степени смещается к маю.

Таблица 5.1

Внутригодовое распределение стока (% от годового) на основных гидрологических постах бассейна р. Кабул

Река—пост	Продолжительность наблюдений, лет	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Кабул — Танги-Сайдан	17	1,0	2,33	3,5	5,25	5,67	12,9	32,9	22,8	9,92	2,25	0,8	0,67	0,55
Кабул — Танги-Гару	19	1,67	6,75	9,67	10,75	11,0	13,83	25,0	15,5	3,33	1,5	0,58	0,42	0,64
Кабул — Наглу	19	3,2	3,85	4,0	4,5	4,25	5,0	12,83	17,0	23,25	14,0	5,0	3,17	0,66
Кабул — Дака	11	3,57	2,82	2,41	2,36	2,08	3,0	8,41	13,4	21,0	19,5	14,4	7,05	0,65
Логар — Каджаб	16	6,33	7,5	7,58	7,67	7,75	9,92	21,25	15,17	5,08	3,42	3,92	4,42	0,79
Логар — Санги-Новешта	17	3,57	9,66	12,57	13,75	13,66	15,0	18,75	8,82	1,5	1,4	0,66	0,66	0,66
Горбанд — Пули-Ашова	19	3,3	3,75	3,55	3,25	3,25	5,65	13,05	21,0	24,0	11,65	4,4	3,15	0,64
Панджшир — Омарз	16	2,91	2,32	2,0	1,75	1,66	1,9	3,91	12,32	32,4	24,0	10,17	4,66	0,54
Панджшир — Гульбахар	19	2,67	2,17	1,83	1,58	1,58	2,08	5,33	14,08	33,58	22,92	8,42	3,75	0,53
Панджшир — Шухи	12	2,5	2,58	2,93	3,1	2,75	3,68	10,67	18,25	29,25	16,34	5,1	2,85	0,59
Лагман — Пули-Карган	18	0,92	0,75	0,75	0,68	0,92	3,5	14,93	23,75	32,0	15,85	4,5	1,43	0,47
Кунар — Асмар	12	4,03	3,08	2,55	2,22	2,04	2,75	6,0	9,92	17,24	21,62	18,85	10,3	0,64
Кунар — Пули-Кама	12	3,9	2,9	2,33	1,92	1,83	2,42	6,5	11,65	18,65	21,5	17,8	8,6	0,63
Печ — Чагасарай	19	2,1	1,67	1,25	1,1	1,42	3,6	11,75	21,35	29,35	16,83	6,5	3,08	0,54
Ландансин — Гавардеш	4	3,65	2,58	2,0	1,75	1,75	2,65	8,0	17,65	24,4	18,5	11,15	5,92	0,61
Сурхруд — Султанпур	10	1,5	2,5	3,25	2,42	2,82	5,25	19,25	32,67	19,92	5,42	3,75	1,25	0,53
Хазарнау — Сабай	3	1,6	1,5	1,3	1,0	1,0	1,6	12,9	26,2	25,8	13,4	7,6	6,0	0,55

Река Панджшир не длинная, и объяснить такое изменение характера режима стока на сравнительно небольшой длине можно лишь тем, что время начала весенних паводков притоков становится все более ранним при смещении к западу из-за изменения условий питания — более раннего стаивания снегов и отсутствия снежников и ледников в горах Западного Гиндукуша.

Река Кабул после впадения р. Панджшир во многом приобретает режим стока, свойственный этому притоку, с небольшими искажениями стока верхней части Кабула.

Показатель $\delta = 0{,}38$ по ств. Наглу на р. Кабул только на 0,013 меньше показателя δ по ств. Шухи на р. Панджшир.

Асинхронность стока верхнего течения рек Кабул и Панджшир повышает естественную зарегулированность р. Кабул у поста Наглу ($\varphi=0{,}66$) по сравнению с р. Панджшир (Шухи $\psi=0{,}59$, Танги-Гару на р. Кабул $\varphi=0{,}64$).

Средний многолетний гидрограф по посту Наглу свидетельствует о сравнительно большой межгодовой изменчивости режима стока и слабом регулирующем влиянии ГЭС Наглу, работающей практически в режиме водотока.

Сток второго крупного левого притока р. Кабул—р. Лагман — характеризуется лишь одним приустьевым постом в районе Пули-Каргаи.

Сходные условия питания в верховьях с Панджширом делают подобными среднемноголетние гидрографы с тем исключением, что для Лагмана характерны весьма малые осенне-зимние расходы (порядка 0,1 от среднегодовых), поэтому Лагман у устья имеет наименьшую естественную зарегулированность стока ($\varphi=0{,}47$) из всех рек бассейна Кабул.

Верховья Лагмана, его истоки, находятся южнее истоков Панджшира, а бассейн главного притока Лагмана — р. Алишанг— расположен еще южнее. Этим обусловлено и относительно небольшое значение $\delta=0{,}29$. Таким образом, это типичная река снегодождевого питания, несмотря на относительно высокую отметку бассейна ($H_{ср}=2880$ м, что на 100 м больше средней высоты бассейна р. Панджшир).

Впадение в р. Кабул главнейшего притока — р. Кунар, в 2,5 раза превосходящего его по водности, не меняет характера естественной зарегулированности стока, так как сам Кунар в приустьевой части имеет почти такое же значение коэффициента естественной зарегулированности ($\varphi=0{,}63$).

В то же время характер питания р. Кабул вниз по течению реки изменяется очень сильно от дождевого-снегового ($\delta=0{,}04$) в верхнем течении до снего-дождевого (близкого к снего-ледниковому) в среднем течении ($\delta=0{,}38$) и близкого к ледниково-снеговому после впадения р. Кунар ($\delta=0{,}89$).

На рис. 5.1 показаны гидрографы стока в относительной форме для трех постов, характерных по условиям питания и по режиму стока, указывающие на постепенное смещение по течению реки паводочного периода с весны к лету.

Область питания р. Кунар — важнейшего притока р. Кабул и самой многоводной реки страны — лежит на южных отрогах Восточного Гиндукуша на территории Пакистана. В верховьях Кунара таяние ледников и снежников обеспечивает позднее прохождение паводка с пиками в июле, а иногда в августе. Даже после впадения р. Ландансин со снего-ледниковым питанием ($\delta = 0{,}68$) р. Кунар имеет весьма высокие значения δ, свидетельствующие о типичном ледниково-снеговом питании реки.

Сток р. Кунар отличается весьма устойчивым (по течению) средним многолетним значением коэффициента естественной зарегулированности (см. табл. 5.1), и река может быть отнесена к среднезарегулированным.

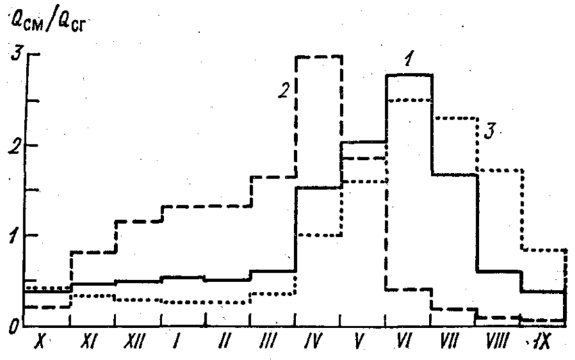


Рис. 5.1. Среднемноголетний гидрограф р. Кабул.
1 — пост Наглу, *2* — пост Танги-Гару, *3* — пост Дака.

Среднемноголетний гидрограф отражает концентрацию стока р. Кунар летом. Даже в сентябре средние месячные расходы зачастую превышают средние годовые. Сравнительно большое влияние на режим стока оказывают дожди, выпадающие главным образом в период интенсивного снеготаяния. Объем чисто дождевого стока в процентном отношении весьма неравномерен по годам, что подтверждается характером, высотой и протяженностью дождевых пиков.

Нужно отметить, что дождевые пики могут сливаться и искажать действительную картину, давая ложное представление об объеме чисто снегового стока (например, рис. 5.2, многоводный 1964-65 г.). Чисто дождевые расходы могут достигать в период половодья 150—350 м^3/с. Например, в Пули-Каргаи 26—27 апреля 1972 г. прошел расход в 409 м^3/с, в котором свыше 300 м^3/с образовано выпадением дождей.

Дождевые пики рек Панджшир, Лигман и Кунар предопределяют и весьма зубчатый, изобилующий дождевыми пиками гидрограф р. Кабул ниже устья р. Кунар (рис. 5.2). Так, в июне 1972 г. дождевые расходы Панджшира, Логара и Кунара, прошедшие с некоторым смещением, сложились и у поста Дака имел место широкий (продолжительный) и достаточно мощный дождевой пик (рис. 5.3), на 1250 м^3 превышающий снего-ледниковый расход.

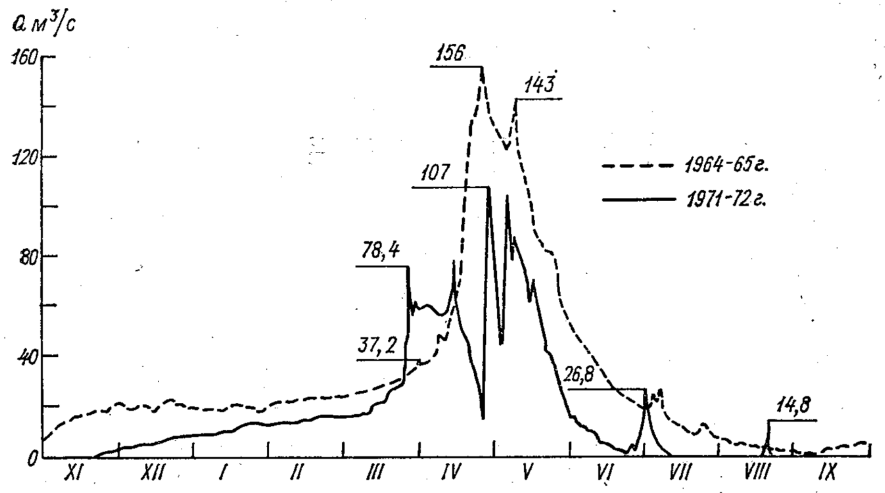


Рис. 5.2. Гидрограф р. Кабул — Танги-Гару.

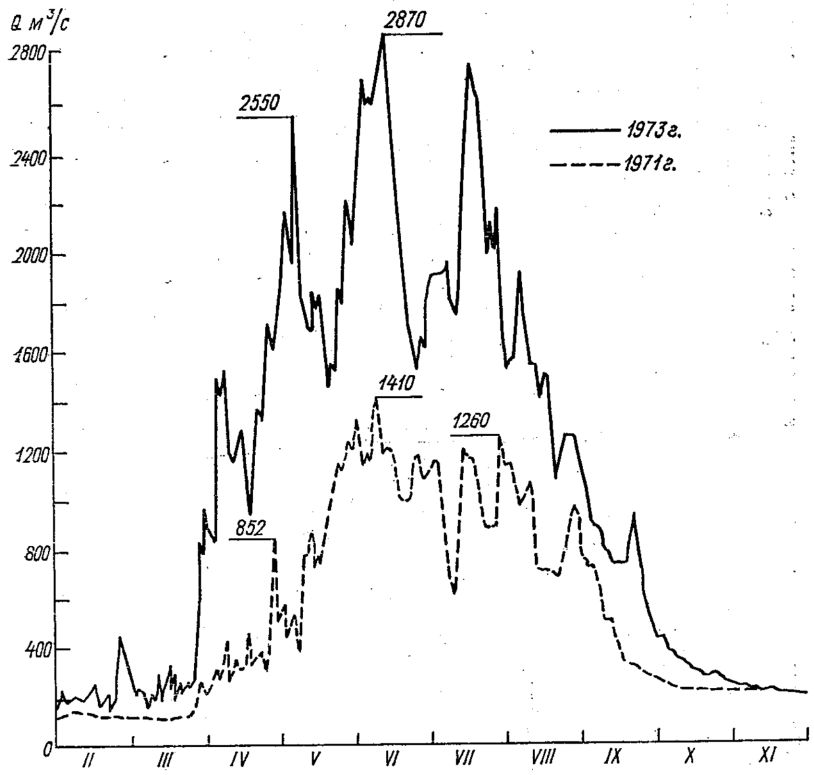


Рис. 5.3. Гидрограф р. Кабул — Дака.

Таблица 5.2

Ординаты средних кривых продолжительности суточных расходов воды на основных постах бассейна р. Кабул
(Q м³/с — первая строка, K — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн. наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период	$Q_{сг}$ за 10 лет
			30	90	180	270	365			
Кабул — Дака	2970	1969	1471	1022	348	186	126	117	61	608
	4,88	3,22	2,42	1,68	0,57	0,31	0,21	0,19	0,10	—
Кунар — Пули-Кама	2350	1613	1172	786	260	125	86	85,4	45	460
	5,10	3,50	2,54	1,71	0,57	0,27	0,19	0,185	0,10	—
Логар — Каджаб	68,6	31,3	14,2	6,94	6,29	3,26	1,65	1,64	1,04	6,59
	10,45	4,77	2,16	1,06	0,96	0,50	0,25	0,25	0,16	—
Панджшир — Гульбахар	385	286	174	60,8	19,6	12,9	9,3	8,6	6,08	50,7
	7,59	5,64	2,43	1,20	0,39	0,25	0,18	0,17	0,12	—
Лагман — Пули-Карган	413	296	203	98,1	11,0	3,95	2,53	2,52	0,90	55,9
	7,39	5,3	3,63	1,75	0,20	0,07	0,045	0,045	0,016	—
Кабул — Танги-Гару	120	56,9	32,8	18,9	6,75	0,34	0,08	0,05	0	11,7
	10,3	4,86	2,80	1,62	0,58	0,03	0,007	0,004	0	—

На очень большую, но еще не до конца установленную в количественном отношении к тому времени роль дождей в формировании стока рек Афганистана указывал и В. Л. Шульц [72].

Поскольку не установлены еще связи водоносных горизонтов с реками бассейна, подробное расчленение гидрографов пока не представляется возможным.

По предварительной оценке, объем дождевого стока в среднем по водности и осадкам 1972 г. составляет в верховьях р. Кабул около 28 %, рек Кунар и Панджшир — 20 %.

В табл. 5.2 приведены ординаты кривых обеспеченности суточных расходов воды бассейна р. Кабул в виде модульных коэффициентов ($K=Q_{сут}/Q_{ср}$) и в абсолютной форме, полученные методом ГГИ. При этом для сопоставления результатов расчета приняты по всем постам одинаковые продолжительности расчетного периода 10 лет, но охватывающие годы с большими колебаниями средних годовых расходов (с 1969 по 1978 г.).

5.3. Режим стока рек бассейна р. Куррам—Гомаль

Распределение осадков по территории бассейна р. Куррам неравномерное: в северной части их значительно больше, чем в юж-

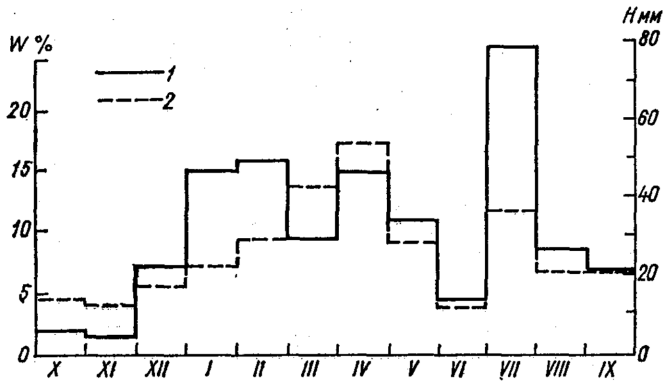


Рис. 5.4. Распределение осадков (*1*) и стока (*2*) в течение года в бассейне р. Шомаль (гидрологический пост Торатига и метеорологическая станция Хост).

ной (см. гл. 2). В целом преобладают весенне-летние дожди, наиболее значительные в марте, апреле и мае.

В летние месяцы имеют место иногда довольно значительные дожди муссонного происхождения.

Как видно из рис. 5.4, среднемноголетнее внутригодовое распределение стока вполне синхронно среднемноголетнему внутригодовому распределению осадков.

Для рек юго-восточной части района (восточная часть бассейна р. Шомаль, бассейн рек Ургун, Спера и др.) характерны июльские пики осадков и речного стока (см. рис. 5.4). В северо-западной

части района, в верховьях р. Шомаль и афганской территории собственно р. Куррам июльско-августовского пика стока нет в многолетнем разрезе, но в ряде лет такие пики имели место (1970, 1971, 1973, 1976 и 1978 гг.). Все это отражается на внутригодовом распределении стока (табл. 5.3).

Колебания в распределении стока в течение года для различных лет значительные и, как правило, также определяются объемом и распределением осадков в бассейне той или иной реки.

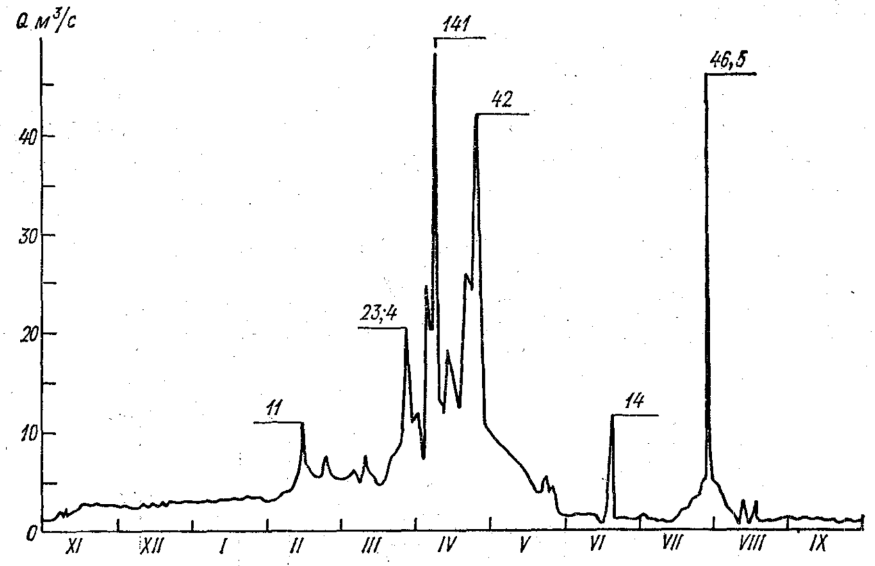


Рис. 5.5. Гидрограф р. Шомаль — Торатига за 1975-76 гидрологический год.

В основном, несмотря на значительные отклонения в распределении стока в различные годы, для всех лет характерна концентрация стока в период март—май, только в маловодные годы с ранними и слабыми осадками, прекращающимися в апреле, майский сток крайне незначителен.

Реки бассейна Куррам—Гомаль могут быть разделены на три группы:

1) р. Куррам и ее притоки.

Максимум стока в апреле—июне с резко наступающим половодьем и постепенным снижением расходов к июню—июлю с возможными дождевыми паводками (не ежегодно) в июле—августе. Минимум стока декабрь—январь.

2) р. Шомаль и ее притоки. Распределение годового стока рек этой группы характеризуется довольно плавным увеличением расходов уже в январе—феврале, более резким их снижением к июлю, обязательными дождевыми паводками в июле—августе (рис. 5.5), но в некоторые годы недостаточно четко выраженными.

Таблица 5.3

Внутригодовое распределение стока (% от годового) на реках бассейна р. Куррам

Река—пост	Продолжительность наблюдений, лет	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Куррам — Ахмадхель	11	5,67	6,08	5,83	5,33	5,0	7,42	19,5	17,83	10,24	6,33	5,66	5,08	0,774
Куррам — Дода	6	5,5	6,17	6,42	5,5	4,83	7,92	21,67	16,67	8,83	5,92	5,5	5,0	0,778
Куррам — Чамкани	16	3,92	4,25	4,17	4,0	3,83	6,67	20,42	24,0	12,5	7,33	5,33	3,5	0,68
Куррам — Пули-Бангах	16	3,75	4,25	4,17	4,0	3,92	7,33	21,67	23,5	12,8	6,53	5,0	3,42	0,67
Габер — Чамкани	9	2,17	2,67	2,42	2,42	3,33	13,08	34,17	22,5	5,42	4,17	5,42	2,25	0,55
Шомаль — Доманди	2	2,50	2,17	2,67	3,42	4,58	6,92	29,33	22,92	11,42	7,50	4,08	2,58	0,61
Шомаль — Торатига	9	4,50	4,08	5,67	7,25	9,42	13,93	17,33	9,17	3,83	11,58	6,67	6,58	0,814
Матун — Матун	16	3,08	3,33	3,58	3,42	5,67	13,75	19,67	16,92	8,08	7,50	9,33	5,67	0,736
Спера — Спера	12	2,33	2,83	2,75	2,75	5,33	17,67	24,17	16,92	6,25	9,25	6,75	3,0	0,653
Дааре — Ургон	6	0,67	1,33	1,83	1,83	10,33	30,42	24,75	5,92	2,50	14,0	4,58	1,83	0,538
Ургун — Пиркоти	8	1,08	2,25	3,08	3,58	10,0	25,35	23,42	6,67	2,67	14,75	5,08	2,08	0,598

3) реки Ургун и Гомаль характеризуются смещением вершины половодья на март (раннее стаивание небольших запасов снега), достаточно быстрым снижением расходов к июню и очень малым стоком в июне (менее одной трети среднего годового расхода). В июле имеет место значительное увеличение стока за счет муссонных дождей с постепенным снижением расходов к сентябрю. Минимальные расходы в сентябре—октябре.

Дождевой сток возрастает с 20 % на севере (р. Куррам) до 40 % на юге (р. Ургун—Пиркоти) из-за большего влияния муссонов.

В разные годы, естественно, удельный вес дождей в стоке рек этой зоны меняется, но незначительно и сохраняется общая тенденция.

В табл. 5.4 приведены ординаты кривых обеспеченности суточных расходов воды на основных постах трех главных суббассейнов зоны. Характерно, что максимальные ординаты модульных коэффициентов увеличиваются с севера на юг, подтверждая особенности формирования дождевого стока.

Таблица 5.4

Ординаты средних кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов воды за 1976—1978 гг.

Ордината	р. Куррам—Пули-Бангах		р. Шомаль (Хост)—Торатига		р. Ургун—Пиркоти	
	Q м³/с	K	Q м³/с	K	Q м³/с	K
Наибольшая за период	28,6	7,5	67,5	21,9	30,0	28,8
Средняя наибольшая	16,9	4,43	44,7	14,5	18,33	17,7
30-дневная	10,9	2,86	6,83	2,22	3,17	3,06
90-дневная	4,15	1,09	3,55	1,15	1,0	0,96
180-дневная	2,6	0,68	2,06	0,67	0,39	0,38
270-дневная	1,74	0,46	0,78	0,25	0,19	0,18
365-дневная	0,64	0,17	0,42	0,13	0	0
Средняя наименьшая	0,56	0,15	0,42	0,13	0	0
Наименьшая за период	0	0	0,18	0,05	0	0

5.4. Режим стока рек северо-восточной части РА

Как упоминалось в главе 4, реки этой территории имеют ледниково-снеговое и снего-ледниковое питание. По режиму и условиям формирования эти реки наиболее близки к рекам советской части бассейна Пянджа—Амударьи, но все же отличаются меньшей стабильностью и более ранним формированием паводка.

Два основных бассейна этой зоны — бассейны рек Кокча и Кундуз — отличаются друг от друга как по условиям формирования, так и по режиму стока, поэтому рассмотрим каждый бассейн отдельно.

Бассейн р. Кокча. Все реки бассейна р. Кокча ледниково-снегового питания. Значение показателя δ увеличивается по мере приближения к истокам. Резкий скачок значения δ по посту Шашпул на р. Вардудж обусловлен стоком р. Зардев, впадающей ниже пункта Бахарак и имеющей более ярко выраженный снего-ледниковый характер питания.

Распределение стока по месяцам характеризуется данными, приведенными в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Внутригодовое распределение стока (% от среднего годового) в бассейне р. Кокча

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV
Кокча — Ходжа-Гар	4,67	3,65	3,08	2,66	2,69	3,42	5,67
Кокча — Кешем	4,85	3,72	2,93	2,53	2,51	2,98	5,34
Кокча — Джурм	4,96	3,70	3,02	2,59	2,36	2,20	2,85
Кешем — Кешем	4,79	3,75	3,19	2,71	2,46	2,98	6,06
Вардудж — Шашпул	5,00	3,74	3,04	2,52	2,32	2,17	3,23
Вардудж — Бахарак	5,16	3,68	3,06	2,68	2,51	2,28	2,51

Река—пост	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Кокча — Ходжа-Гар	9,56	20,6	21,7	14,4	7,9	0,67
Кокча — Кешем	10,26	21,0	21,6	14,3	7,89	0,66
Кокча — Джурм	6,78	18,7	27,2	16,2	9,43	0,62
Кешем — Кешем	12,03	21,3	21,1	12,4	7,23	0,66
Вардудж — Шашпул	7,20	21,3	23,3	16,7	9,46	0,63
Вардудж — Бахарак	4,61	17,9	24,6	20,2	10,8	0,60

За период систематических наблюдений с 1964 по 1978 г. максимальный сток был в 1969 г., минимальный — в 1972 г. За оба года гидрографы средних месячных расходов почти идентичны, за исключением июня—июля: в маловодные годы концентрация стоков на июнь—июль остается прежней, но большие расходы возможны и в июне из-за более раннего начала таяния снегов в горах.

Весной начиная с февраля на р. Кокча отмечались лишь небольшие дождевые пики [72]. Более длительные наблюдения последующих лет позволяют сделать вывод о более значительном влиянии дождей в весенне-летний период, особенно в отдельные годы, и о значительности дождевых пиков на гидрографе реки (рис. 5.6).

Максимальный срочный расход был зарегистрирован в створе Ходжа-Гар 22 мая 1969 г. (1550 м^3/с). В этом же году 18 мая

суточный дождевой расход составил 1200 м³/с. Значительные дождевые пики с расходом до 680 м³/с имели место и в маловодном 1972 г. Поэтому в период с марта по август включительно исключить значительное влияние дождей на формирование стока рек бассейна р. Кокча нельзя. В целом дождевой сток за год составляет 14—16 % от общего, а в апреле—мае—июне может достигать 32 %.

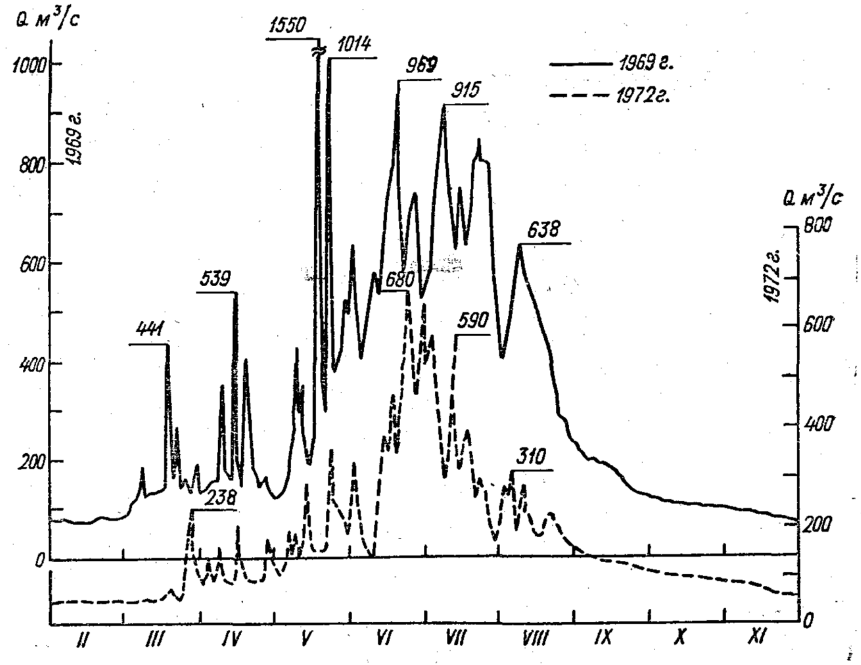


Рис. 5.6. Гидрографы р. Кокча — Ходжагар.

Продолжительность стояния суточных расходов по трем основным пунктам на р. Кокча и ее основных притоках характеризуется данными табл. 5.6.

Бассейн р. Кундуз имеет средние отметки почти на 400 м ниже бассейна р. Кокча. Здесь почти полностью отсутствуют ледники, поэтому половодье в значительной степени сдвинуто на весну и определяется преимущественно дождевыми сезонами и сезонным снеготаянием.

Характер колебаний общего объема годового стока рек бассейна р. Кундуз имеет незначительные отклонения от аналогичных колебаний стока в бассейне р. Кокча. Эти отклонения проявляются в смещении минимума годового стока (за период наблюдений) с 1972 г. (Кокча) на 1971 и 1974 гг., в более выровненном стоке 1968 и 1969 гг., в смещении наибольшего расхода с 1969 г. для р. Кокча на 1968 г. р. Кундуз.

Таблица 5.6

Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов по основным гидрологическим постам рек бассейна р. Кокча (Q м³/с — первая строка, K — вторая строка)

Река—пост	Средний расход, м³/с	Расходы, соответствующие продолжительности в днях							
		Наибольш. за период	Средн. наибольш.	30	90	180	270	365	наим.
Кокча — Ходжа-Гар	195	1200	813	501	304	116	68,0	47,0	31,0
		6,15	4,17	2,57	1,56	0,59	0,35	0,24	0,16
Кокча — Кешем	159	930	656	417	240	93,7	54,9	43,1	34,0
		5,83	4,11	2,62	1,50	0,59	0,34	0,27	0,21
Кокча — Джурм	73,8	460	305	189	120	37,8	24,4	17,6	14,0
		6,22	4,13	2,56	1,62	0,51	0,33	0,24	0,19
Кешем — Кешем	19,8	150	84,0	51,6	29,1	11,4	7,03	5,12	2,20
		7,57	4,24	2,60	1,47	0,58	0,35	0,26	0,11
Вардудж — Шашпул	52,3	418	249	140	80,3	26,8	16,2	10,7	6,44
		8,0	4,76	2,68	1,54	0,51	0,31	0,20	0,12

Внутригодовое распределение стока для многоводных и маловодных лет, в отличие от рек бассейна р. Кокча, несинхронны, но для всех лет месячные максимумы приходятся на июнь и июль (табл. 5.7).

Как видно из табл. 5.7, реки бассейна р. Кундуз по степени естественной зарегулированности могут быть отнесены к средне- и хорошо зарегулированным. Значение φ в различные годы колеблется в довольно значительных пределах.

Для всех рек бассейна среднее многолетнее значение δ больше 0,4, т. е. имеет место снего-ледниковое питание. При этом для каждой реки этот показатель уменьшается вниз по течению (исключение составляет р. Бамиан, для которой δ практически неизменен).

Отличие распределения годового стока рек бассейна р. Кундуз от рек бассейна р. Кокча в том, что максимумы весенне-летнего половодья больше смещены на июнь во всех створах (рис. 5.7).

Характерной почти для всех рек бассейна особенностью гидрографов является постепенное снижение средних месячных расходов (или незначительные их колебания относительно среднего расхода за сезон) с октября по апрель, затем довольно быстрое повышение расходов к июню и постепенное снижение в июле—сентябре до значения, меньшего средней годовой нормы.

Для верховьев р. Кундуз (Сурхаб), в районе Дашти-Сафед и выше, для всех лет характерна весьма большая естественная зарегулированность стока, свидетельствующая о преобладающей

Таблица 5.7

Внутригодовое распределение стока (% от годового) в бассейне р. Кундуз

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Кундуз — Кулух-Тепе	5,58	6,61	6,37	5,49	5,17	5,81	6,04	11,1	25,1	16,0	4,3	2,42	0,73
Кундуз — Чардара	4,25	5,11	5,47	5,06	4,91	5,28	5,94	14,3	29,1	15,4	3,69	2,52	0,672
Кундуз — Гердаб	4,95	5,32	5,40	4,99	4,77	4,97	6,53	14,3	36,0	14,3	4,78	3,63	0,70
Кундуз — Баглан	4,55	4,99	4,92	4,54	4,23	4,57	6,30	15,7	26,0	14,4	5,63	4,13	0,69
Кундуз — Пули-Хумри	4,50	4,29	4,14	3,95	3,80	3,76	4,86	11,9	28,5	18,3	7,25	4,74	0,66
Кундуз — Пули-Қонда Санг	5,79	5,55	5,06	4,72	4,59	4,72	5,55	13,4	21,1	13,8	6,91	5,80	0,77
Кундуз — (Сурхаб) — Дашти-Сафед	8,19	7,80	8,35	8,58	8,11	7,57	7,65	8,11	10,5	8,89	8,19	8,04	0,97
Ханабад — Пули-Мастан	6,54	4,84	3,71	3,95	4,22	4,87	5,55	8,58	18,5	17,5	13,4	8,34	0,75
Ханабад — Пули-Чуга	4,64	4,64	4,44	3,78	3,57	4,04	6,73	11,6	23,9	19,0	9,04	4,64	0,70
Ханабад — Талукан	3,96	3,17	2,43	2,31	2,19	2,50	5,72	11,8	24,4	22,3	12,8	6,4	0,62
Андараб — Доши	4,05	3,43	2,99	2,75	2,65	2,99	5,91	16,5	28,7	18,1	7,63	4,27	0,62
Банги — Пули-Банги	4,53	4,4	4,36	4,16	3,99	4,33	7,22	13,6	24,7	17,0	7,33	4,46	0,70
Бамиан — Доаб	5,55	5,27	4,48	4,10	3,83	3,86	4,56	13,8	28,4	14,3	6,33	5,54	0,68
Бамиан — Бамиан	9,37	9,28	6,81	5,92	5,48	8,66	9,37	12,2	11,7	7,6	6,28	7,34	0,89
Фолади — Бамиан	6,36	4,72	6,30	5,61	4,86	3,97	3,22	12,8	28,7	11,2	5,75	6,43	0,72

роли подземного питания и малом количестве весенних дождей в истоках.

Характеристика продолжительности суточных расходов по бассейну приводится в табл. 5.8.

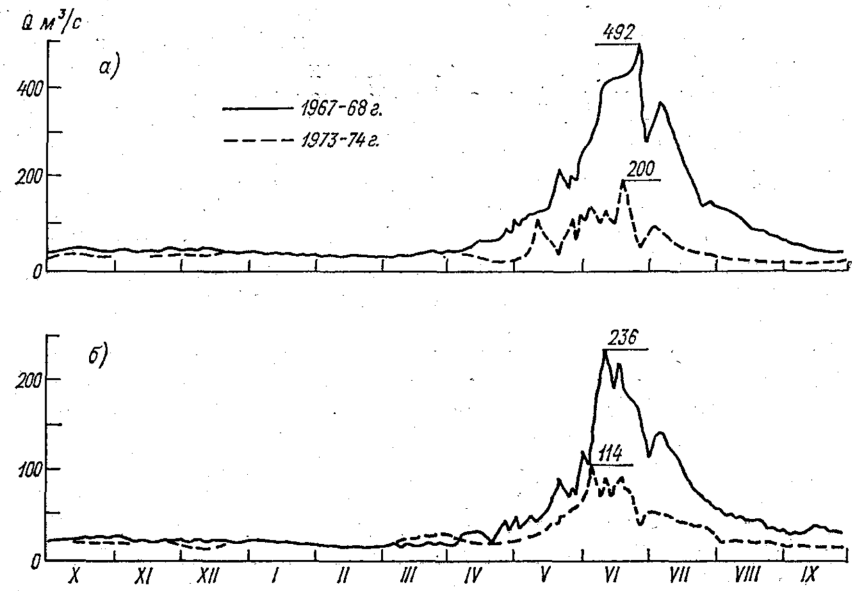


Рис. 5.7. Гидрографы р. Кундуз в створах Баглан (*а*) и Пули-Конда Санг (*б*).

Таблица 5.8

Ординаты средних кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов воды в бассейне р. Кундуз (*Q* м³/с — первая строка, *K* — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн. наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период
			30	90	180	270	365		
Кундуз — Кулух-Тепа	640	445	244	112	72,3	49,8	17,3	16,0	2,7
	6,46	4,49	2,46	1,13	0,73	0,5	0,174	0,16	0,03
Кундуз — Баглан	331	258	144	55	34,4	30,1	21,7	21,0	14,0
	6,03	4,7	2,62	1,0	0,63	0,55	0,4	0,38	0,26
Кундуз — Пули-Конда Санг	155	120	75,6	29,1	20,5	17,6	13,3	12,4	9,0
	5,08	3,93	2,48	0,95	0,67	0,58	0,44	0,41	0,3
Ханабад — Пули-Чуга	395	260	160	79,2	39,4	32,5	23,5	21,6	14,4
	6,09	4,01	2,47	1,22	0,61	0,5	0,36	0,33	0,22
Андараб — Доши	220	158	88	37,7	16,3	11,6	9,0	8,8	7,0
	7,19	5,16	2,88	1,23	0,53	0,38	0,29	0,29	0,23
Бамиан — Доаб	62,8	39,5	26,1	8,3	5,3	4,23	2,45	2,28	0,5
	7,28	4,58	3,02	0,96	0,61	0,49	0,28	0,26	0,06

5.5. Режим стока рек северо-западной части РА

Для рек северо-западной части Афганистана режим стока, условия питания отличны как от рек бассейна р. Кундуз, так и от расположенного юго-западнее бассейна р. Герируд. Сток рек здесь в весьма большой степени зависит от дождей, но в то же время доля подземного питания достаточно велика. Естественная зарегулированность стока уменьшается с востока на запад (табл. 5.9).

За исключением р. Мургаб, сток всех рек этой территории характеризуется весьма малыми летними (июль—сентябрь) расходами, увеличением стока в марте—апреле с востока на запад.

Река Хульм. Как видно из табл. 5.9, внутригодовое распределение стока, несмотря на преимущественно дождевой характер питания, довольно равномерное — коэффициент естественной зарегулированности стока (в многолетнем разрезе) очень высок ($\varphi = 0{,}83 \div 0{,}80$), что объясняется весьма устойчивым подземным питанием.

Хотя расходы подземных источников, выклинивающихся в русло р. Хульм, очень малы, но при относительно малых общих расходах их доля весьма заметна и оказывает стабилизирующее влияние на режим стока вообще. В то же время подобия во внутригодовом распределении стока отдельных лет нет, что еще раз подтверждает преимущественное влияние дождей на режим стока (рис. 5.8). Среднемесячные максимумы приходятся в 1969 г. на май, в 1971 г.— на декабрь, в 1976 г.— на апрель, а среднемноголетний максимум — на май.

Степень естественной зарегулированности стока изменяется в зависимости от количества дождей в весенний период: при отсутствии весенних дождей (например, в 1971 г.) зарегулированность стока наибольшая, в этом случае особенно сказывается большой удельный вес подземного питания ($\varphi = 0{,}84$), наименьшая — в максимальный по водности 1976 г. ($\varphi = 0{,}63$).

В. Л. Шульц [72] оценивал базисный сток р. Хульм не менее чем 60 % от годового. Как мы видим из приведенных выше величин, он значительно выше.

В отдельные годы поверхностный сток питает реку в зимнее время. Например, в 1978 г. выпадавший в декабре и январе (гидрологический год считается в Афганистане с октября) снег из-за относительно высокой температуры тут же стаивал, и расходы в эти месяцы на 40—60 % превышали средние годовые.

Река Балх. Водосбор вытянут с юга на север, в верхней половине имеет достаточно высокие отметки: средняя высота около 2300 м, суммарная площадь с высотами более 3000 м составляет 25 % всей площади бассейна.

Так как в верховьях бассейна р. Балх снеговая линия расположена еще выше, чем в бассейне р. Кундуз, то преимущественно дождевой характер питания, несмотря на высокие значения показателя δ (около 0,4), не вызывает сомнений (см. табл. 5.9).

Таблица 5.9

Внутригодовое распределение стока рек (% от годового) северо-западной части Афганистана

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Хульм — Танги-Ташкурган	5,88	8,93	1,24	9,66	9,10	11,3	12,6	13,5	6,17	4,20	3,79	4,60	0,83
Хульм — Сайяд	5,96	7,98	8,79	8,53	8,83	11,0	11,9	16,0	6,16	4,87	4,62	5,28	0,85
Балх — Банди-Амир	7,13	7,3	6,77	6,79	7,53	8,51	12,48	15,6	8,74	6,73	6,15	6,37	0,88
Балх — Найяк	5,85	5,65	5,45	5,19	5,33	5,94	9,84	20,9	16,4	7,67	5,8	6,0	0,78
Балх — Робат-и-Бала	6,21	6,26	6,07	5,85	5,9	6,71	9,99	16,9	16,1	8,03	6,05	5,95	0,82
Суф — Кишандех	8,11	10,1	11,6	12,1	11,3	11,5	12,3	13,0	2,88	0,3	1,59	5,17	0,76
Сари-Пуль — Азиабад	7,6	8,12	7,76	7,38	8,0	9,82	12,9	13,2	8,34	5,81	5,17	5,96	0,89
Шораб — Сари-Пуль	9,86	12,1	11,2	10,0	11,7	14,3	14,7	9,95	1,12	0,43	1,12	3,54	0,73
Ширинтагао — Пата-Баба	3,92	5,76	7,8	7,23	8,63	16,2	24,5	16,0	3,71	2,16	2,03	2,01	0,68
Ширинтагао — Даулатабад	5,5	8,93	9,83	8,43	11,0	14,8	18,4	10,1	3,64	3,27	3,27	2,83	0,68
Ширинтагао — Хишт-Пуль	7,48	8,56	9,24	9,05	9,88	12,9	17,0	10,0	4,22	3,56	3,26	4,81	0,73
Меймене — Пата-Баба	1,24	2,6	2,98	2,63	8,0	16,6	36,4	24,3	4,14	0,5	0,5	0,77	0,48
Мургаб — Баламургаб	5,72	5,71	5,39	4,99	5,08	7,52	16,9	17,4	11,9	7,6	6,1	5,71	0,79
Мургаб — Каланиазхан	5,64	10,5	5,09	4,96	4,89	7,11	13,8	15,9	11,7	7,92	6,49	5,99	0,82
Чичакту — Чичакту	5,54	4,99	6,1	5,76	7,87	18,1	21,7	11,6	7,31	3,88	3,55	3,55	0,74
Бум — Лука-и-Шурк	4,21	5,28	5,83	5,36	7,32	17,1	30,2	17,8	3,42	0,86	0,47	2,09	0,60
Кайсар — Кайсар	0	0,31	1,23	0,15	2,0	20,0	52,2	22,9	1,23	0	0	0	0,30
Кушк — Чиль-Духтархан	0,77	2,45	4,34	6,06	11,6	30,3	32,0	8,86	1,81	0,64	0,51	0,56	0,50
Кашан — Бабулай	1,63	3,58	9,12	2,79	9,92	21,3	38,4	2,2	0,61	0,18	0	0,25	0,51

Достаточно длительные наблюдения в бассейне р. Балх (от 10 до 15 лет) позволили дать достоверную оценку режима стока.

По характеру внутригодового распределения стока р. Балх может быть отнесена к рекам дождевого-снегового питания. Внутригодовое распределение стока в многолетнем разрезе приведено в табл. 5.8. За исключением некоторых отклонений в Банди-Амире, распределение стока по месяцам для таких достаточно удаленных

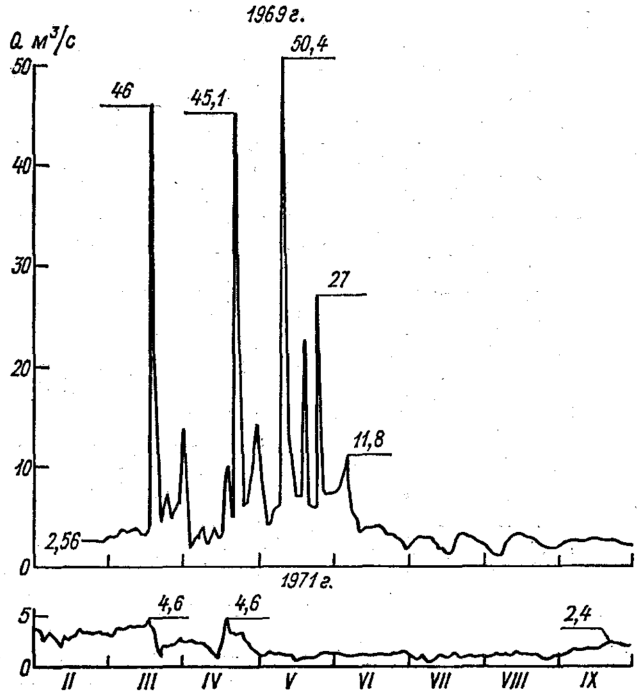


Рис. 5.8. Гидрографы р. Хульм — Танги-Ташкурган.

друг от друга постов, как Найяк и Робат-и-Бала, достаточно подобно.

В этом отношении р. Дарайи-Суф, имеющая очень низкие отметки водосбора, подобна рекам бассейна р. Хульм и имеет много общего с ним и по характеру внутригодового стока.

Среднемноголетняя естественная зарегулированность р. Балх в целом достаточно высока. В верховьях реки сказывается регулирующее влияние системы озер Банди-Амир ($\varphi=0{,}88$). Несколько хуже зарегулирован сток р. Дарайи-Суф, но наличие устойчивого стока в осенне-зимний период (за счет жидких осадков, раннего снеготаяния) и подземного питания обусловливают все же относительно большую естественную зарегулированность ($\varphi=0{,}76$). Дождевые пики ярко выражены в многоводные годы, в маловодные годы значительно меньше (1971 г.) (рис. 5.9).

Река Сари-Пуль. Достаточно длительные наблюдения за режимом стока (около 14 лет) велись лишь в нижнем течении реки, в створе Азиабад. Около 9 лет велись наблюдения и по основному притоку р. Шораб в створе Сари-Пуль.

Внутригодовое распределение расходов отдельных лет по обоим постам совершенно не идентичны. Распределение стока в течение года зависит от характера дождей в данном году.

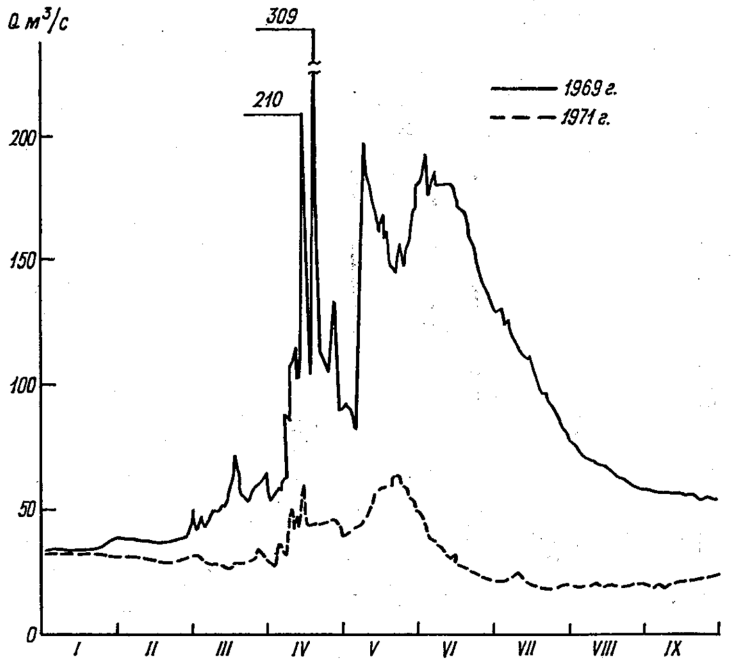


Рис. 5.9. Гидрографы расходов р. Балх — Робат-и-Бала.

С июня по сентябрь на притоке Шораб имеет место значительное (почти до нуля) снижение расходов, а по р. Сари-Пуль — постепенное понижение расходов с мая по сентябрь. Наибольший месячный сток — в основном в апреле и мае, но иногда в марте, а в маловодные годы (например, 1971 г.) осенне-зимние расходы больше весенних. В 1976 г. сток р. Сари-Пуль с октября по апрель включительно почти не изменялся с небольшим повышением в ноябре—декабре.

В многолетнем разрезе естественная зарегулированность стока весьма велика ($\varphi=0{,}89$). Это отмечал и В. Л. Шульц [72], считая весьма высокой долю подземного питания в стоке реки, чем объясняется и довольно высокое среднемноголетнее значение $\delta=0{,}38$.

На гидрографе хорошо видны дождевые пики с конца марта до июня 1969 г., обусловившие значительное увеличение водности

года. В маловодном 1971 г. такой дождевой паводок наблюдался только в середине апреля (рис. 5.10).

С середины мая в маловодные годы наблюдаются отмеченные еще Шульцем [72] колебания расходов, отличные от дождевых и вызванные водооборотом при поливе. Такие колебания наблюдаются весь период поливов с мая по сентябрь. Для рек с малой водностью даже в маловодные годы такие колебания расходов в период поливов имеют место.

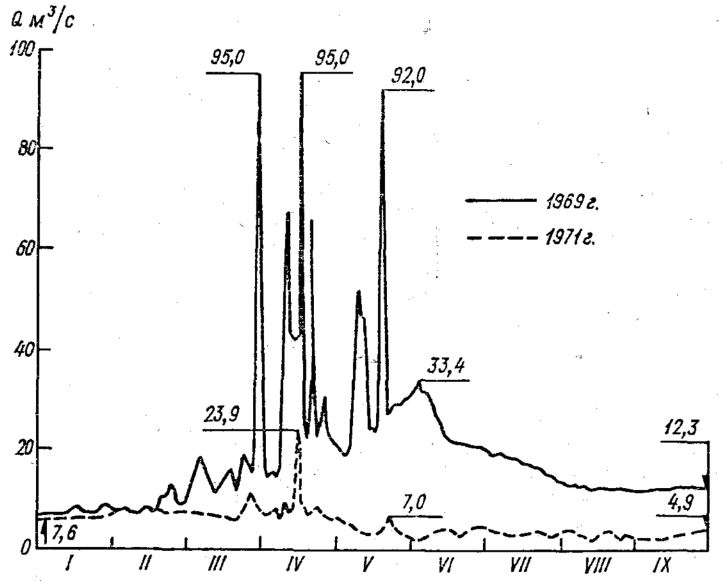


Рис. 5.10. Гидрографы р. Сари-Пуль — Азиабад.

Сезонное распределение стока искажено довольно большими безвозвратными потерями на орошение, особенно на р. Шораб.

Река Ширинтагао. На всей территории водосбора отсутствуют высоты более 3000 м. Отметки основной части бассейна менее 2000 м, поэтому режим водного стока рек бассейна обусловлен частотой и интенсивностью выпадающих осадков (рис. 5.11).

Гидрограф отражает расходы с января по август и охватывает периоды зимних осадков, активного снеготаяния и дождей и усиленного летнего водопотребления на орошение. Из приведенного гидрографа видно, какое значение на объем и распределение стока оказывают количество и сроки выпадения осадков.

Колебания расходов в течение года весьма значительны. В некоторые годы практически отсутствуют не только дождевые паводки, но и сколько-нибудь заметное весеннее половодье (например, 1966, 1971 и 1977).

Учитывая характер гидрографов для многоводного (1969 г.) и маловодного (1971 г.), следует ожидать и крайне неодинаковое внутригодовое распределение стока за эти годы.

Так, для р. Ширинтагао у поста Пата-Баба в 1969 г. $\varphi=0{,}72$. Для р. Меймене в 1969 г. $\varphi=0{,}42$, в 1971 г. $\varphi=0{,}56$.

Естественная зарегулированность стока, как и большинства афганских рек, у р. Ширинтагао повышается вверх по течению.

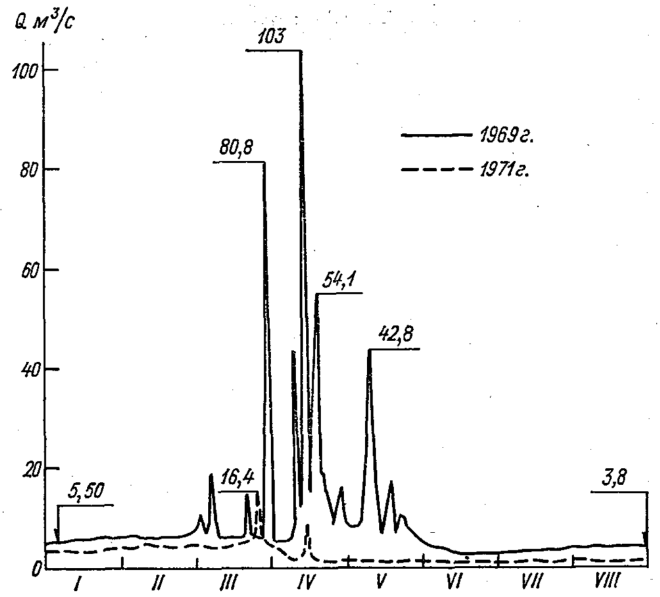


Рис. 5.11. Гидрографы р. Ширинтагао — Хиштпуль.

Увеличение неравномерности стока (уменьшение естественной зарегулированности) наблюдается в бассейне с востока на запад.

Реки бассейна р. Мургаб. Довольно низкие отметки бассейна обусловливают неустойчивость и ранний сход снежного покрова, возможность выпадения дождей в зимний период. Влияние этих климатических факторов на режим и распределение годового стока рек этого бассейна отмечал еще В. Л. Шульц [72], обративший внимание на совпадение снегового половодья, начинающегося в феврале—марте, с периодом дождей, которые в некоторые годы (например, 1969 г.) продолжаются до конца мая.

На самой реке Мургаб в многоводные годы окончание половодья позднее,— как правило, в конце июля (1969 и 1975 гг.). Нисходящая ветвь половодья плавная, в июне и в июле без дождевых пиков. Такие пики, крайне незначительные по высоте, могут быть в начале июня (рис. 5.12).

Объем половодья в основном зависит от количества осадков данного сезона, чем обусловлены большие колебания средних годовых расходов относительно нормы стока.

Для р. Мургаб характерны длительные дождевые паводки и их плавный спад.

Распределение стока в течение года, естественно, зависит от количества и распределения осадков.

Так, для маловодного 1971 г. по посту Каланиазхан ($\varphi=0{,}92$) естественная зарегулированность значительно выше, чем для многоводного 1969 г. ($\varphi=0{,}68$).

В многолетнем разрезе распределение стока в течение года достаточно равномерно (см. табл. 5.9), что свидетельствует о достаточно большой доле подземного питания р. Мургаб.

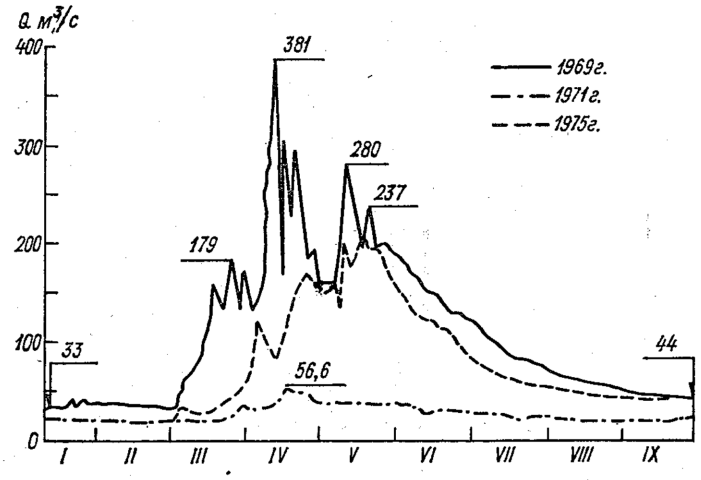


Рис. 5.12. Гидрографы расходов р. Мургаб — Каланиазхан.

Относительно большой сток в осенне-зимний период объясняется как значительной долей подземного питания, так и выпадением дождей или оттепелями в зимний период.

Режим стока нижних притоков р. Мургаб — рек Бум, Чичакту, Кашан, Кушк — несколько отличен от режима основной реки. Это отличие больше всего проявляется в более резко выраженном и более раннем (март—апрель) паводке, в более низкой естественной зарегулированности.

Створ Чичакту на р. Чичакту расположен в верховьях. Коэффициент естественной зарегулированности в многолетнем разрезе ($\varphi=0{,}74$) довольно высок, но вниз по течению реки он уменьшается. На сток Чичакту большое регулирующее влияние оказывают подземные воды, зимнее стаивание снега и зимние дожди (см. табл. 5.9).

Створ Лука-и-Шурк на р. Бум (левый приток р. Мургаб) расположен у устья и имеет площадь водосбора всего 1220 км^2. Наблюдения за режимом ведутся с 1970 г.

Для р. Бум характерен устойчивый расход в осенне-зимний период, на который приходится 28 % годового стока. Огромное

влияние дождей на режим стока проявляется в больших дождевых пиках, концентрации двух третей годового стока в марте—мае (65,1 %). Средний месячный максимум расходов приходится на апрель, когда месячный сток составляет 30 % годового. Относится к среднезарегулированным рекам.

Реки Қашан и Қушк впадают в Мургаб уже на территории СССР. В. Л. Шульц [72], основываясь на данных постов, расположенных на территории СССР, отмечает, что характерной особенностью р. Қашан являются краткосрочные дождевые паводки, зачастую селевого характера, прохождение которых возможно в течение всего дождевого периода, но особенно они часты в марте и апреле. Это подтверждается и наблюдениями на посту Бабулай, расположенному на территории РА (с 1974 г.). По данным за 5 лет средний месячный максимум в 4,6 раз больше нормы стока и приходится на апрель (в марте $Q_{см}/Q_{ср}=2,2$). Сток даже в многолетнем разрезе зарегулирован плохо ($\varphi=0,50$).

По створу Чиль-Духтаран на р. Қушк средние месячные расходы марта и апреля почти равны, а коэффициент естественной зарегулированности стока такой же, как и р. Қашан — река зарегулирована плохо ($\varphi=0,50$). Дождевые максимумы расходов достигают 110—150 м^3/с. Сток практически дождевой.

Для р. Қашан характерен значительный подрусловый сток. В [72] отмечается, что летом в районе поста Бабулай воды реки то исчезают, что появляются на поверхности. Во всяком случае, с 1974 по 1978 г. поверхностный сток в июле, августе и сентябре зарегистрирован здесь только в 1976 г. На территории СССР у с. Қульджа продолжительность периода с поверхностным стоком еще более сокращается. В этом створе в ряде лет поверхностный сток был менее 100 сут. В створе Бабулай сток почти никогда не продолжался менее 200 сут.

Характерной особенностью режима р. Қашан являются кратковременные селевые паводки, не создающие явно выраженного периода половодья.

Режим р. Қушк сходен с режимом р. Қашан. В верхней части, на территории РА, река в летние месяцы имеет несколько бóльший сток, чем Қашан и чем в нижнем течении, где с июля по ноябрь воды практически не бывает. Для поста Чиль-Духтаран в верхней (афганской) части бассейна р. Қушк сток с июня по ноябрь (за 6 месяцев) составляет всего лишь 4,3 % годового.

Распределение стока рек Қушк и Қашан на афганской территории и на территории СССР идентично.

Наблюдения за режимом р. Гульран начались лишь в 1978 г. в створе Чартахта. При чисто дождевом питании и незначительной доли подземного питания режим стока зависит только от режима осадков. Так, в 1978 г. наибольшие дождевые пики были в ноябре и декабре. Коэффициент естественной зарегулированности стока в 1978 г. был равен 0,51 (для р. Қушк в этом же году $\varphi=0,49$), т. е. примерно равен коэффициенту естественной зарегулированности всех левых нижних притоков р. Мургаб. По 1978 г.

сезонное распределение стока р. Гульран следующее: в осенне-зимний период — 52 %, в весенний (март—июнь) — 44 % и летний период (июль—сентябрь) — только 6 %.

Характеристика продолжительности суточных расходов приводится в табл. 5.10 по шести постам — по каждой из бассейнообразующих рек зоны в наиболее характерных створах и по р. Қашан, кривая обеспеченности продолжительности суточных расходов для которой подобна и для рек Бум и Қушк.

Таблица 5.10

Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов рек северо-западной части Афганистана
(*Q* м³/с — первая строка, *K* — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн. наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период
			30	90	180	270	365		
Хульм — Сайяд	60	19,8	3,25	2,3	1,6	1,08	0,66	0,57	0,29
	30	9,9	1,63	1,15	0,8	0,54	0,33	0,29	0,15
Балх — Робат-и-Бала	470	215	100,3	51,3	33,9	31	25,2	22,6	21,3
	9,93	4,54	2,12	1,09	0,72	0,65	0,53	0,46	0,45
Сары-Пуль — Азаабад	112	52,6	14,0	9,54	7,78	5,4	3,3	3,1	1,14
	13,4	6,28	1,67	1,14	0,93	0,65	0,39	0,37	0,14
Ширинтагао — Хиштпуль	84,9	51,7	7,37	5,28	4,1	2,2	1,2	1,13	0
	19	11,5	1,65	1,18	0,91	0,49	0,27	0,25	0
Мургаб — Қалаиазхан	374	141	97,2	58,8	36,8	28,6	25,8	25,7	19
	7,81	2,95	2,03	1,23	0,77	0,6	0,54	0,54	0,4
Қашан — Бабулай	105	74,5	8,1	2,42	0,8	0,1	0	0	0
	39	27,7	3,01	0,9	0,3	0,04	0	0	0

5.6. Режим стока рек бассейна р. Герируд

Река Герируд. Бассейн очень вытянут в плане, и на протяжении течения реки меняется как характер питания, так и режим использования стока. Поэтому следует ожидать некоторых различий в распределении стока по длине реки.

В табл. 5.11 приведены данные о распределении годового стока р. Герируд по семи основным постам на территории РА и по посту Пули-Хатум на территории СССР. Характерной особенностью является почти одинаковая слабая естественная зарегулированность стока на всем протяжении реки (от 0,42 в Даулатяре до 0,46 в Пули-Хатум).

Различия в распределении стока в течение года по течению реки прежде всего заключаются в том, что в верхнем течении Даулатяр, Чагчаран, Тагаб-Газа) летний сток (включая июнь) больше, чем в среднем и нижнем течении. В среднемноголетнем разрезе этот сток можно оценить так (в % от годового): верхнее

Таблица 5.11

Распределение годового стока (% от годового) на реках бассейна р. Герируд

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Герируд — Дайлатяр	1,42	1,42	1,25	1,33	1,42	4,33	30,65	40,56	11,67	2,83	1,57	1,57	0,42
Герируд — Чагчаран	1,46	1,46	1,25	1,25	1,50	5,0	28,33	40,25	12,42	2,92	1,5	2,6	0,44
Герируд — Тагаб-Газа	1,42	1,58	1,67	1,92	3,25	7,33	29,5	35,83	11,92	2,83	1,42	1,42	0,48
Герируд — Рабати-Ахунд	1,17	1,83	2,17	2,25	2,83	10,17	31,42	32,33	11,92	1,92	0,92	0,92	0,47
Герируд — Пули-Паштун	0,13	0,25	0,39	1,25	3,08	12,08	34,08	41,0	7,5	0,11	0,06	0,07	0,38
Герируд — Пули-Хашеми	0,44	1,3	2,46	3,39	5,3	12,63	34,15	33,35	6,03	0,4	0,26	0,29	0,45
Герируд — Тирпуль	0,06	1,02	1,73	4,02	8,3	10,5	36,0	32,25	5,93	0,13	0,03	0,02	0,46
(Теджен) — Пули-Хатум	0	0,4	2,0	4,46	7,77	15,06	32,0	32,37	5,54	0,5	0	0	0,46
Ковган — Танги-Азу	3,58	3,75	3,83	3,67	4,08	14,17	31,25	20,58	6,25	2,92	2,75	3,17	0,59
Ковган — Лонгар	3,5	5,08	5,08	5,17	6,92	15,75	29,25	17,92	4,5	2,17	2,0	2,66	0,62
Карух — Герат	3,33	3,92	5,0	5,42	10,0	24,58	27,42	12,67	1,75	1,83	1,75	2,33	0,587
Лаль — Шиная	1,83	1,83	1,92	2,25	1,83	5,25	31,3	39,15	9,17	1,57	2,16	1,74	0,454
Сенджаб — Хушробат	0,25	3,08	5,67	14,95	15,95	28,0	27,0	3,35	1,0	0,5	0,25	0	0,475

течение (до 370-го км) — 18,2, среднее течение (от 370 до 615-го км) — 9,1, нижнее течение (ниже 615-го км) — 6,0.

Вниз по течению наблюдается заметное увеличение февральско-мартовского стока из-за более раннего стаивания снега и зимних жидких осадков в более низких западных и северо-западных областях водосбора р. Герируд. Изменение доли февральско-мартовского стока по длине реки представлено на рис. 5.13.

В то же время сток апреля—мая изменяется по длине реки незначительно (рис. 5.13 *2*).

Отличительной особенностью распределения стока по сезонам является почти стабильность с марта по июнь по всему течению

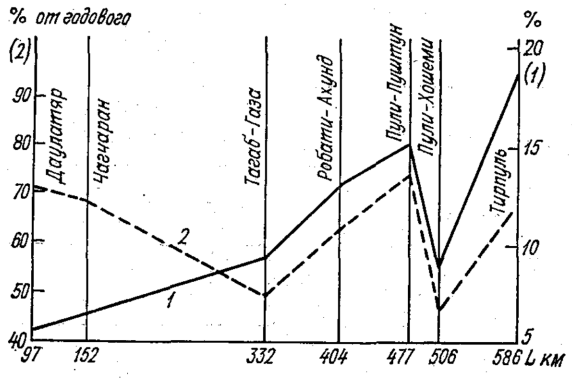


Рис. 5.13. Изменение стока по длине р. Герируд.

1 — сток за февраль—март, *2* — сток за апрель—май.

реки (в % отношении от годового стока), но с постепенным увеличением осенне-зимнего и уменьшением летнего стока вниз по течению.

На отмечаемые закономерности изменений в распределении стока, естественно, влияет все усиливающееся (вниз по течению) использование летнего стока на орошение, особенно в зоне Гератского оазиса.

Для рек бассейна р. Герируд в многоводные годы месячный максимум приходится на май, причем относительная величина среднемесячных расходов за май по течению реки уменьшается.

В маловодные годы пик месячных расходов смещен на апрель—для таких лет естественная зарегулированность несколько выше, чем для многоводных.

В верхней части реки естественная зарегулированность стока в многоводные годы ниже, чем в маловодные. Ниже Рабати-Ахунда естественная зарегулированность по этим группам лет выравнивается. Среднее многолетнее значение δ увеличивается, так как сглаживаются внутригодовые различия маловодных месяцев.

В пункте Рабати-Ахунд и ниже по течению относительные ординаты среднемесячных расходов маловодных и многоводных лет (апреля и мая) понижаются и выравниваются.

Герируд может быть отнесен к рекам снего-дождевого питания (с преимуществом снегового). Снеготаяние наступает сравнительно рано.

Доля дождевого стока, в отличие от р. Мургаб, в стоке р. Герируд даже в полноводные месяцы невелика.

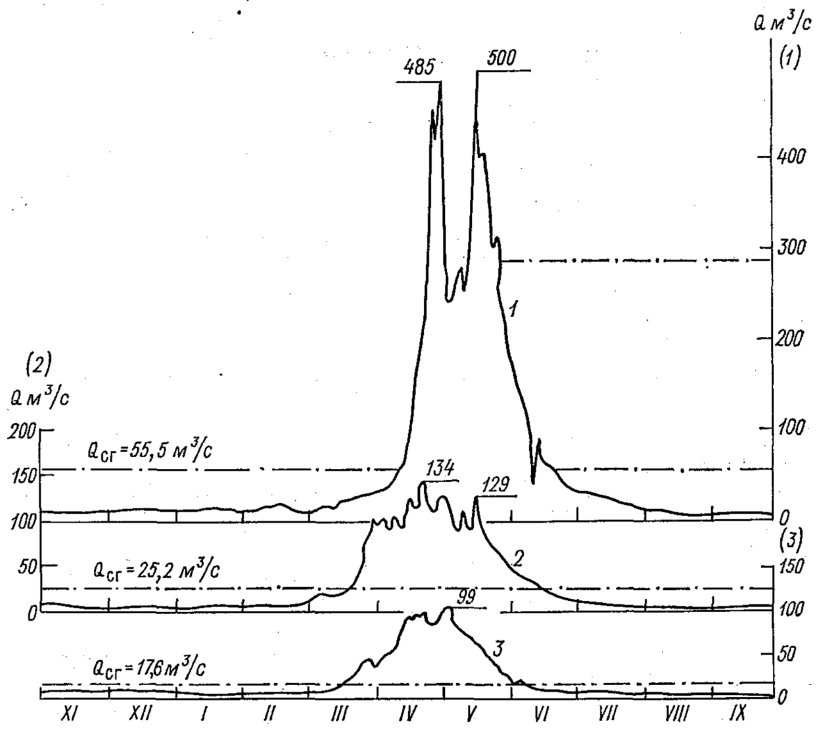


Рис. 5.14. Гидрографы стока р. Герируд — Тагаб-Газа.

1 — 1975-76 г., *2* — 1973-74 г., *3* — 1970-71 г.

Объем половодья зависит от зимних осадков данного гидрологического года и дождей в период март—май. Дождевые пики значительны только в многоводные годы, создавая на фоне половодья от снеготаяния значительные расходы. После дождей уменьшение паводочных расходов медленное, что объясняется накоплением снега в высокогорных областях водосбора. Спад половодья медленный, как правило, в течение месяца — для многоводных лет в июне, маловодных — в мае (рис. 5.14).

Притоки р. Герируд. Наблюдения за режимом р. Лаль велись лишь в 1977 и 1978 гг. Бассейн расположен в основном на отметках около 3000 м, этим объясняется то, что распределение стока реки, хотя и весьма подобно распределению стока р. Герируд по

створу Даулатяр, имеет более летнюю ориентацию. Пики паводков приходятся в основном на май, лишь в годы с малым количеством осадков и ранним снеготаянием — на конец апреля.

В 1977 и 1978 гг. на посту Даулатяр месячные максимумы были в апреле, пики паводков были соответственно 18 и 15 апреля, по створу Шинья у устья р. Лаль среднемесячный максимум был в мае, а пики паводков прошли соответственно 22 и 5 мая.

Гидрографы средних месячных расходов подобны гидрографам р. Герируд в верхнем течении. С июля по февраль включительно расходы незначительны и колеблются в пределах 0,15—0,25 годового в каждом месяце. В марте имеет место скачок расходов до 0,4—0,7 годового, в апреле и мае — от 3 до 5 среднего годового соответственно. Относительно высок средний месячный расход июня — от 1,1 в маловодные годы до 2,0 (годового) в многоводные.

Река Қовган — самый крупный приток р. Герируд, его истоки и весь бассейн расположены ниже р. Лаль и верховьев р. Герируд (отметка русла р. Герируд в конце верхней области около 1300 м, а устья р. Қовган — 1200 м).

Средние месячные расходы апреля и мая в среднемноголетнем разрезе меньше, а расходы марта месяца выше, чем р. Герируд, что свидетельствует о более раннем наступлении половодья. Сток р. Қовган значительно лучше зарегулирован, чем р. Герируд (см. табл. 5.11).

Удельный вес дождевого стока примерно такой же, как и для верхней части р. Герируд.

Обращает на себя внимание устойчивый расход в летний период. В сезон июль—сентябрь, несмотря на относительно небольшие расходы, не наблюдается дней без стока. Учитывая отсутствие дождей в этот период и запаса снега в горах, следует полагать, что на всем протяжении р. Қовган имеют место незначительные выходы подземных вод (сток в створе Лангар за эти месяцы втрое больше стока в створе Танги-Азу). Справа в Герируд впадает ряд небольших по протяженности рек, стекающих с южных склонов хребта Сафедкох. Наиболее значительными из них являются реки Қарух и Сенджаб.

Река Қарух — гидрологический пост, расположенный у г. Герата, функционировал с 1972 по 1977 г. включительно,— имеет характер распределения расходов в течение года, аналогичный р. Қовган.

Створ Хушробат на р. Сенджаб расположен в ее верховьях. Наблюдения, проводившиеся с 1970 по 1978 г., не дают представления о режиме стока реки в целом (вся площадь водосбора р. Сенджаб — 1290 км², а по створу Хушробат — 65 км²). Режим стока по створу Хушробат отличается постепенным увеличением с октября по март. Сток в апреле мало чем отличается от мартовского (в многолетнем разрезе). В мае имеет место резкое уменьшение расходов до 0,4 от среднегодового и затем постепенное уменьшение их до нуля в августе—сентябре (см. табл. 5.11).

Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов приведены в табл. 5.12 по четырем основным постам на р. Герируд и по двум — на р. Ковган.

Полная обеспеченность расходов (365 дней) в верхнем течении р. Герируд практически неизменна (12 % нормы). С началом забора стока на орошение расходы 100 %-ной обеспеченности уменьшаются до нуля и достигают у Тирпуля нулевых значений даже при 74 %-ной обеспеченности.

5.7. Режимы стока рек юго-западной части РА

Бассейн р. Адраскан (Харутруд). Все три реки западной части Сеистанской впадины текут в юго-западном направлении и впадают в озеро Сабари.

Распределение годового стока р. Адраскан подобно распределению стока р. Ковган в бассейне р. Герируд — средний многолетний месячный максимум стока приходится на апрель, но, в отличие от р. Ковган, сток в марте больше, чем в мае.

Распределение стока в многолетнем разрезе (за 15 лет) показано в табл. 5.13.

Для рек бассейна Адраскан характерна почти стабильная схема распределения стока в течение года для маловодных и многоводных лет, совпадающая со среднемноголетним распределением стока. Из 15 лет наблюдений только в четырех случаях — в 1970, 1973, 1974 и 1978 гг.— средний месячный максимум приходится не на апрель, а на март. В то же время никогда средние месячные расходы мая не превышали апрельских.

Распределение стока р. Руд-и-Газ подобно распределению стока р. Адраскан, но с большей амплитудой расходов в период половодья, что сразу же отражается на среднем многолетнем значении коэффициента естественной зарегулированности стока (см. табл. 5.13).

Гидрографы суточных расходов (рис. 5.15) свидетельствуют о большой роли дождей в формировании стока р. Адраскан и ее притоков, особенно в многоводные годы. В 1976 г. доля дождевого стока в общем составляла около 45 %. В маловодном 1971 году доля дождевого стока меньше и оценивается в 25 % годового. Дождевые паводки, следующие один за другим, сливаются в один мощный дождевой пик, как, например, в апреле—мае 1976 г., нередки значительные февральские дождевые паводки (см. рис. 5.14).

Бассейн р. Фарахруд. Более южная экспозиция бассейна р. Фарахруд предопределяет несколько более раннее наступление и окончание весеннего половодья. Это проявляется в большей выравненности средних многолетних расходов марта и апреля (средних месячных) (см. табл. 5.13), в более частых средних месячных максимумах, приходящихся на март в отдельные годы, чем для р. Адраскан.

Таблица 5.12

Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов рек Герируд и Ковган
(Q м³/с — первая строка, K — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн. наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период
			30	90	180	270	365		
Герируд — Чагчаран	608	272	153	30	6,3	5,0	4,0	2,68	1,0
	17,9	8,0	4,5	0,88	0,18	0,15	0,12	0,08	0,03
Герируд — Тагаб-Газа	642	292	164	40,7	10,5	7,6	5,0	4,6	2,45
	15,7	7,12	4,0	1,0	0,26	0,19	0,12	0,11	0,06
Герируд — Рабати-Ахунд	740	330	190	53,6	13,6	6,3	3,3	3,2	1,5
	15,4	6,9	3,97	1,12	0,28	0,13	0,07	0,07	0,03
Герируд — Тирпуль	565	207	97	28,6	4,41	0,07	0,02	0,02	0
	23,3	8,55	4,0	1,18	0,18	0	0	0	0
Қавган — Лонгар	199	70,2	25,4	7,83	4,5	2,38	1,3	1,22	0,1
	24,2	8,54	3,09	0,95	0,55	0,29	0,16	0,15	0
Қавган — Танги-Азу	26,6	12,4	6,4	1,68	0,83	0,57	0,26	0,22	0
	14,2	6,63	3,42	0,9	0,44	0,3	0,14	0,12	0

Таблица 5.13

Распределение годового стока (% от годового) рек юго-западной части РА

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Хашруд — Диларам	0,08	0,5	1,67	4,33	12,2	36,7	30,3	10,25	2,67	0,92	0,33	0,08	0,44
Фарахруд — Фарах	0	0,42	2,17	4,16	12,9	28,9	33,55	13,83	3,08	0,75	0,16	0,08	0,44
Фарахруд — Даулатабад	0,67	2,33	4,17	5,75	15,0	22,0	27,95	16,75	3,60	0,92	0,43	0,43	0,52
Фарахруд — Петч-Танги	0,75	1,75	3,25	4,95	11,7	29,25	28,25	13,85	3,75	1,25	0,67	0,58	0,50
Мальманд — Шалават	0,67	1,33	2,66	5,82	12,4	21,9	30,3	16,6	5,16	1,75	0,83	0,58	0,52
Руд-и-Газ — Адраскан	0,75	1,50	2,67	3,17	6,83	29,2	37,0	14,05	2,67	1,08	0,58	0,58	0,45
Адраскан — Адраскан	1,0	2,17	3,68	3,92	10,0	23,2	30,5	17,6	4,68	1,75	0,75	0,75	0,52

Ниже поста Петч-Танги имеют место большие безвозвратные потери воды на орошение, в некоторой мере искажающие действительное внутригодовое распределение стока.

В. Л. Шульц отмечает большие колебания как годовых, так и месячных расходов р. Фарахруд [72]. Следует заметить, что крайние значения месячных расходов (по посту Фарах по имеющимся сейчас 26-летним данным) значительно резче отличаются друг от друга, чем по данным Шульца. Например, амплитуда колебаний

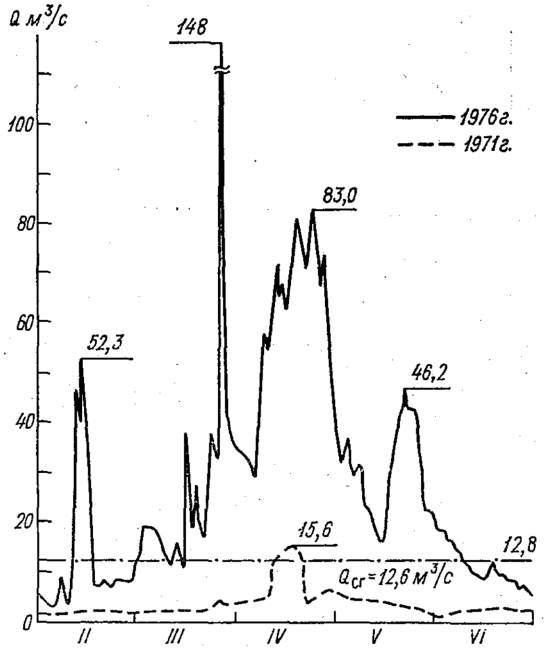


Рис. 5.15. Гидрографы р. Адраскан с февраля по май для многоводного (1976) и маловодного (1971) года.

расходов января от 0,1 до 64,7 м³/с, марта — от 6,79 до 416 м³/с. Сток в феврале не намного меньше стока в мае.

Река Фарахруд отличается весьма малым летним стоком. Здесь сказывается и сильный разбор летнего стока на орошение.

Начало паводка ранней весной и в феврале при непродолжительном периоде снегового половодья. Быстрое и раннее стаивание снега в верховьях, зимние дожди и оттепели вызывают значительное повышение удельного веса февральского стока.

Распределение стока по месяцам в разные годы весьма различно. Как видно из табл. 5.14, месячный сток колеблется в довольно широких пределах; практически весь сток проходит с января по июнь. Доля стока первого полугодия вверх по течению несколько уменьшается за счет большего стока в летне-осенний период, который вниз по течению разбирается на орошение.

Таблица 5.14

Распределение стока р. Фарахруд (% от годового) в характерные годы

Пост	Год	I	II	III	IV	V	VI	Суммарный сток за I—VI
Петч-Танги	1963	1,94	5,79	12,81	17,76	43,37	7,10	92,77
	1965	10,46	26,0	14,96	21,81	16,50	5,24	94,97
	1967	0,88	15,21	13,36	35,59	24,80	5,87	95,71
	1971	3,18	6,70	34,59	40,41	7,82	1,25	93,95
	1976	0,97	6,51	32,31	37,68	12,82	3,46	93,75
Фарах	1963	0	1,25	10,0	12,8	70,8	4,7	99,55
	1965	9,01	32,0	16,27	25,0	14,22	3,2	99,76
	1967	0,55	15,2	13,25	39,4	27,84	3,47	99,71
	1971	0,11	3,14	45,81	47,67	3,27	0	100,0
	1976	0	3,94	37,76	41,12	14,98	1,56	99,36

В некоторые годы, например 1954, 1965, 1966, 1967, 1977, расходы февраля оказываются больше последующих. В этом случае сказывается как раннее снеготаяние (с ранними высокими температурами), так и довольно интенсивные дождевые осадки зимой.

В маловодные годы р. Фарахруд в летние месяцы пересыхает, вернее, ее сток полностью разбирается на орошение выше гидрологических створов. Так, в Петч-Танги в 1971 г. течения в русле не было с середины июня по октябрь, в 1970 г.— с середины июля до конца сентября, в Фарахе — с середины июня 1970 г. по январь 1971 г. и с начала июня по ноябрь, а также в сентябре—октябре 1972 и 1973 гг., в августе—октябре 1963 г.

Дождевые пики очень мощные. Доля дождевого стока оценивается от 35 до 55 % в общем стоке реки (рис. 5.16).

Гидрографы показывают, что наступление весеннего половодья зависит от режима дождей в осенне-зимний период. Накопление снега в верховьях бассейна незначительное, и его таяние не является определяющим в наступлении сроков весеннего половодья. Январские или февральские дожди в свою очередь провоцируют раннее снеготаяние.

Приток р. Фарахруд—р. Мальманд — имеет подобный режим, но с большей амплитудой колебаний относительных месячных расходов.

Бассейн р. Хашруд расположен юго-восточнее бассейна р. Фарахруд и граничит в свою очередь с пустыней Дашти-Марго на юге и бассейном р. Мусакала (приток р. Гильменд) на северо-востоке.

Более южная экспозиция бассейна р. Хашруд по сравнению с бассейном р. Фарахруд обусловливает еще более раннее наступление половодья. По среднемноголетним данным (см. табл. 5.13), средний месячный максимум устойчив и приходится на март. Из 26 лет наблюдений только в 10 случаях сток апреля был выше стока за март, в четырех случаях сток февраля был больше стока марта.

Высотное положение бассейна (средняя высота по посту Дилрам около 1950 м), высокие температуры, так же как и для р. Фарахруд, предопределяют ранний сход незначительного снежного покрова, раннее выпадение дождей.

Еще в [72] указывалось на весьма значительные колебания месячных расходов р. Хашруд. Более длительные наблюдения по-

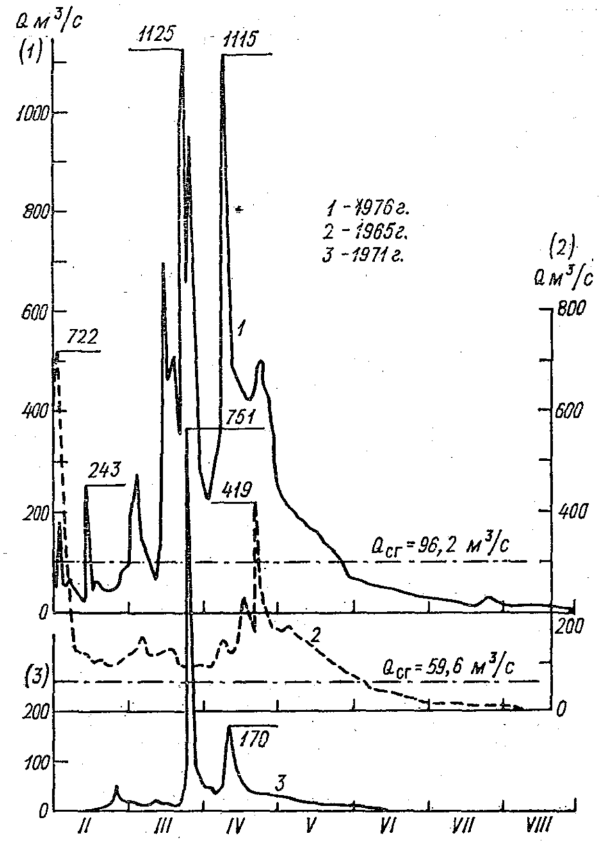


Рис. 5.16. Гидрографы р. Фарахруд — Петч-Танги.

зволяют скорректировать приведенные данные. Колебания расходов фактически оказываются еще выше, с большой амплитудой. Например, в феврале наблюдаемый среднемесячный минимум составлял 0,08 м³/с, максимум — 60,4 м³/с, в марте соответственно 2,34 и 288 м³/с, в апреле — 3,27 и 264 м³/с, в мае — 0,9 и 54 м³/с.

Представляет несомненный интерес характеристика режима стока р. Хашруд в различные годы. Наиболее высокие максимумы наблюдались в 50-е годы. Пики годовых максимумов приходятся в основном на февраль—март—апрель (77 %), но имеют место и

в мае (8 %), ноябре, декабре, январе. Это свидетельствует о весьма большом влиянии дождей на режим и распределение стока реки. Половодье 1963 г. наступило очень поздно, и, хотя в начале апреля наблюдался дождевой пик в 50 м³/с, затем имел место «провал» с двумя незначительными пиками, а затем в середине мая прошел дождевой паводок с пиком 362 м³/с. В 1965 г. дождевые расходы начали нарастать с середины января, и в начале февраля прошел мощный дождевой паводок с пиком 236 м³/с. В марте прошли два небольших (по расходам) паводка, а в апреле во второй поло-

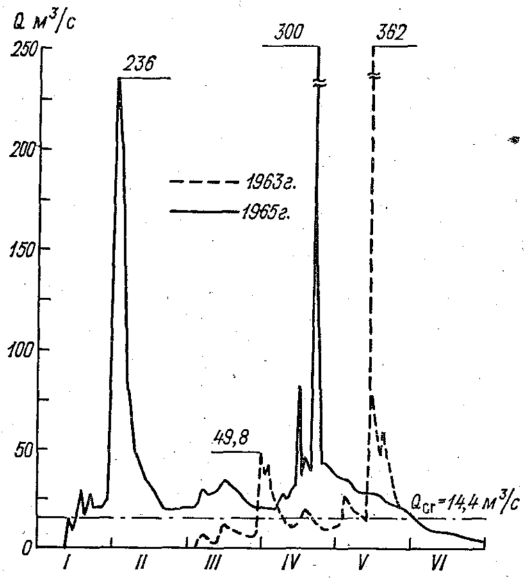


Рис. 5.17. Гидрографы р. Хашруд — Диларам в период половодий.

вине — один за другим два дождевых паводка с расходами 80 и 300 м³/с (рис. 5.17). Гидрографы расходов за эти два года свидетельствуют о полной асинхронности в сроках и в режиме половодий.

Анализ гидрографов позволяет заметить, что практически во всех случаях пики дождевых паводков независимо от того, были ли они в феврале или в мае, имеют весьма замедленный, многодневный спад, что объяснить накоплением снега во время дождей в верховьях бассейна [72] нельзя, особенно для майских дождей при малых высотах и южной экспозиции бассейна. Очевидно, большую роль в формировании такого типа паводочных пиков играет накопление и пополнение грунтовых вод (верховодки) после прохождения дождей и их постепенное дренирование руслом реки.

Для рек юго-западной территории характерны весьма малые расходы обеспеченностью более 50 %, что также свидетельствует о слабой естественной зарегулированности стока рек. Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов приведены в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Ординаты кривой обеспеченности продолжительности средних суточных расходов рек юго-западной части РА
(Q м³/с — первая строка, K — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн. наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период
			30	90	180	270	365		
Адраскан —	116	61,5	22,7	8,9	2,48	0,83	0,26	0,26	0
Адраскан	16,9	9,0	3,31	1,3	0,36	0,12	0,04	0,04	0
Руд-и-Газ —	123	65,5	24,0	5,18	1,29	0,55	0,18	0,16	0
Адраскан	20,2	10,8	3,95	0,85	0,21	0,09	0,03	0,03	0
Фарахруд — Фарах	1211	658	166	51,0	4,66	0,12	0	0	0
	27,3	14,8	3,74	1,16	0,1	0	0	0	0
Фарахруд — Петч-Танги	1125	610	170	59,9	14,4	4,59	2,07	2,06	0
	22,5	12,2	3,39	1,20	0,28	0,09	0,04	0,04	0
Мальманд — Шавалат	90	50	14,8	6	1,38	0,4	0,12	0,12	0
	20,2	11,2	3,32	1,35	0,31	0,09	0,03	0,03	0
Хашруд — Диларам	*475*	*180*	63,7	23,2	3,94	0,39	0,05	0,04	0
	28,3	10,7	3,8	1,38	0,23	0,02	0	0	0

5.8. Режим стока рек бассейна р. Гильменд (без р. Аргандаб)

Истоки **р. Гильменд** и всех ее притоков верхней половины бассейна находятся в горах центрального Афганистана — Хазареджате. Горы этого района не имеют вечных снегов и ледников, поэтому все реки этой зоны имеют снего-дождевое питание.

Крупнейший приток р. Гильменд — р. Аргандаб с площадью бассейна около 53 тыс. км²— расположен в совершенно отличной от верхней зоны р. Гильменд климатической зоне и, как правило, выделяется в самостоятельную гидрологическую зону.

Сезонное накопление снега в горах верхней части бассейна р. Гильменд сравнительно большое, а период снеготаяния совпадает с периодом дождей, что вызывает раннее и значительное снего-дождевое половодье. Ранние сроки половодья обусловлены более высокой температурой южной части Афганистана (по сравнению с другими зонами страны) и южной экспозицией склонов, на которых берут начало все реки бассейна р. Гильменд.

В 1953 г. началось заполнение водохранилища гидроузла Каджакай, расположенного почти на середине реки (на 583-м км от истока). Ниже Каджакай в р. Гильменд впадают только два значительных притока — Мусакала (справа) и Аргандаб.

Регулирующее влияние водохранилища сказывается практически на всем протяжении реки ниже Каджакай стабилизацией коэффициента естественной зарегулированности, изменениями в распределении стока. Коэффициент естественной зарегулированности стока ниже водохранилища до его ввода в работу (1949—

1952 гг.) был равен 0,59, в районе Чорбурджак 0,51, после ввода в работу водохранилища за весь период с 1978 г. соответственно 0,75 и 0,70.

Средний годовой расход с 1949 по 1952 г. больше среднего годового расхода за весь период наблюдений по обоим створам на 9 %.

Доля весеннего стока от створа к створу изменялась мало и соответствовала (до ввода в работу водохранилища Каджакай) доле весеннего стока ее притоков.

Доля февральско-мартовского стока, несмотря на регулирующее влияние водохранилища, как и по всем западным и юго-за-

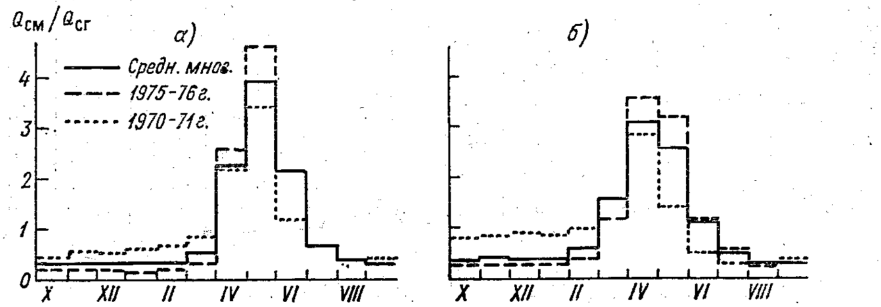


Рис. 5.18. Гидрографы среднемесячных расходов р. Гильменд за многоводный, маловодный годы и средний многолетний.

а — пост Гардандеваль, *б* — пост Дераут.

падным рекам РА, увеличивается вниз по течению до пункта Малахан, а ниже доля этого стока падает за счет интенсивного разбора воды на орошение уже в марте.

Данные, приведенные в гл. 4, свидетельствуют об исключительно больших потерях воды на орошение, которые для нижней половины бассейна р. Гильменд сказываются особенно на стоке в летне-осенний период.

Сезонное распределение характеризуется большой долей весенне-летнего (март—июнь) стока и снижением доли летне-осеннего с соответствующим ростом зимнего стока к югу (табл. 5.15).

У поста Гардандеваль, расположенного на высоте около 3000 м в верховьях реки, распределение стока характерно для горных районов и более равномерно, чем у поста Даулатяр на р. Герируд, находящемся в примерно сходных условиях.

Как видно из рис. 5.18, характер распределения стока синхронный и подобный как для маловодного, так и для многоводного года. Для поста Дераут, расположенного в 471 км от истока, для тех же лет характерно заметное смещение среднего месячного максимума с мая по апрель. Так же как и для поста Гардандеваль, характер изменения средних месячных расходов в маловодном и многоводном годах сохраняется. В обоих створах относи-

Таблица 5.16

Среднее многолетнее распределение годового стока (% от годового) р. Гильменд и ее притоков (без р. Аргандаб)

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Коэффициент естественной зарегулированности
Гильменд — Гардандеваль	2,5	2,65	2,75	2,75	2,9	4,56	19,0	33,3	17,9	5,55	3,17	3,00	0,55
Гильменд — Гиза	3,08	3,50	3,50	3,58	5,09	14,0	27,0	21,5	8,92	4,33	2,75	2,75	0,62
Гильменд — Дераут	3,18	3,68	3,68	3,76	5,10	13,4	25,8	21,9	9,58	4,34	2,84	2,68	0,63
Гильменд — Каджакай	4,82	4,92	5,25	5,32	5,91	7,57	18,2	21,4	10,4	6,91	6,16	3,16	0,75
Гильменд — Лашкаргах	4,50	4,67	5,0	6,33	7,42	8,67	19,8	21,4	7,58	4,92	4,92	4,67	0,75
Гильменд — Дарвешан	3,58	4,08	5,75	7,09	7,50	9,42	18,7	22,1	9,25	5,00	4,00	3,58	0,74
Гильменд — Малахан	4,18	4,25	4,75	6,58	8,09	11,0	18,3	21,7	8,18	5,00	4,18	3,75	0,74
Гильменд — Чорбурджак	3,00	3,30	4,50	5,80	7,80	10,8	18,4	23,7	10,4	5,20	3,90	3,20	0,70
Гильменд — Хвабга	3,83	3,92	4,08	6,43	7,50	9,93	18,9	23,8	9,50	4,84	3,67	3,58	0,71
(Шеле Чарх) — Зарандж	3,00	3,34	5,00	7,08	8,43	9,08	14,4	26,9	10,2	4,83	3,67	3,00	0,72
Тирин — Уросган	4,50	5,67	6,17	6,83	7,83	15,3	20,9	10,5	6,33	5,83	5,34	4,83	0,63
Тирин — Тирин	3,33	3,75	5,08	6,00	7,92	17,1	26,9	12,5	4,92	5,75	3,67	3,08	0,68
Тирин — Анарджуй	3,50	5,08	6,83	7,58	10,2	17,7	21,2	12,1	4,92	4,50	3,25	2,75	0,72
Мусакала — Мусакала	0,25	0,84	2,42	4,09	13,2	37,3	28,3	9,92	2,00	1,00	0,34	0,25	0,45
Кадж — Яхдан	2,30	2,90	2,70	2,80	4,85	19,8	35,0	18,4	5,50	2,60	1,70	1,60	0,52
Пенджаб — Варас	3,17	3,08	2,83	3,33	4,08	5,58	29,6	33,1	7,25	2,67	2,50	2,83	0,54
Мархана — Даане-Ришка	3,67	3,42	3,17	3,00	3,33	6,17	19,8	28,7	14,4	6,50	4,08	3,82	0,62
Сьясанг — Гардандеваль	3,83	3,67	3,33	3,25	3,25	4,75	20,8	34,4	11,9	4,17	2,90	3,75	0,58

тельная величина расходов осенне-зимнего периода в маловодные годы выше, чем в многоводные. Ниже поста Дерaут уже проявляется регулирующее влияние водохранилища Каджакай — средний месячный максимум приходится на май.

Естественная зарегулированность стока р. Гильменд средняя в основном по всему течению реки и только в верхней части (Гарандевaль) слабая. В то же время в течение ряда лет естественная зарегулированность колеблется вокруг средней (для каждого данного пункта) величины. Прослеживается достаточно четкая закономерность возрастания естественной зарегулированности с уменьшением средних годовых расходов. Эта закономерность достаточно хорошо выражена для поста Дерaут, для которого имеется 26-летний ряд наблюдений (рис. 5.19).

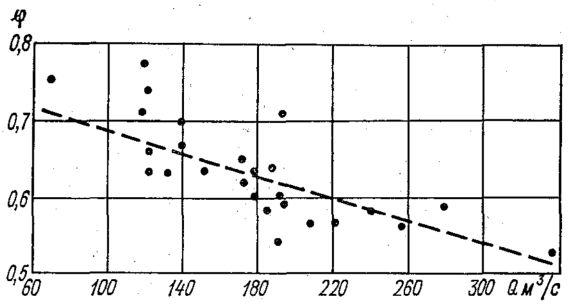


Рис. 5.19. Зависимость годовых значений коэффициента естественной зарегулированности стока от средних годовых расходов р. Гильменд — Дерaут.

Река Гильменд — типичная река снего-дождевого питания. Дожди совпадают с периодом снеготаяния по всей территории бассейна. Из приведенных на рис. 5.20 гидрографов видно, как по мере продвижения вниз по реке максимум весеннего половодья наступает раньше как в маловодном, так и в многоводном году.

Доля дождевого стока в годы с малым количеством осадков (например, 1971 г.) весьма незначительна, и сток в нижнем течении в большой степени обусловлен питанием за счет грунтовых вод.

В многоводные годы (например, 1976 г.) дожди, накладываясь на половодье от снеготаяния, вызывают значительные пики расходов. В такие годы, несмотря на значительные расходы от снеготаяния, сильно возрастает доля дождевого стока. Так, в 1976 г. доля дождевого стока (в % от общего за год) составляла: Гарандевaль — 25 %, Дерaут — 29 %, Дарвешан — 34 %.

Прослеживается тенденция к уменьшению доли дождевого стока для вышерасположенных створов, что естественно, так как на предгорных и равнинных участках водосбора сток преимущественно дождевой (из-за малого накопления снега зимой, быстрого стаивания снежного покрова и т. п.). Как и для всех рек Афганистана, дождевые пики значительны только в многоводные годы.

Спад половодья медленный, продолжается на р. Гильменд в течение полутора—двух месяцев: в мае, июне и частично в июле.

Это объясняется не только накоплением снега в период ранних весенних дождей в высокогорных областях водосбора, но и накоплением запасов грунтовых вод в этот период.

Притоки р. Гильменд. В верхней половине бассейна р. Гильменд имеет разветвленную сеть притоков, наиболее значительные из которых правобережные. Первый правый приток — р. Сьясанг — имеет длину всего 32 км. Гидрологический пост установлен

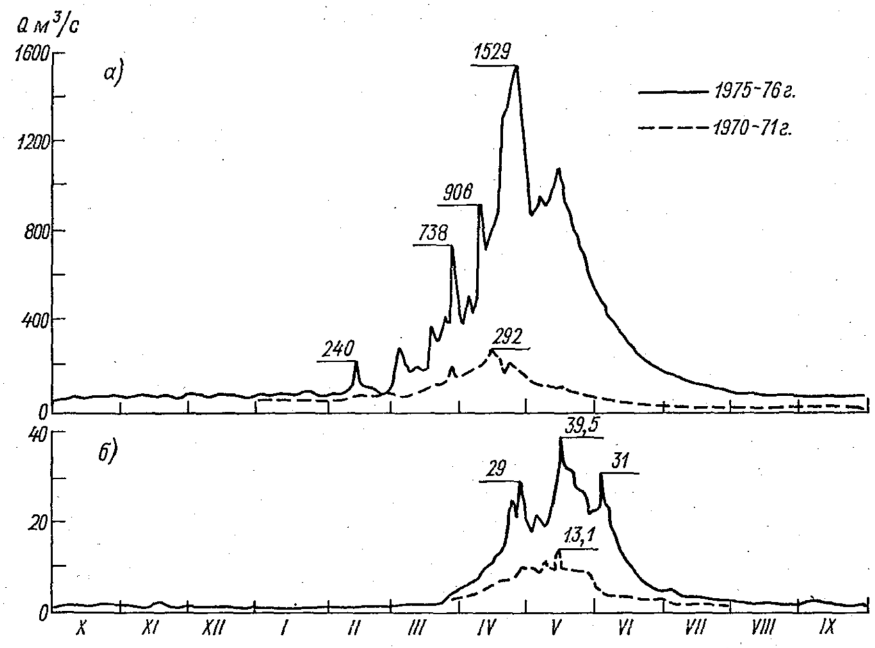


Рис. 5.20. Гидрографы р. Гильменд.

а — пост Дераут, *б* — пост Гардандеваль.

в 8 км от устья (Гардандеваль). Наблюдения за режимом стока велись с 1970 г. Бассейн р. Сьясанг расположен на высоте более 3000 м (отметка устья 2930 м). Распределение стока в течение года подобно р. Гильменд в створе Гардендеваль. Средние месячные максимумы всех лет на обоих постах совпадают, расхождение в датах прохождения пиков максимальных расходов года незначительное.

Естественная зарегулированность р. Сьясанг, подобно р. Гильменд в створе Гардандеваль, слабая. Осенне-зимний сток выше и составляет 17,3 % годового.

Река Мархана имеет площадь водосбора, более чем в пять раз превышающую водосбор р. Сьясанг, но длина реки всего 47 км. Гидрологический пост Даане-Ришка расположен в 6 км от устья. Водосбор расположен на 200—250 м ниже и западнее водосбора р. Сьясанг, что находит отражение в смещении гребня волны поло-

водья ближе к апрелю. Действительно, отношение апрельских расходов к майским для р. Мархана выше, чем для р. Сьясанг.

Естественная зарегулированность р. Мархана (многолетняя) выше р. Сьясанг и может считаться удовлетворительной. Все годовые максимумы проходят на 5—15 дней раньше, чем на р. Сьясанг. Осенне-зимний сток составляет 16,6 % годового, сток июля—сентября — 14,4 %, что почти на 4 % выше, чем р. Сьясанг.

Река Пенджаб более значительный, чем предыдущие, приток р. Гильменд, площадь водосбора более 2400 км². Устье реки расположено на 500 м ниже (по отметкам) устья р. Мархана. Створ Варас, где проводились гидрометрические наблюдения, расположен в 35 км от устья и в 56 км от истоков реки. Отношение апрельских расходов к майским значительно больше, чем у предыдущих притоков.

Если объем летнего стока р. Мархана был наибольшим (в % от годового) для всех правых притоков р. Гильменд, то для р. Пенджаб летний сток составляет всего 8 % годового. Естественная зарегулированность стока слабая, ниже предыдущих притоков ($\varphi=0{,}54$).

Характер изменений средних месячных расходов в течение года для маловодного (например, 1971), многоводного (1976) года и среднемноголетние изменения почти синхронны, но в маловодные годы средний месячный максимум перемещается часто на апрель, а осенне-зимний сток в общем превышает средний годовой.

Сезонное распределение стока имеет значительные отклонения от средних многолетних величин. Так, зимний сток 1971 г. на 178 % превышал, а в 1976 г. был на 47 % меньше среднего многолетнего.

Дожди совпадают с периодом снеготаяния, но удельный вес дождей мал, и по структуре половодье соответствует верховьям р. Гильменд.

Река Кадж еще более значительный, чем Пенджаб, правый приток р. Гильменд с площадью бассейна 11 600 км² и значительно меньшими средними отметками. Отметка истоков Каджа около 3400 м, а устья — 1110 м, поэтому сроки наступления половодья здесь еще более ранние, чем на р. Пенджаб. В створе Яхдан, находящемся всего в 7 км от устья, гидрографы средних месячных расходов за многоводный 1976 год и средний многолетний подобны с малой разницей величин относительных средних месячных расходов.

Естественная зарегулированность р. Кадж еще меньше, чем р. Пенджаб, а влияние дождей на формирование стока больше, чем на всех предыдущих притоках, что вполне соответствует высотному положению и ориентации бассейна.

Особенно велико отношение апрельских расходов к майским (больше единицы), что свидетельствует о полном перемещении гребня половодья с мая на апрель. Так же сильно возрастает отношение мартовского стока к апрельскому. Заметно большое влияние дождей на формирование весеннего половодья.

Река Мусакала — последний крупный правый приток р. Гильменд. Бассейн реки расположен уже в припустынной зоне (у северной границы пустынь Баква и Дашти-Марго). Отметки бассейна сравнительно низкие — около 1500 м. Этим обусловлено еще более раннее, чем на р. Кадж, наступление половодья преимущественно дождевого характера.

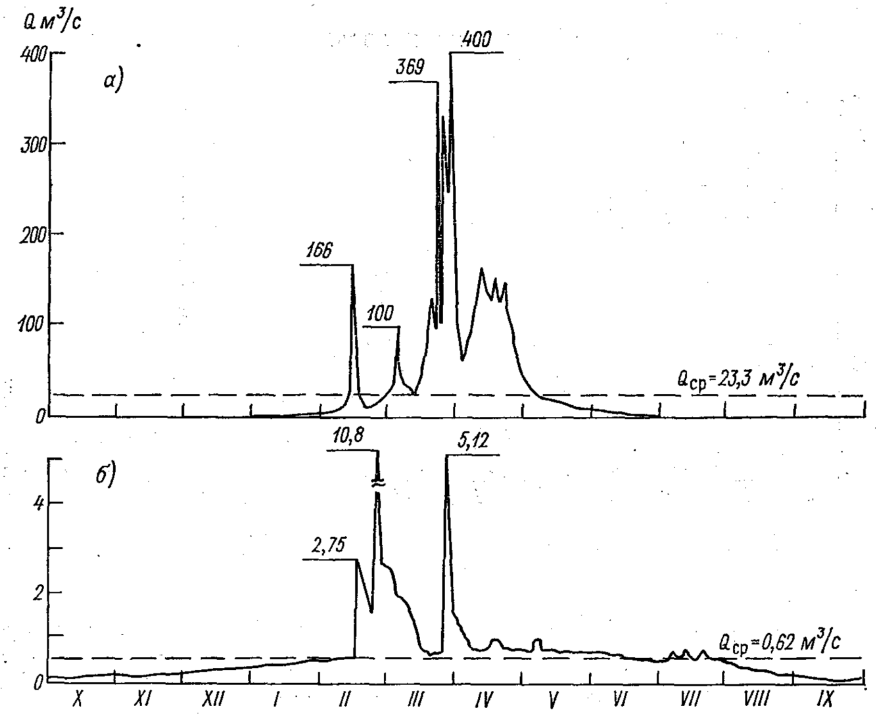


Рис. 5.21. Гидрографы р. Мусакала — Мусакала за 1975-76 (*а*) и 1970-71 гг. (*б*).

Для р. Мусакала характерен устойчивый мартовский максимум средних месячных расходов независимо от водности года.

В створе Мусакала, находящемся в 16 км от устья, отношение апрельского стока к майскому около трех, а мартовского к апрельскому — 1,3, т. е. гребень половодья устойчиво приходится на март. В этом отношении р. Мусакала напоминает реки юго-запада страны.

На гидрографах р. Мусакала (рис. 5.21) за многоводный 1976 и маловодный 1971 гг. видно большое влияние дождей на формирование весеннего половодья, наличие больших дождевых пиков. Дожди и вызванные ими дождевые паводки появляются в феврале.

Особенности форсирования и концентрация стока в основном на период краткосрочного весеннего половодья предопределяют и весьма слабую естественную зарегулированность реки ($\varphi=0{,}45$).

Изменения относительных средних месячных расходов в годы с различной водностью почти синхронны, но для маловодных лет февральские расходы почти равны мартовским. Расходы с июня по декабрь очень малы, и в некоторые годы (например, 1962) среднемесячные расходы составляют всего 50—60 л/с (без учета расходов на орошение).

Слева, выше устья р. Аргандаб, в Гильменд впадают два сравнительно больших притока — Амрестан и Тирин. На р. Амрестан гидрометрических наблюдений не велось. Высотное положение и

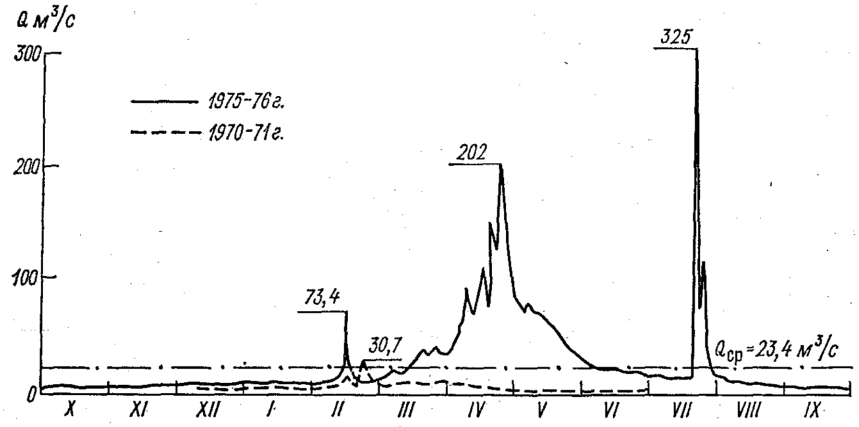


Рис. 5.22. Гидрограф р. Тирин.

плановая ориентация бассейна позволяет предположить, что по своим гидрологическим характеристикам река занимает промежуточное положение между реками Тирин и Пенджаб.

Река Тирин — один из всех притоков р. Гильменд (кроме р. Аргандаб) имеет три гидрометрических створа. Бассейн в высотном отношении подобен бассейну р. Кадж, но его более восточное расположение предопределяют некоторое влияние на режим стока эпизодических муссонных летних дождей. Например, годовой максимум расхода реки был в 1976 г. в конце июля (рис. 5.22). Снего-дождевые половодья в различные годы приходятся на февраль—апрель, но наиболее часто наблюдаются, как и на р. Кадж, в апреле.

В маловодные (1962, 1971) годы осенне-зимний сток составляет больше половины годового, в многоводные годы (1965, 1976) он меньше половины, а летний сток в процентном отношении вдвое больше, чем в маловодные годы, в основном за счет муссонных дождей.

Изменения относительных величин средних месячных расходов по длине р. Тирин почти синхронны в маловодные, многоводные и средние по водности годы.

Коэффициент естественной зарегулированности довольно велик: от 0,63 у поста Уросган, в верховьях реки, до 0,72 у поста Анарджуй, у устья. Колебания естественной зарегулированности стока в различные по водности годы незначительны.

Обеспеченность продолжительности суточных расходов р. Гильменд и ее притоков, приведена в табл. 5.17.

Надо иметь в виду, что изменение характера кривых обеспеченности суточных расходов у поста Каджакай и ниже обусловлено регулирующим влиянием Каджакайского водохранилища.

Значения коэффициента естественной зарегулированности φ, определенные по кривым обеспеченности продолжительности суточных расходов, несколько меньше, чем определенные по средним месячным расходам, так как в этом случае нет сглаживающего влияния усреднений расходов.

5.9. Режим стока рек бассейна р. Аргандаб

Средняя отметка бассейна около 2400 м незначительно отличается от средней отметки бассейна р. Гильменд, но его широтное положение, более высокие температуры, малое количество осадков, значительное влияние муссонов обусловливают отличия характеристик от остальных рек бассейна р. Гильменд.

Запасы снега в верховьях **р. Аргандаб** и его притоков, особенно южных, невелики, поэтому весенние дожди, совпадающие с периодом снеготаяния, не вызывают сколько-нибудь значительных половодий. Муссонные дожди образуют июльско-августовские паводки, иногда очень значительные по всплеску мгновенных расходов, но небольшие по общему объему стока. Этим объясняется и более высокая естественная зарегулированность стока рек бассейна р. Аргандаб, определенная по средним многолетним средним месячным расходам, по сравнению с тем, что можно было бы ожидать в данной географо-климатической зоне (табл. 5.18).

Плохая зарегулированность стока в нижнем течении р. Аргандаб (Бахи-Пуль и Кала-и-Бост), несмотря на расположенное выше водохранилище, в основном объясняется большим разбором воды на орошение (см. гл. 4) в районе от г. Кандагара до устья.

Заполнение водохранилища Аргандаб началось в 1952 г. Влияние водохранилища даже на внутригодовое распределение стока незначительное, что отмечал еще В. Л. Шульц [72] по данным наблюдений за десять лет, и проявляется только в маловодные годы и то в створе непосредственно ниже водохранилища. Но во всех случаях водохранилище оказывает влияние на высоту пиков паводков, срезая их на участке от водохранилища до впадения р. Дори.

Средний месячный сток в июне—сентябре в створе ниже водохранилища в 1,5—2,0 раза больше, чем в створе выше водохранилища (за счет аккумуляции в нем стока с января по апрель). Поэтому осенне-зимний и летний сток ниже водохранилища в маловодные годы почти равны по объему, в то время как выше

Таблица 5.17

Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов в бассейне р. Гильменд (за исключением р. Аргандаб) (Q м³/с — первая строка, K — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период
			30	90	180	270	365		
Гильменд — Гарландевальь	37,7 9,7	22 15,67	13,9 3,58	3,98 1,03	1,56 0,4	1,22 0,31	0,96 0,25	0,78 0,2	0,46 0,12
Гильменд — Гизаб	1075 9,68	552 4,97	333 3,0	145 1,3	51,1 0,46	39,9 0,36	29,8 0,27	28,8 0,26	24,1 0,22
Гильменд — Дераут	1672 10,1	833 5,03	473 2,85	212 1,28	81 0,49	59,7 0,36	42 0,25	41,5 0,25	19,4 0,12
Гильменд — Каджакай	1700 9,74	696 4,0	409 2,34	175 1,0	142 0,81	97,2 0,56	68,4 0,39	59,4 0,34	39,9 0,23
Гильменд — Дарвешан	1850 11,4	795 4,9	393 2,42	169 1,04	109 0,67	72,1 0,44	48,4 0,3	45,1 0,28	7,8 0,05
Гильменд — Чорбурджак	1900 22,6	764 6,55	401 3,45	179 1,14	95,1 0,32	59,7 0,24	35,8 0,24	33 0,22	9,44 0,06
Кадж — Яхдан	455 11,4	262 6,5	138 53,45	45,9 1,14	12,9 0,32	9,6 0,24	6,63 0,16	6,47 0,16	4,98 0,12
Пенджаб — Варас	135 15,8	61,6 7,21	34,7 4,06	5,94 0,7	3,46 0,4	2,39 0,28	1,56 0,19	1,41 0,17	0,71 0,09
Тирин — Анарджой	181 11,0	103 6,26	42,9 2,61	20,1 1,22	10,7 0,65	5,36 0,33	2,97 0,18	2,69 0,16	1,3 0,08
Мусакала — Мусакалан	400 38,3	147 14,1	41,5 3,97	9,76 0,93	1,17 0,11	0,37 0,03	0,15 0,01	0,15 0,01	0,1 0,01

Таблица 5.18

Внутригодовое распределение стока рек (% годового) бассейна р. Аргандаб

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	φ
Аргандаб — Санги-Маша	5,08	6,42	6,42	6,08	6,40	12,7	24,8	13,1	5,08	5,75	4,50	3,67	0,74
Аргандаб — Мизан	2,17	2,92	3,67	4,50	8,90	22,7	28,4	13,8	4,08	5,08	2,33	1,50	0,60
Аргандаб — выше вдхр	2,20	3,35	4,35	4,70	7,70	19,1	27,9	16,7	5,90	4,40	2,30	1,60	0,61
Аргандаб — ниже вдхр	4,25	4,33	4,17	2,83	3,67	12,9	25,3	17,1	9,00	6,33	5,42	4,75	0,69
Аргандаб — Бахи-Пуль	1,67	1,58	1,33	1,00	2,08	21,8	42,6	18,1	3,17	2,50	2,25	1,92	0,43
Аргандаб — Кала-и-Бост	0,58	1,10	4,25	5,50	11,2	19,2	33,0	17,0	4,25	1,67	1,25	1,00	0,56
Аргастан — Кандагар	0	0	3,34	4,70	20,6	29,1	24,2	3,34	0,33	11,3	3,08	0	0,48
Тарнак — Шахджой	4,92	7,75	9,33	10,2	11,7	12,8	11,6	7,25	4,92	7,25	7,75	4,58	0,86
Дори — Тахтапуль *	1,97	0,25	4,57	13,3	5,18	0,43	0,43	0,62	0,31	24,2	47,7	1,05	0,50
Лора — Шинкай **	0,16	0,69	20,0	10,9	14,9	12,9	3,01	2,52	1,15	18,8	13,4	1,65	0,59

* Распределение стока р. Дори дано по данным наблюдений за 1977 и 1978 гг.;
** Распределение стока р. Лора дано по данным наблюдений за 1978 г.

водохранилища летний сток почти в 3 раза меньше осенне-зимнего (см. табл. 5.17). В целом же зарегулированность стока водохранилищем (за период 1952—1978 гг.) повысилась мало: с 0,61 до 0,69.

Высокая естественная зарегулированность стока в створе Санги-Маша объясняется как выравнивающим влиянием муссонных дождей (не ежегодно!), так и значительной долей подземного питания.

Внутригодовое распределение стока по течению р. Аргандаб изменяется значительно. В верховьях (створ Санги-Маша) распределение стока в маловодные и многоводные годы подобно. В маловодные годы относительные средние месячные расходы с октября по март немного больше средних годовых, а апрельский максимум незначительно превышает осенне-зимние расходы.

В среднем течении, в створе выше водохранилища, в маловодные годы (например, 1971) расходы в осенне-зимний период больше отличаются от средних годовых, чем в верхнем течении; разница между относительными средними месячными расходами маловодного года и аналогичными относительными расходами многоводного года еще больше. Среднемесячный максимум расходов в маловодные годы может перемещаться с апреля на март, а в нижнем течении из-за влияния южных притоков р. Аргандаб максимумы смещаются на зимний период. Из-за большого разбора воды на орошение в маловодные годы течения в реке с мая по сентябрь практически нет.

В многолетнем разрезе средний месячный максимум как для многоводных, так и средних по водности лет приходится на апрель. В средние по водности годы (например, 1978) этот максимум отчетливо проявляется по всей длине реки. При этом в годы со значительными муссонными осадками (количество которых в этом районе весьма различно в разные годы) также отчетливо проявляется июльский средний месячный максимум, который все же меньше апрельского.

Если для р. Аргандаб среднее многолетнее внутригодовое распределение стока в створах по всей реке подобно, что подтверждается и распределением стока по сезонам, то основные реки бассейна, впадающие в главный приток р. Аргандаб — реку Дори — Аргастан, Тарнак, Лора, и сама Дори имеют значительно отличающееся распределение стока. Это различие прежде всего заключается в отсутствии ясно выраженного месячного максимума в зимне-весенний период (для рек Тарнак и Лора) или в весьма раннем зимне-весеннем половодье с максимумом в январе. Для этих рек объем стока в летний период в годы со значительными муссонными дождями уже становится больше, чем в зимне-весенний период, в то время как для р. Аргандаб в аналогичные годы такое соотношение не имеет места.

В годы с достаточно сильными муссонными дождями (например, 1978) на р. Аргандаб выше устья р. Дори сезонное распределение стока, хотя и отличается от среднего многолетнего, сохра-

няет ту же структуру — преимущество весеннего стока перед летним. В бассейнах притоков р. Дори и самой Дори влияние муссонных дождей значительное и объем летнего стока больше весеннего, что существенно влияет и на сток р. Аргандаб ниже устья р. Дори.

Сток в июле — сентябре во многих случаях превышает сток остальных сезонов года. Колебания расходов внутри месяцев значительны только в периоды дождей, которые, особенно в период муссонов, могут вызывать большие, но кратковременные паводки.

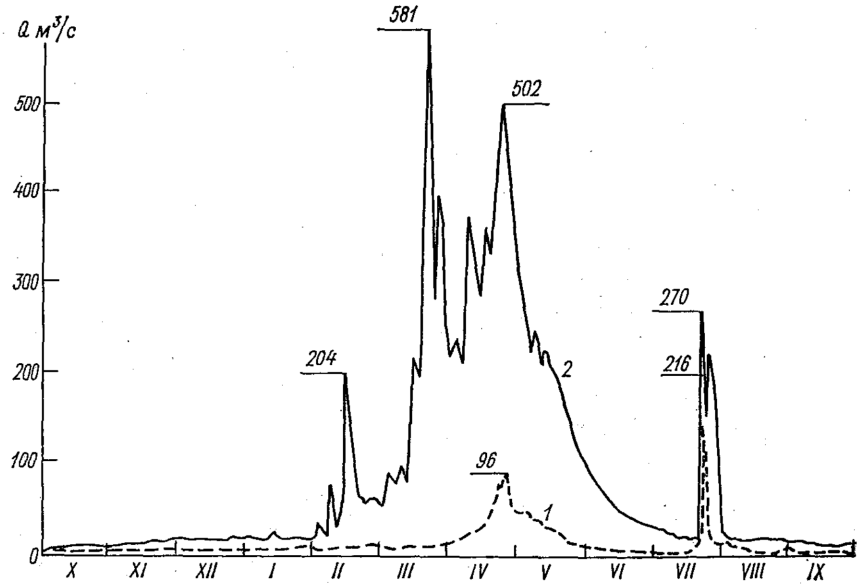


Рис. 5.23. Гидрографы р. Аргандаб за 1976 г.

1 — пост Санги-Маша, *2* — выше водохранилища Аргандаб.

На рис. 5.23 приведены гидрографы р. Аргандаб за 1976 г., из которых видно, что муссонные дожди при общем незначительном повышении объема месячного стока могут вызвать значительные паводки. Так, в Санги-Маша паводок в июле с расходом 216 м³/с значительно превышал паводок в конце апреля (Q=96 м³/с), хотя объем стока в апреле почти в 3 раза превышал сток июля. В то же время ниже по течению реки, как отмечалось выше, влияние муссонов сказывается меньше и паводок в июле 1976 г. в створе выше водохранилища хотя и прошел с расходом 270 м³/с, но этот расход был уже намного ниже паводочного расхода в конце марта (Q=581 м³/с), вызванного наложением дождевого стока на сток от снеготаяния.

Притоки р. Аргандаб. Из всех рек бассейна по режиму стока особенно выделяется р. Аргастан. По данным поста в районе г. Кандагара, наблюдения на котором ведутся с 1953 г. с некоторыми перерывами, можно судить о наличии стока в реке практи-

чески только с декабря по май при весьма слабом влиянии муссонов (только в 1956, 1961, 1976 и 1978 гг.) в июле—августе. При этом пиковые расходы паводков в весенний период весьма значительны. Эти паводки более чем на 80 % дождевого происхождения, так как сток от снеготаяния в этих районах весьма небольшой (рис. 5.24).

Совершенно иной характер имеет режим стока р. Тарнак. У поста Шахджуй, расположенном в среднем течении реки, есте-

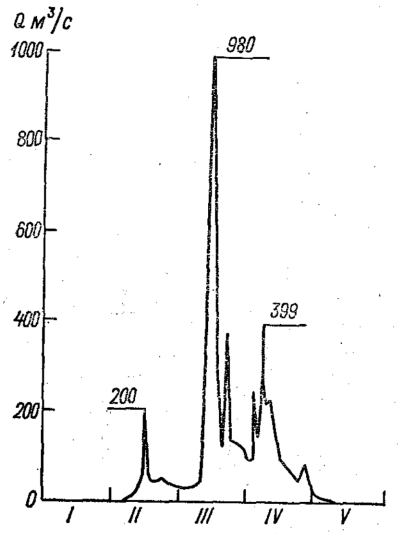


Рис. 5.24. Гидрограф р. Аргастан — Кандагар за 1976 г.

ственная зарегулированность очень высока (среднее многолетнее значение $\varphi=0{,}86$) в основном за счет устойчивого подземного питания при малом общем среднем расходе. Удельный вес паводков незначителен по объему стока, но в некоторые годы дождевые расходы накладывающиеся на бытовые расходы, вызывают пики паводков, превышающие средние годовые расходы в несколько десятков раз. Но все же для р. Тарнак отношение Q_m/Q_{cr} значительно меньше, чем для других рек бассейна, особенно для р. Аргастан.

Река Дори, область питания которой лежит на северо-западных склонах южных отрогов Сулеймановых гор за пределами РА, имеет явно выраженные зимне-весенние половодья и постоянные летние паводки, пики которых большей частью приходятся на январь и июль—август. Для Дори характерен значительно бóльший сток в период муссонных дождей по сравнению с весенним (рис. 5.25).

Естественная зарегулированность стока рек бассейна р. Аргандаб изменяется как от водности года, так и от интенсивности и продолжительности муссонных дождей в бассейне. Обеспеченность продолжительности суточных расходов рек приведена в табл. 5.19.

Таблица 5.19

Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов в бассейне р. Аргандаб
(Q м³/с — первая строка, K — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн. наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период
			30	90	180	270	365		
Аргандаб — Кала-и-Бост	700	260	80,6	21,5	4,7	0,42	0,06	0,06	0
	35,5	13,2	4,08	1,09	0,24	0,02	0,02	0,0	0
Аргандаб — ниже вдхр	526	178	102	39,4	22,2	17,8	2,5	2,4	0
	14,5	4,9	2,8	1,09	0,61	0,49	0,07	0,07	0
Аргандаб — выше вдхр	581	236	116	46	19,2	9,3	3,53	3,46	0
	15,7	6,37	3,13	1,24	0,52	0,25	0,1	0,09	0
Аргандаб — Санги-Маша	126	52,8	21,9	7,4	4,73	3,13	1,82	1,73	0,38
	15,7	6,59	2,73	0,92	0,59	0,39	0,23	0,22	0,05
Аргастан — Кандагар	527	196	13,0	1,8	0	0	0	0	0
	141	52,5	3,5	0,48	0	0	0	0	0
Тарнак — Шахджой	32	12,1	2,06	1,67	0,99	0,69	0,39	0,32	0,26
	25	9,45	1,61	1,3	0,77	0,54	0,30	0,25	0,20

Кривые обеспеченности продолжительности суточных расходов в модульных коэффициентах в створе Кала-и-Бост на р. Аргандаб и в створе Мусакала на р. Мусакала почти идентичны. По остальным створам на р. Аргандаб кривые суточных расходов аналогичны кривым р. Тирин.

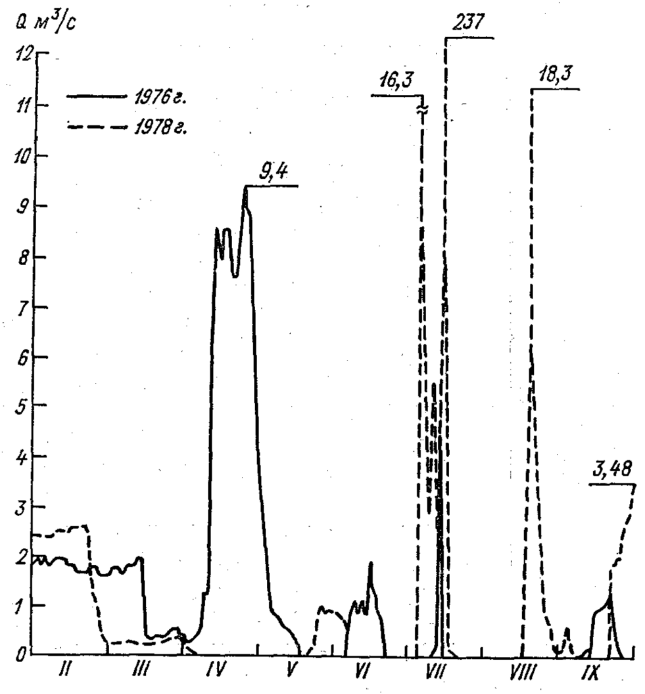


Рис. 5.25. Гидрограф р. Дори — Тахтапуль.

Кривые обеспеченности продолжительности суточных расходов притоков р. Аргандаб практически не имеют аналогов с другими реками бассейна р. Гильменд.

5.10. Режим стока рек бассейна р. Газни

Реки бассейна расположены на засушливом Газнийском плато, на котором в зимнее время накапливаются незначительные запасы снега. Летние муссоны только иногда захватывают основные области питания рек бассейна (рис. 5.26).

Сравнительно небольшие объемы стока рек, особенно юго-восточной части бассейна, крайне неравномерное и нестабильное распределение стока в течение года — характерные особенности режима рек этой зоны (табл. 5.20).

Построенные водохранилища оказывают влияние на режим и внутригодовое распределение стока только непосредственно ниже,

Таблица 5.20

Внутригодовое распределение стока в % от годового рек бассейна Газни по месяцам

Река—пост	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	φ
Газни — Шина	1,10	2,75	7,70	10,4	11,75	20,9	23,4	6,40	1,90	9,40	3,30	1,50	0,67
Газни — Мост Газни	1,00	7,83	13,8	21,0	14,4	9,75	14,5	6,33	5,08	2,40	1,08	2,83	0,68
Газни — Наубурджа	5,60	7,50	12,9	13,5	7,50	6,60	20,9	11,1	6,00	1,85	1,10	5,45	0,75
Газни — ниже Серадж	6,60	10,7	10,5	10,2	8,60	5,10	13,3	12,1	11,9	2,30	2,00	6,70	0,80
Барикаб — выше Серадж	3,70	6,75	8,80	12,4	12,4	15,0	26,4	3,67	2,08	3,08	4,17	1,55	0,67
Сараб — выше Серадж	4,10	9,50	11,3	12,6	12,3	14,4	18,3	8,17	2,00	3,00	3,25	1,08	0,72
Джилга — ниже Сарде	1,50	1,55	1,55	1,65	2,85	37,5	24,2	15,5	5,50	3,80	2,50	1,90	0,48
Джилга — Гардез	3,67	5,67	8,00	7,92	8,50	17,1	34,7	7,50	1,00	3,63	1,50	0,81	0,65
Джилга — Мечалгу	5,75	5,42	5,67	5,18	5,50	9,83	23,3	13,3	7,68	7,50	5,67	5,20	0,8
Сьягель — Сьягель	1,60	2,00	4,75	11,4	13,4	16,5	22,4	13,4	5,55	3,93	3,91	1,16	0,65
Парк — Парк-Дешт	1,25	1,25	1,83	2,00	6,50	27,8	20,4	9,40	2,66	11,2	4,05	1,66	0,55
Палту — Сарафсар	1,75	2,50	2,67	2,50	3,00	8,50	45,1	20,2	5,75	3,83	2,70	1,50	0,51
Палту — выше Сарде	0	0,90	1,00	2,00	7,50	23,6	35,2	9,80	0,30	8,70	10,0	1,00	0,54
Нахар — Верхняя часть	0,70	1,00	1,40	2,00	7,00	25,0	32,0	9,60	1,50	10,0	8,00	1,80	—

не искажая существенно действительного распределения стока в основном по бассейну.

Продолжительность наблюдений по всем 14 гидрологическим постам на реках бассейна от 6 до 11 лет, но годы наблюдений охватывают периоды с максимальными и минимальным объемами стока и характерными схемами его распределения. Не претендуя

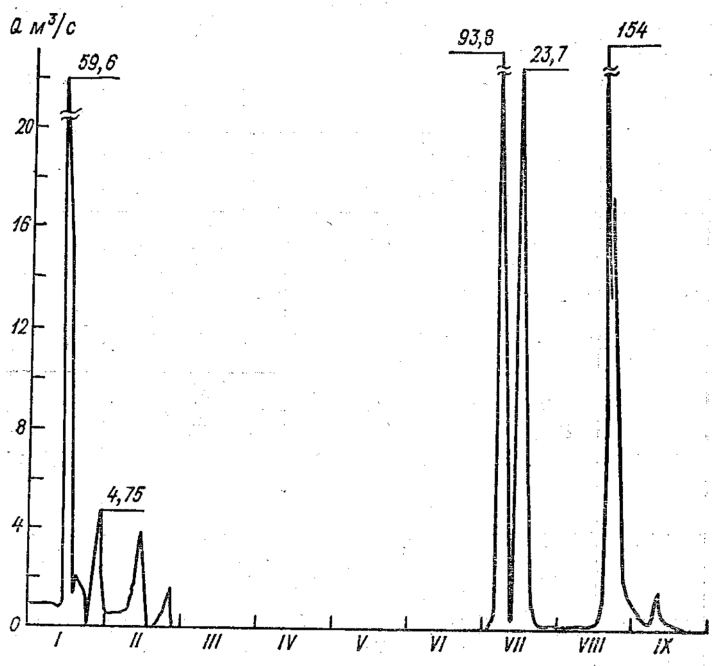


Рис. 5.26. Гидрограф р. Газни — Мост Газни за 1976 г.

на репрезентативность, полученные осредненные величины тем не менее позволяют характеризовать режим и распределение годового стока по основным рекам бассейна.

На р. Нахар, наиболее значительной в южной части бассейна, не было организовано наблюдений за стоком, но общие климатические и почвенные условия и рельеф площадей водосбора рек Нахар, Палту и Парк позволяют с большой степенью обоснованности принять распределение стока по аналогии с ними, что и нашло отражение в табл. 5.20.

Разбивка на три сезона по предложенной В. Л. Шульцем схеме для бассейна Газни, как и для бассейна рек Гильменд и Фарахруд, приемлема, но нуждается в корректировке. Февраль не может быть отнесен к весеннему сезону, хотя в ряде случаев в феврале имели место небольшие дождевые паводки.

Как отмечалось выше, хотя коэффициент δ здесь не имеет генетического смысла (как и для других южных и западных речных

бассейнов РА), тем не менее его значение показывает, что выпадающие иногда в летний период муссонные дожди, хотя и вызывают паводки со значительными расходами, превышающими пики паводков в период весеннего половодья, но по объему практически не влияют на перераспределение стока.

В многоводные годы (например, 1978) весеннее половодье значительно по продолжительности (два-три месяца) и по величине расходов, а объем стока больше, чем в летний муссонный период.

В средние по водности годы и в годы с обильными муссонными дождями (например, 1978) объем стока в летний период уже становится одного порядка с весенним, а расходы в летний период в такие годы очень велики по сравнению с расходами в период весеннего половодья даже многоводных лет (см. рис. 5.26).

Соотношение между объемами стока в весенний и летний периоды в различные по водности годы различно. Весеннее половодье продолжается два-три месяца и начинается с конца января—первых чисел февраля.

В годы со значительными муссонными дождями в низовьях р. Газни объем стока в летний период уже превышает весенний сток. Аналогичный характер распределения стока сохраняется и для рек юго-восточной части бассейна. Хорошее представление о перераспределении стока в отдельные годы дают гидрографы относительных средних месячных расходов ($Q_{см}/Q_{ср}$). Такие гидрографы в бассейне р. Газни в многолетнем разрезе весьма нестабильны.

Средние месячные максимумы в северной части бассейна могут относиться к зимне-весеннему периоду с января в теплые снежные зимы до апреля включительно, а на юге (пост Шина)— к марту — апрелю.

Летний максимум в бассейне приходится на июль.

Таблица 5.21

Ординаты кривых обеспеченности продолжительности суточных расходов в бассейне р. Газни
(Q м³/с — первая строка, K — вторая строка)

Река—пост	Наибольш. за период	Средн. наибольш.	Расходы, соответствующие продолжительности в днях					Средн. наименьш.	Наименьш. за период
			30	90	180	270	365		
Газни — Шина	257	68,6	6,08	2,71	0,92	0,37	0,11	0,1	
	98,5	26,2	2,32	1,03	0,35	0,14	0,04	0,04	
Газни — Мост	19,6	8,15	2,82	1,56	0,25	0	0	0	
Газни	21,4	8,91	3,08	1,70	0,27	0	0	0	
Джилга — Гардез	50,0	13,4	4,11	1,31	0,55	0,09	0	0	
	39,5	10,6	3,25	1,03	0,44	0,07	0	0	
Палту — выше	36,0	13,4	1,98	0,24	0	0	0	0	
Сарде	73,5	27,4	4,04	0,49	0	0	0	0	

Значительное изменение характера распределения стока по месяцам имеет место и по течению р. Газни в связи с увеличением доли летнего стока к югу бассейна.

Естественная зарегулированность стока рек бассейна р. Газни в годы, когда нет значительных муссонных дождей, для маловодных и многоводных лет остается практически неизменной. В годы с муссонными дождями естественная зарегулированность выше.

Кривые обеспеченности продолжительности суточных расходов (табл. 5.21) аналогичны кривым для других рек юга и юго-запада РА, но не совпадают с кривыми, характеризующими режим рек СССР по Д. Л. Соколовскому [23].

Глава 6

Максимальные расходы

6.1. Общая характеристика

Почти по всей территории Афганистана максимальные расходы приурочены к периодам половодья — летнему для рек с ледниковым питанием, весеннему — для остальных рек, за исключением зон влияния муссонных дождей. При этом, несмотря на большой объем талых вод в период весенне-летнего половодья, особенно на реках северо-восточной части РА и левых притоков р. Қабул, максимальные расходы все равно имеют преимущественно дождевое происхождение. В пиковых максимумах рек северо-восточной части и левых притоков р. Қабул дождевые воды составляют от 52 % (р. Қабул—Дака) до 85 % (р. Кокча), для рек северо-западной части — 80—95 % и для рек юго-западной и южной — 80—85 %.

В областях, подверженных влиянию муссонных дождей, максимальные расходы часто бывают в июле—августе при очень малом общем объеме стока в этот период, а по составу на 100 % являются дождевыми.

Большой удельный вес дождевых вод в отдельные годы для рек ледниково-снегового питания (например, р. Кокча—Ходжагар за 1969 г.) объясняется интенсивными дождями в период начала снеготаяния (абсолютный максимум в 1969 г. пришелся на середину мая, а максимум талых вод — на июль).

Всю территорию Афганистана можно разделить на три основные зоны, отличающиеся как средними сроками максимальных расходов, так и их структурой.

А. Зона рек ледниково-снегового питания, в которую входят бассейны рек Вахан, притоков р. Пяндж севернее р. Кокча, реки Кокча и Кундуз, бассейны левых притоков р. Кабул — рек Кунар, Лагман, Панджшир.

Б. Зона рек снего-дождевого питания, в которую входят бассейны всех остальных рек на территории ДРА, кроме указанных в пунктах А и В, т. е. северо-западные и юго-западные реки, бассейн р. Гильменд, за исключением притоков Тирин и Аргандаб, верхняя часть бассейна р. Қабул.

Эта наиболее обширная зона может быть разбита на подзону северо-западных рек и р. Герируд со средними сроками прохождения максимальных паводков в мае—апреле ($Б_1$) и подзону рек Фарахруд, Гильменд (без рек Аргандаба и Тирин) и верховьев и левой части бассейна р. Қабул ($Б_2$) (рис. 6.1).

В. Зона рек, находящихся под влиянием муссонных дождей, вызывающих не менее чем в 10 % случаев максимальные паводки

в июле—августе на фоне полного отсутствия снега даже на вершинах гор. В эту зону входят бассейны рек Тирин, Аргандаб, Газни, Шомаль, Куррам.

Для рек зоны А характерно наложение весенне-летних дождей, наиболее интенсивных в период подъема половодья. Наиболее раннее снеготаяние и начало таяния ледников совпадают с более ранними дождями и вызывают паводки в конце апреля — начале

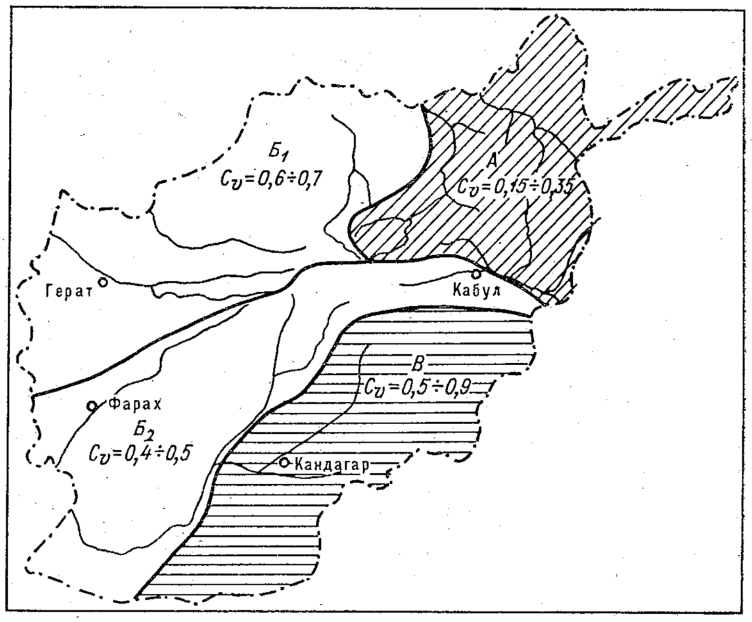


Рис. 6.1. Зоны формирования максимальных расходов.

А — ледово-снегового питания с малой изменчивостью величины расходов; $Б_1$ — снего-дождевого питания с поздним прохождением паводков, $Б_2$ — снего-дождевого питания с ранним прохождением паводков, В — с частыми муссонными паводками.

мая на реках, стекающих со склонов Гиндукуша с северной (Кундуз и Кокча) и южной экспозицией. Диапазон колебаний сроков прохождения максимального типа паводков не превышает 2,5 месяцев.

Для рек зоны Б характерен большой разброс в сроках прохождения максимального паводка. В различные годы весь этот период растянут с ноября до середины мая. Из всех рек этой группы исключение составляет лишь р. Хашруд, максимальный паводок на которой в 1970 г. был зарегистрирован 21 августа. Шестимесячный разброс дат прохождения паводков еще раз подтверждает преимущественно дождевой характер их формирования и значительные изменения температурных условий в зимне-весенний период, частое раннее потепление в связи с относительно малой высотой площадей водосбора этой зоны.

Подзона $Б_2$ характеризуется к тому же еще меньшим содержанием талых вод в максимальных паводках, которые зачастую имеют чисто дождевой характер (до начала выпадения снега или после окончания крайне незначительного по объему весеннего половодья от снеготаяния).

Зона В характеризуется достаточно частыми муссонными паводками в июле—сентябре, причем максимальные паводки за период наблюдений были, как правило, муссонного происхождения.

Одной из существенных характеристик максимальных расходов в той или иной зоне является их изменчивость. Для сравнения ниже рассмотрены ежегодные максимальные расходы по трем основным рекам в каждой зоне.

На рис. 6.2 приведены графики колебаний годовых максимумов за период 1965—1978 гг. включительно в форме относительных расходов (отношений максимального расхода в данном году к средним многолетним максимумам для каждого данного ряда лет наблюдений). Как видно из рис. 6.2, этот период довольно изменчив и содержит как наибольшие, так и наименьшие максимальные расходы за последние 30—31 год. Исключение составляет лишь р. Мусакала. Изменчивость максимальных расходов до 1965 г. была большей, чем в более поздний период.

Для зоны А характерны сравнительно небольшие значения коэффициентов вариации (C_v) максимальных расходов — от 0,15 до 0,35. Для рек зон Б и В характерны более высокие значения C_v — от 0,40 до 1,0.

Поскольку водность рек Афганистана определяется в основном интенсивностью весенне-летнего паводка, а максимальные расходы в свою очередь интенсивностью паводков, прослеживается вполне устойчивая линейная корреляционная связь между средними годовыми и максимальными расходами.

Как указывалось выше, точное разделение каждого максимума (а их в течение одного половодного периода на реках Афганистана бывает несколько и близкие по высоте) по генетическим признакам на дождевые и талые воды невозможно, поэтому расчетные ряды, хотя и за малый ряд лет наблюдений, составлялись по выборкам наибольшего годового максимума.

Репрезентативность полученных рядов для определения средних модулей максимального стока M_m и для определения C_v была недостаточной. Для сравнения результатов расчета и получения сопоставимых характеристик по разным постам было проведено удлинение рядов до 29—31 года по постам-аналогам, имеющим также ряд данных и расположенных в одной и той же зоне.

Так, по всем постам бассейнов рек Кокча и Кундуз использовался 29-летний ряд данных о годовых максимумах по постам Ходжагар и Кулух-Тепе, которые в свою очередь с 1950 по 1964 г. были восстановлены по характеристикам памирских рек на территории СССР, находящихся в сходных гидрологических условиях.

На всех гидрологических постах РА сведений о мгновенных максимумах нет, поэтому в нижеприведенных данных фигурируют

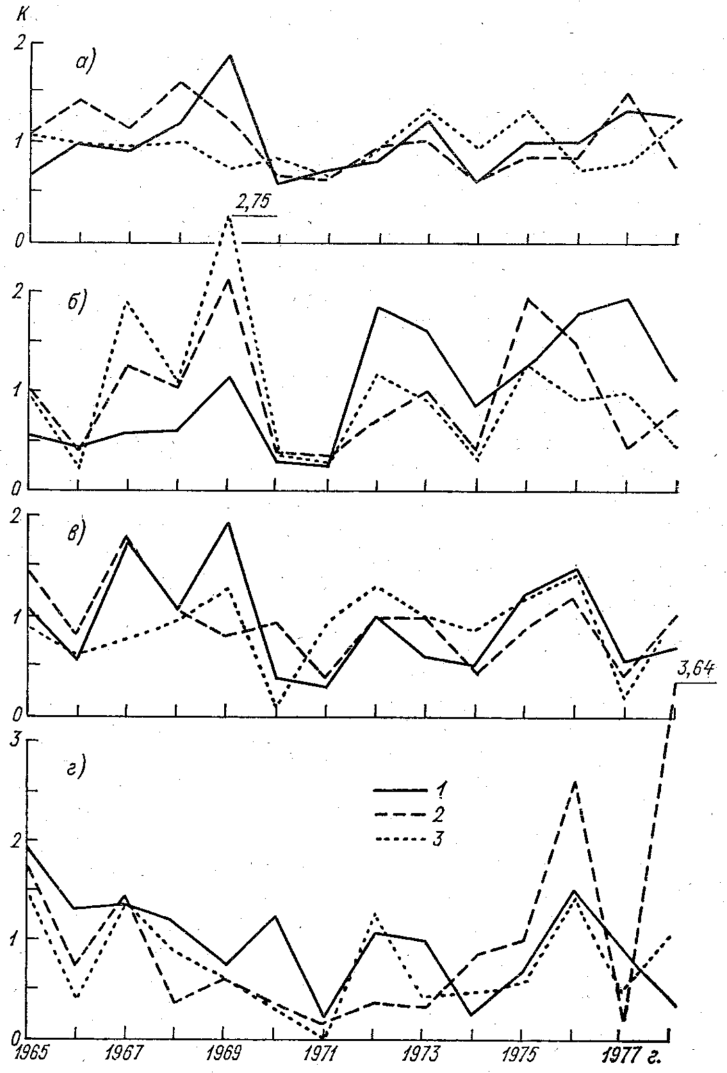


Рис. 6.2. Колебания максимальных расходов в относительной форме ($K=Q_{m\text{г}}/\bar{Q}_m$).

а — зона А (*1* — р. Кокча — Ходжагар-I, *2* — р. Кундуз — Кулух-Тепе, *3* — р. Кунар — Пули-Кама); *б* — подзона $Б_1$ (*1* — р. Балх — Рабат-и-Бала, *2* — р. Герируд — Тагаб-Газа, *3* — р. Мургаб — Баламургаб); *в* — подзона $Б_2$ (*1* — р. Гильменд — Дехраут, *2* — р. Фарахруд — Петч-Танги, *3* — р. Хашруд — Диларам); *г* — зона В (*1* — р. Куррам — Пули-Банч, *2* — в зоне р. Газни — Шина, *3* — р. Аргандаб — выше водохранилища).

в основном срочные и суточные максимумы. В ряде случаев продолжительность суточных максимумов достигает 2—3 дней, но в основном срочные максимумы имели продолжительность 2—6 ч, а мгновенные максимумы при этом не регистрировались. Только на нескольких постах были проведены регистрации мгновенных максимумов.

По имеющимся весьма непродолжительным наблюдениям можно считать, что поправочный коэффициент от суточных максимумов к срочным (и в большинстве случаев к мгновенным) составляет: для рек зоны А $K=1{,}05\div1{,}08$, для рек зоны Б $K=1{,}10\div1{,}20$ и для зоны В $K=1{,}4\div1{,}6$.

Как указывалось ранее, ряд наблюдений с 1965 до 1978 г. содержит годы с большими и очень малыми расходами, повторяемость которых более редкая чем 1 раз в 14 лет и во всяком случае близкая к повторяемости 1 раз в 30 лет, что было отмечено по реальным рядам наблюдений за 30 лет.

Поскольку на всей территории РА дождевые воды составляют большую часть максимальных расходов и зачастую $C_S \geqslant 3C_v$, то для расчетов максимальных расходов предпочтительнее пользоваться таблицами и кривыми трехпараметрического гамма-распределения Крицкого и Менкеля.

Определение C_S производилось с помощью значений статистик λ_2 и λ_3, полученных в процессе удлинения рядов на ЭВМ. Одновременно с определением C_S по номограммам для вычисления параметров трехпараметрического гамма-распределения методом наибольшего правдоподобия определялись и коэффициенты вариации, по которым проверялись C_v, вычисленные обычным методом моментов.

6.2. Бассейны рек ледниково-снегового питания (зона А)

Бассейн р. Кокча — самый северо-восточный в зоне А, в котором проводились достаточно надежные гидрометрические наблюдения. Все характеристики максимальных расходов, определенные для северо-восточного притока р. Кокча — р. Вардудж, можно распространить на реки бассейна Вахан и левых притоков р. Пяндж между устьем рек Вахан и Кокча, на которых гидрометрических наблюдений не проводилось.

Используя имеющиеся краткосрочные наблюдения по постам-аналогам, удлинены ряды максимальных расходов рек зоны и получены такие характеристики, как средние многолетние максимальные расходы, коэффициенты вариации максимальных расходов, отношения наибольшего из наблюденных (или определенных с использованием метода аналогии) за период 30 лет расхода к среднему многолетнему (норме максимальных расходов) (табл. 6.1).

Графическая интерпретация помещенных в табл. 6.1 величин позволяет проследить характер изменения характеристик по течению реки (рис. 6.3).

Коэффициент вариации C_v от поста Джурм до устья можно считать почти постоянным (от 0,36 до 0,38). Аномальное снижение C_v до 0,30 у поста Кешем можно объяснить сравнительно небольшой длиной ряда.

Определение среднего модуля максимального стока основных притоков Кешем и Вардудж и для трех постов на р. Кокча позволяет определять величину $\overline{M}_m$ в любом створе бассейна с достаточно большой степенью достоверности, а следовательно, и расчетные максимальные расходы любой обеспеченности.

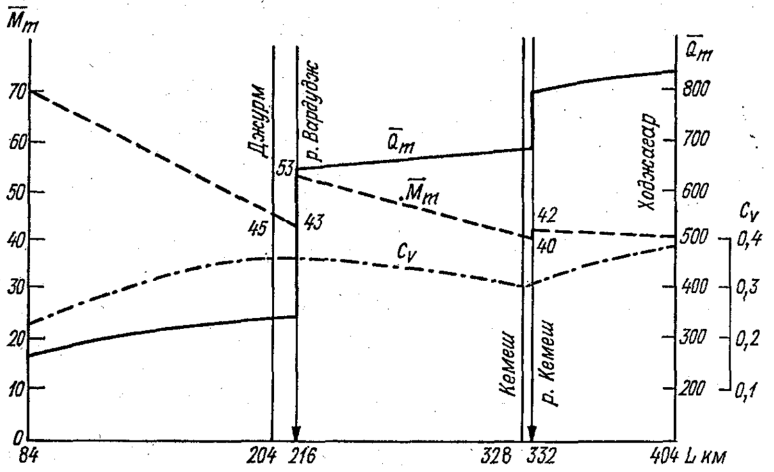


Рис. 6.3. Изменение средних многолетних максимальных расходов $\overline{Q}_m$, модулей максимального стока $\overline{M}_m$, коэффициентов вариации C_v по течению р. Кокча от устья р. Анджуман до поста Ходжагар.

Проверка величины C_v и определение C_S по статистикам λ_2 и λ_3 показали правильность определенных методом моментов величин C_v и возможность применения для рек бассейна р. Кокча

Таблица 6.1

Характеристика максимальных расходов рек бассейна р. Кокча

Река—пост	Продолжительность наблюдений, лет	δ_{C_v}	С учетом удлинения ряда до 30 лет					
			$\overline{Q}_m$ м³/с	C_v	$\overline{M}_m$ л/(с·км²)	$Q_{mm}/\overline{Q}_m$	год с максим. расходом	Q_{mm} м³/с
Кокча — Ходжагар	24	0,140	835	0,38	40,5	1,86	1969	1550
Кокча — Кешем	14	0,186	680	0,30	40,6	1,64	1969	1110
Кокча — Джурм	14	0,185	345	0,36	45,0	1,87	1969	615
Кешем — Кешем	8	0,225	105	0,53	48,7	2,10	1969	221
Вардудж — Шашпул	10	0,218	314	0,38	70,0	1,83	1969	575
Вардудж — Бахарак	10	0,222	202	0,20	60,3	1,20	1973	243

величин $C_S=3C_v$. На рис. 6.4 приведены теоретические кривые обеспеченности максимальных расходов для рек бассейна р. Кокча с нанесением натурных точек в пределах обеспеченности 0,01—10 %.

Поскольку при теоретическом расчете C_v имеют место ошибки из-за малого числа членов ряда (расчетное значение C_{vp}), то при построении кривых обеспеченности следует принимать коэффициент C_v, исправленный на вероятность ошибки $C_v=C_{vp}(1+\sigma_{C_v})$. Величина σ_{C_v} определяется методом «наибольшего правдоподобия» по формуле (4.3).

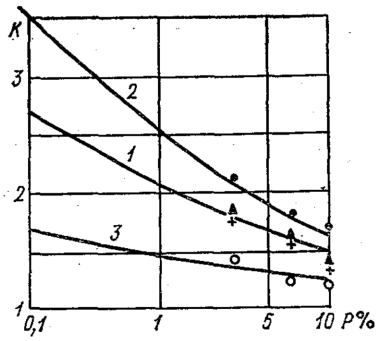


Рис. 6.4. Кривые обеспеченности максимальных расходов рек бассейна Кокча.

1 — р. Кокча — посты Ходжагар и Джурм, р. Вардудж — Шалипул: *2* — р. Кешем — Кешем, *3* — р. Вардудж — Бахарак.

Для районов северо-восточнее р. Вардудж можно рекомендовать по аналогии с географо-климатическими условиями бассейна р. Вардудж выше впадения р. Зардев принимать модуль максимального стока 60—70 л/(с·км^2), коэффициент вариации $C_v=0{,}20\div0{,}25$ при $C_S=3C_v$.

Юго-восточнее бассейна р. Кокча расположен более обширный бассейн р. Кундуз, правые притоки которого имеют преимущественно снего-ледниковое питание. Доля дождевых вод в весенне-летних паводках также значительна, хотя количество дождей и их интенсивность в бассейне р. Кундуз меньше, чем для р. Кокча. Протяженность, различные гидроморфологические условия формирования максимального стока на притоках р. Кундуз обусловливают большую степень изменчивости характеристик максимального стока рек бассейна (табл. 6.2).

Ниже Пули-Хумри благодаря наличию больших оросительных комплексов имеет место частичная «срезка» пиков паводков, приводящая к уменьшению средних максимальных расходов с 355 до 276 м^3/с, так как сколько-нибудь значительных притоков нет. Только ниже поста Чардара расход резко увеличивается за счет р. Ханабад (Фархар).

Особенности формирования стока на разных притоках р. Кундуз обусловливают несколько необычный характер изменения характеристик по течению реки, отсутствие закономерностей в характере изменения C_v.

На рис. 6.5 наглядно видно изменение характеристик, приведенных в табл. 6.2. Концентрация осадков в горных районах вызывает более высокую изменчивость стока в верховьях рек и, так как вниз по течению происходит «сглаживание» пиков паводков, коэффициенты вариации уменьшаются. В эту закономерность вносят возмущения притоки, имеющие иные характеристики, чем основная река. Например, от Пули-Мастена по реке Фархар (Ханабад) до Талукана коэффициент вариации уменьшается с 0,58 до 0,45, но после впадения р. Банги, имеющей у устья $C_v=0{,}58$,

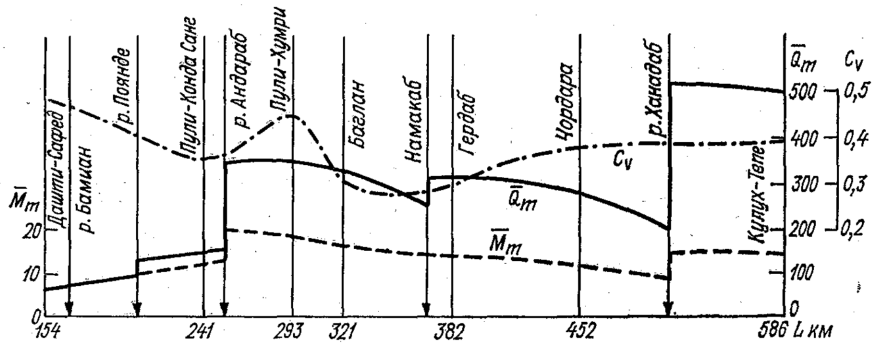


Рис. 6.5. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Кундуз.

Таблица 6.2

Характеристики максимальных расходов рек бассейна р. Кундуз по результатам наблюдений и удлинению рядов до 29 лет

Река—пост	$\bar{Q}_m$ м³/с	C_v по расчету	C_v исправл. на возм. ошибку	$\bar{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	Q_{mm}/Q_m
Кундуз — Кулух-Тепе	529	0,27	0,39	14,3	831	1955	1,57
Кундуз — Чардара	276	0,26	0,38	11,1	500	1968	1,81
Кундуз — Гердаб	311		0,30	13,6	498	1968	1,60
Кундуз — Баглан	311		0,30	15,8	492	1968	1,58
Кундуз — Пули-Хумри	355		0,45	20,4	727	1955	2,05
Кундуз — Пули-Конда Санг	146		0,25	11,6	236	1968	1,62
Кундуз — Дашти-Сафед	26,2		0,50	6,66	47	1972	1,79
Андараб — Доши	189		0,36	50,9	381	1968	2,02
Ханабад — Пули-Чуга	324		0,52	32,3	640	1969	1,98
Ханабад — Талукан	230		0,45	56	400	1969	1,74
Ханабад — Пули-Мастан	79,6		0,58	25,0	190	1969	2,38
Банги — Пули-Банги	234		0,58	55,7	398	1969	1,7
Бамиан — Доаб	51,3		0,39	10,3	101	1969	1,90
Бамиан — Ахангаран	18,1		0,58	58,7	27,2	1969	1,57
Бамиан — Бамиан	4,8		0,60	5,1	9,9	1969	2,01
Фолади — Фолади	6,77		0,37	21,1	10,6	1969	1,56

вновь повышается до 0,52. По течению р. Кундуз аномалия весьма заметна в районе Пули-Конда Санг—Пули-Хумри. На рис. 6.5 кривая C_v дана с учетом поправок на величину $1+\sigma_{C_v}$, где σ_{C_v} определялось по (4.3).

Изменение характеристик по течению одной лишь р. Кундуз и наличие по одному устьевому посту на таких притоках, как

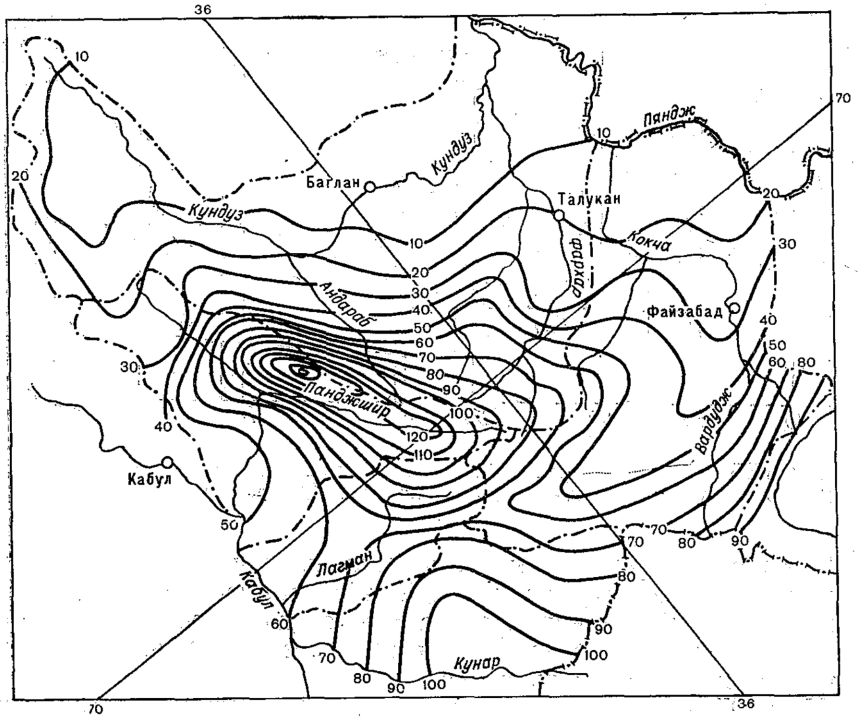


Рис. 6.6. Модули максимального стока $\overline{M}_m$ бассейнов рек с северной и южной экспозицией склонов Гиндукуша.

Андараб и Банги, не позволяет получать оценки возможных максимальных расходов для любого створа на территории бассейна, поэтому приводится карта-схема модулей средних многолетних максимальных расходов и вероятных значений коэффициентов вариации не только для бассейна р. Кундуз, но и для бассейна р. Кокча (рис. 6.6).

Расчеты по определению коэффициентов вариации C_v и ассимметрии C_S с помощью статистик λ_2 и λ_3 показали приемлемость применения полученных методом моментов значений C_S. В расчетах по бассейну р. Кундуз следует принимать $C_S=3{,}5C_v$.

Весьма недостаточный объем наблюдений по пункту Пули-Мастан, очевидно, является причиной занижения среднего многолетнего модуля максимального стока, что особенно наглядно

проявляется при построении изолиний $\overline{M}_m$ в зоне р. Фархар (Ханабад) (см. рис. 6.6).

Бассейны рек Кокча и Кундуз относятся к рекам с преимущественно северной экспозицией склонов области питания. В этой же зоне А реки с преимущественно южной экспозицией — Панджшир, Лагман и Кунар — практически не отличаются от рек север-

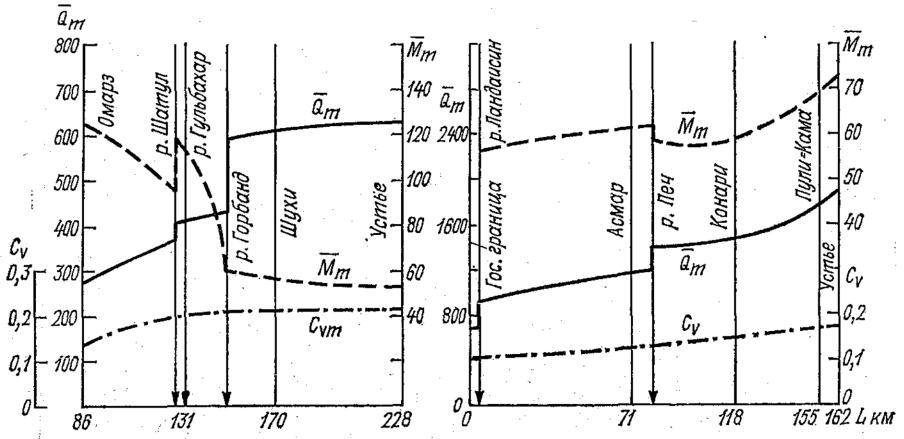


Рис. 6.7. Изменение характеристик максимальных расходов р. Панджшир от поста Омарз до устья (*а*) и р. Кунар от госграницы с Пакистаном до устья (*б*).

ной экспозиции склонов, максимальные пики паводков также накладываются на подъем половодья от таяния снегов и льдов Гиндукуша и, за исключением р. Лагман, средние сроки максимальных паводков которой приходятся на самое начало июня, наступление максимумов в те же сроки.

На р. Панджшир имеются три гидрологических поста с достаточно длительными наблюдениями, позволяющими установить характер изменения характеристик максимальных расходов по длине реки. Ряды гидрометрических наблюдений на р. Кунар очень короткие, но хорошо коррелируются с рядами других рек зоны, что позволяет удлинить их и определить изменение характеристик максимальных расходов в пределах РА (рис. 6.7).

На двух крупных притоках р. Кунар — Печ и Ландаксин — и на р. Лагман лишь по одному гидрологическому посту на устьевых участках.

В табл. 6.3 приведены характеристики максимальных расходов на реках Панджшир, Лагман, Печ, Ландаксин и Кунар. Несколько особняком в этой зоне следует рассматривать р. Тагаб, гидрологический пост на которой расположен в ее устье. Область питания р. Тагаб имеет более низкие отметки, и питание реки можно оценить как снего-дождевое, но средний многолетний модуль максимального стока в бассейне реки достаточно высокий — более 50 л/(с·км²). Для рек этой группы прослеживается четкая законо-

Таблица 6.3

Характеристики максимальных расходов рек южной части зоны рек ледниково-снегового питания

Река—пост	$\overline{Q}_m$ м³/с	C_v		$\overline{M}_m$ м/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	$Q_{mm}/\overline{Q}_m$
		по расчету	исправл. на возможную ошибку				
Панджшир — Омарз	278	0,12	0,18	124	342	1973	1,23
Панджшир — Гульбахар	411	0,177	0,26	115	569	1964	1,38
Панджшир — Шухи	609	0,184	0,27	56,1	750	1967	1,23
Горбанд — Пули-Ашаве	108	0,20	0,30	26,9	161	1967	1,49
Шатул — Гульбахар	30,8	0,18	0,27	150	41,8	1967	1,36
Саланг — Бахи-Лала	64,4	0,307	0,45	133	124	1967	1,92
Тагаб — Тагаб	43,5	0,49	0,65	54,4	90,6	1967	2,08
Лагман — Пули-Каргап	406	0,186	0,28	66,0	592	1968	1,46
Кунар — Исмар	1197	0,11	0,16	60,8	1530	1967	1,28
Кунар — Конари	1457	0,114	0,17	58,5	1820	1967	1,25
Кунар — Пули-Кама	1809	0,147	0,22	69,6	2350	1973	1,30
Печ — Чагасарай	392	0,193	0,29	102	540	1972	1,39
Ландаксин — Гавардеш	261	0,132	0,20	83,4	342	1976	1,31

мерность — уменьшение модуля максимального стока вниз по течению реки и соответственно рост значений коэффициента вариации, но не превышающих 0,3, за исключением р. Тагаб, которая, как уже отмечалось, имеет несколько другой характер питания.

Малые накопления снега на восточных склонах хребта Баба и Северном Пагмане при сравнительно не интенсивных дождях в этом районе обусловливают низкий модуль максимального стока р. Горбанд выше впадения р. Саланг (Пули-Ашаве).

Река Кунар отличается от всех рек зоны весьма необычным изменением среднего многолетнего модуля максимального стока — увеличением $\overline{M}_m$ по течению к устью, что объясняется весьма малым приращением площади водосбора как между устьями рек Ландаксин и Печ, так и ниже впадения р. Печ до устья.

6.3. Бассейны рек снего-дождевого питания (подзона $Б_1$)

В этой области находятся бассейны рек Хульм, Балх, Сари-Пуль, Ширинтагао, Мургаб, Герируд и Адраскан. По условиям формирования стока лишь Адраскан может быть одинаково отнесен как к подзоне $Б_1$, так и к $Б_2$. Средние многолетние максимальные расходы рек подзоны $Б_1$ определены по данным наблюдений и по удлиненным методом аналогии рядам годовых максимумов (табл. 6.4). Коэффициенты вариации максимальных расходов северной части подзоны $Б_1$ определены по данным наблюдений последних лет, включающих как наибольшие, так и наименьшие

расходы за 30-летний период (1949—1978 гг.). Для рек этой группы характерна малая асимметрия рядов максимальных расходов при значительной степени изменчивости. Коэффициенты асимметрии при определении максимальных расходов заданной повторяемости следует принимать из-за смешанного характера стока не более $3{,}5C_v$. На рис. 6.8 приведено положение натурных точек (модульных коэффициентов) и соответствующих им кривых обеспеченности максимальных расходов при максимальных значениях (с положительной поправкой) коэффициента вариации и $C_S=3{,}5C_v$.

В некоторых случаях изменение максимальных расходов по течению реки не соответствует приращению площадей водосбора и

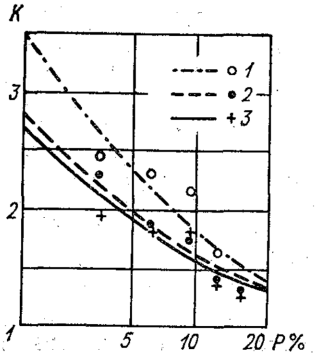


Рис. 6.8. Кривые обеспеченности максимальных расходов.

1 — р. Хульм — Сайяд; *2* — р. Мургаб — Каланиазхан, *3* — р. Балх — Робат-и-Бала.

Таблица 6.4

Характеристики максимальных расходов рек подзоны $Б_1$ (север)

Река—пост	$\overline{Q}_m$ м³/с	C_v	$\overline{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	Q_{mm}/Q_m
Хульм — Сайяд	32,6	0,69	4,0	80,0	1976	2,45
Хульм — Танги-Ташкурган	39,3	0,60	4,8	85,0	1976	2,14
Балх — Банди-Амир	4,3	0,50	9,7	9,9	1975	2,30
Балх — Найяк	23,3	0,38	16,0	41,0	1975	1,76
Балх — Робат-и-Бала	272	0,600	15,1	531	1977	1,95
Дарайи-Суф — Кишандех	23,9	0,82	7,8	66,8	1976	2,79
Сари-Пуль — Азиабад	90,2	0,79	13,0	220	1976	2,44
Шораб — Сари-Пуль	21,4	0,85	5,8	66,0	1976	3,08
Ширинтагао — Хиштпуль	77,2	0,50	23,5	150	1977	1,94
Ширинтагао — Пата-Баба	94,6	0,52	8,0	195	1977	2,06
Меймене — Пата-Баба	44,4	0,40	6,6	80,0	1976	1,80
Кайсар — Кайсар	10,8	0,50	25,4	25,0	1977	2,31
Мургаб — Каланиазхан	165	0,55	12,0	381	1969	2,31
Мургаб — Баламургаб	278	0,70	13,5	765	1969	2,75
Чичакту — Чичакту	21,7	0,80	52,3	56,5	1977	2,60
Бум — Лука-и-Шурк	22,3	1,00	18,2	72,4	1969	3,25
Кашан — Бабулай	73,4	0,36	13,9	106	1975	1,44
Кушк — Чиль-Духтархан	83,0	0,50	37,0	176	1977	2,12

влечет за собой резкие изменения модулей средних многолетних максимумов. Например, створ Танги-Ташкурган на р. Хульм находится всего в 14 км ниже створа Сайяд и приращение площади водосбора составляет 50 км², а увеличение среднего максимального расхода и модуля максимального стока составляет 20 %.

Очень большое увеличение среднего максимального расхода имеет место от створа Каланиазхан до створа Баламургаб на протяжении 117 км по течению р. Мургаб. Прирост площади водосбора на этом участке составил 6720 км², или 48,7 %, а прирост среднего максимального расхода — 68,5 %, поэтому модуль мак-

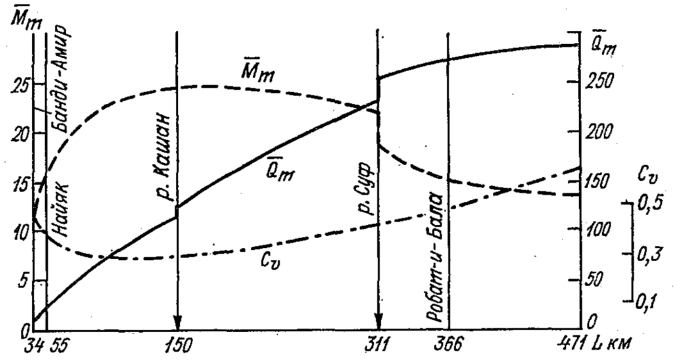


Рис. 6.9. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Балх.

симального стока в створе Баламургаб на 12,5 % больше, чем в вышерасположенном створе Каланиазхан.

Ниже приводятся приближенные схемы изменения характеристик максимальных расходов по течению рек Балх, Ширинтагао и Мургаб.

Постепенное нарастание максимальных расходов по течению р. Балх в связи с увеличением площади водосбора закономерно и в створах Банди-Амир, Найяк и Робат-и-Бала достаточно устойчиво зафиксировано. На участке Банди-Амир — р. Кашан увеличение с постепенным уменьшением скорости нарастания модуля средних многолетних максимумов, затем до р. Дарайи-Суф значение модуля немного уменьшается. Приращение значительной площади водосбора в устье р. Дарайи-Суф при малых расходах скачкообразно снижает модуль стока и далее, как и обычно, модуль максимального стока постепенно уменьшается. Несколько необычно изменение коэффициента вариации по длине реки: достаточно высокие значения C_v в верховьях реки (в створах Банди-Амир и Найяк) уменьшаются вниз по течению (рис. 6.9).

Несколько отлично от р. Балх изменение средних максимальных расходов по течению р. Ширинтагао. В среднем течении реки от створа Хиштпуль до устья р. Меймене имеет место снижение расходов. Прирост расхода ниже устья этой реки соответствует

ее средним максимальным расходам. Так как модуль максимального стока р. Меймене меньше модуля стока р. Ширинтагао, то при ее впадении наблюдается скачкообразное уменьшение модуля максимального стока р. Ширинтагао. Изменчивость максимального стока по длине реки колеблется в пределах — от 0 до 0,52 (рис. 6.10). Изменчивость, характеризуемая коэффициентом C_v, в целом велика и растет по течению реки.

Значительное увеличение средних многолетних максимальных расходов по течению р. Мургаб (на участке выше Каланиазхан

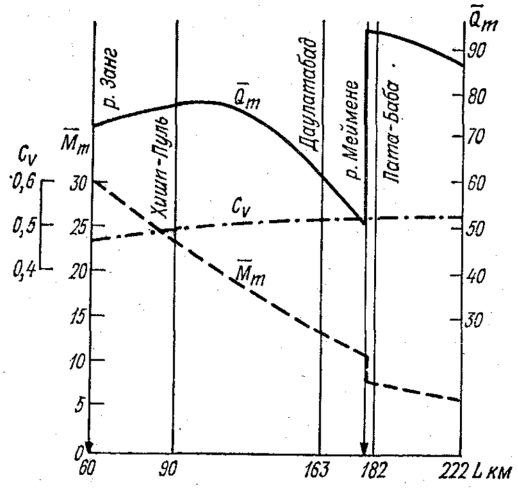


Рис. 6.10. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Ширинтагао.

это зафиксировано хорошо, ниже — ориентировочно, руководствуясь характером изменения модуля стока по течению реки предопределило постепенное, хотя и незначительное увеличение модуля среднего максимального стока от 9 до 14 л/(с·км^2).

Коэффициент вариации увеличивается по течению реки от C_v = =0,40 в створе устья р. Хурдмургаб до C_v=0,73 после впадения р. Чичакту (рис. 6.11).

Река Герируд (в нижнем течении, на территории СССР, Теджен) в верхнем и среднем течении не имеет сколько-нибудь значительных притоков, за исключением рек Лаль и Ковган, имеющих аналогичное с истоками Герируд питание и текущими в узких долинах параллельно руслу р. Герируд, поэтому факторов, обусловливающих резкие изменения средних многолетних максимальных расходов по течению реки, нет. Изменения расходов и других характеристик приведены в табл. 6.5.

Для р. Герируд характерно постепенное повышение средних многолетних максимальных расходов от верховьев до Пули-Пуштуна. Снижение величины Q_m у поста Пули-Хошеми можно объяснить «распластыванием» пика паводка в зоне интенсивного разбора воды на орошение именно в период прохождения паводка

(май). Это подтверждается и наблюдениями: все пики, в том числе и максимальный пик 1969 г. у поста Пули-Хошеми были срезаны. Эта тенденция по ряду лет наблюдалась также и у поста Пули-Пуштун, находящемся уже в зоне Гератского оазиса, ниже интенсивного разбора воды на орошение. У поста Рабати-Ахунд, находящемся ниже устья р. Ковган, не наблюдается скачкообразного увеличения средних годовых максимальных расходов, так как сроки прохождения паводков на р. Ковган не совпадают со сро-

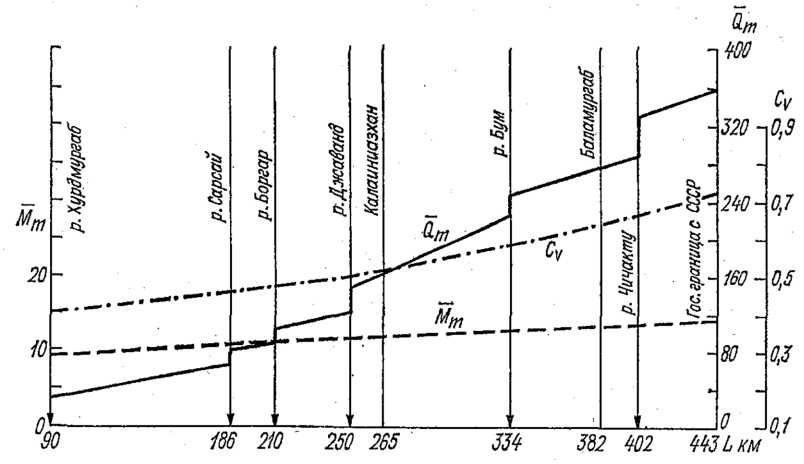


Рис. 6.11. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Мургаб.

Таблица 6.5

Характеристики средних многолетних максимальных расходов рек бассейна р. Герируд

Река—пост	$\bar{Q}_m$ м³/с	C_v по короткому ряду лет	C_v исправл. на возм. ошибку	$\bar{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом
Герируд — Даулатар	237	0,43	0,55	83,5	482	1969
Герируд — Чагчаран	296	0,503	0,64	48,6	693	1969
Герируд — Тагаб-Газа	337	0,467	0,59	28,3	723	1969
Герируд — Рабат-и-Ахунд	346	0,43	0,55	16,0	740	1969
Герируд — Пули-Пуштун	376	0,44	0,55	12,3	763	1969
Герируд — Пули-Хошеми	271	0,576	0,75	6,2	680	1976
Герируд — Тирпуль	316	0,561	0,73	4,16	776	1969
Лаль — Шинья	68,7	0,428	0,55	40,8	135	1969
Ковган — Танги-Азу	14,9	0,448	0,57	7,33	33	1968
Ковган — Лангар	104	0,6	0,8	13,9	290	1969
Карух — Герат	41,1	0,295	1,0	76	120	1970
Сенджаб — Хушробат	24,4	0,39	0,5	375	54	1976

ками прохождения паводков на р. Герируд в месте их слияния. Для этих постов характерны годы с весьма значительным изменением пика паводка, особенно в маловодные годы, что приводит к резкому увеличению коэффициента вариации средних многолетних максимальных расходов.

Модуль средних многолетних максимальных расходов в верховьях р. Герируд и ее правых коротких притоков велик: р. Сенджаб (Хушробат) с площадью водосбора 65 км² $\overline{M}_m$=375 л/(с·км²).

На рис. 6.12 приведено изменение $\overline{Q}_m$, $\overline{M}_m$ и C_v по течению р. Герируд.

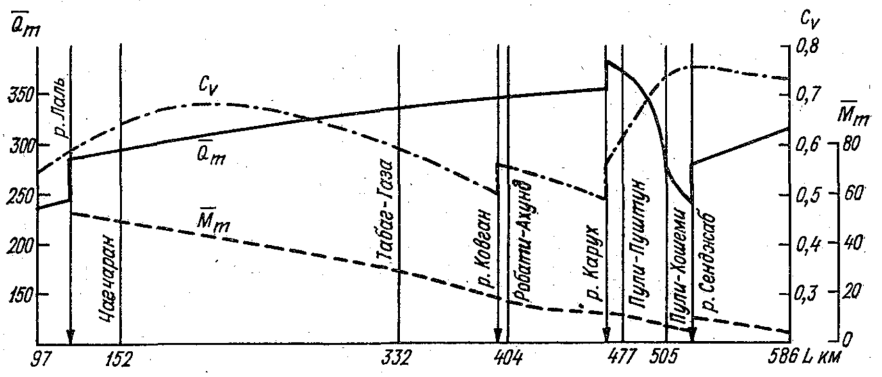


Рис. 6.12. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Герируд.

Река Адраскан с равным основанием может быть отнесена к подзоне $Б_1$ и к подзоне $Б_2$, но так как по гидрологическому районированию, принятому в стране, р. Адраскан отнесена к группе юго-западных рек, характеристики ее максимальных расходов рассмотрены ниже.

6.4. Бассейны рек снего-дождевого питания (подзона $Б_2$)

В этой подзоне следует выделить три группы рек: а) реки юго-западного района (Фарахруд, Хашруд): б) реки бассейна р. Кабул; в) реки бассейна р. Гильменд (выше впадения р. Аргандаб).

Реки юго-западного района Адраскан, Фарахруд, Хашруд характеризуются несколько большей изменчивостью максимального стока, возрастающей с севера на юг. По характеру изменчивости к этой группе рек примыкает р. Мусакала (табл. 6.6).

Характеристики максимальных расходов определены по данным наблюдений, продолжительность наблюдений по двум постам (Фарах на р. Фарахруд и Диларам на р. Хашруд) достигла 26 лет, по остальным пунктам — от 9 до 18 лет. Удлинение рядов до 26 членов по постам Фарахруд и Хашруд с очень высоким коэффициентом корреляции ($r>0,95$) позволяет получать характеристики, полностью сопоставимые.

Таблица 6.6

Характеристики максимальных расходов рек бассейнов юго-западного района

Река—пост	$\overline{Q}$ м³/с	C_v		$\overline{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	Q_{mm}/Q_m
		по короткому ряду	исправл. на возможную ошибку				
Адраскан — Адраскан	143	0,65	0,73	72,6	390	1963	2,73
Руд-и-Газ — Адраскан	116	0,54	0,61	53,2	229	1969	1,97
Фарахруд — Петч-Танги	809	0,503	0,57	42,1	1570	1956	1,94
Фарахруд — Даулатабад	846	0,58	0,65	38,7	1800	1956	2,13
Фарахруд — Фарах	983	0,63	0,69	36,8	2210	1956	2,25
Малеманд — Шавалит	145	0,49	0,55	100	324	1976	2,23
Хашруд — Диларам	410	0,87	0,96	69,5	1390	1955	3,38
Мусакала — Мусакала	335	1,19	1,31	54,3	2010	1957	6,0

Как видно из табл. 6.7, для рек этой группы характерны относительно высокие модули средних многолетних максимальных расходов.

При определении статистик λ_2 и λ_3 по имеющимся рядам наблюдений установлено сравнительно большое колебание значений C_S/C_v (от 1 до 2). Учитывая исключительно дождевой характер паводочных максимумов для рек этой группы, все же следует принимать $C_S/C_v=4$.

Анализ изменения характеристик $\overline{Q}_m$, $\overline{M}_m$ и C_v по длине рек Хашруд и Адраскан из-за отсутствия хотя бы двух удаленных друг от друга постов на каждой из них (в Демазанге на р. Хашруд наблюдения велись только в течение одного года) невозможен.

На р. Фарахруд посты Петч-Танги, Даулатабад и Фарах расположены в нижней половине реки и характеристики ниже и выше экстраполированы с учетом общих закономерностей и закономерностей нарастания площадей водосбора по течению реки (рис. 6.13). После впадения основного притока р. Гор площадь водосбора увеличивается более чем на треть, но прирост максимальных средних многолетних расходов невелик, что свидетельствует о распластывании паводочной волны вниз по течению реки. Имеет место общая тенденция уменьшения модулей максимальных расходов и увеличения коэффициента вариации вниз по течению реки.

Бассейн р. Гильменд — самый большой по территории, по протяженности и по разности отметок истока и устья — не представляется однородным в гидрологическом отношении, особенно по образованию максимальных расходов. Зарегистрированные максимальные расходы собственно р. Гильменд — наибольшие по абсолютной величине и в нижней части более чем в 3 раза превышают средний многолетний максимальный расход.

В. Л. Шульц [72] пишет: «... сохранились сведения, что в отдельные годы максимальные расходы на р. Гильменд могут достигать огромных величин. Так, например, в 1885 г., по ориентировочным подсчетам, расход Гильменда (по-видимому, ниже устья Аргандаба) достигал 16 000—19 000 м³/с. Недаром водослив водохранилища Каджакай был рассчитан на 10 000 м³/с».

Особенно многоводными годами были 1830, 1866, 1885, как отмечается в [72], хотя никаких отметок, позволивших хотя бы ориентировочно определить пиковые расходы этих лет, не сохранилось. Внушают некоторое недоверие и приведенные Шульцем

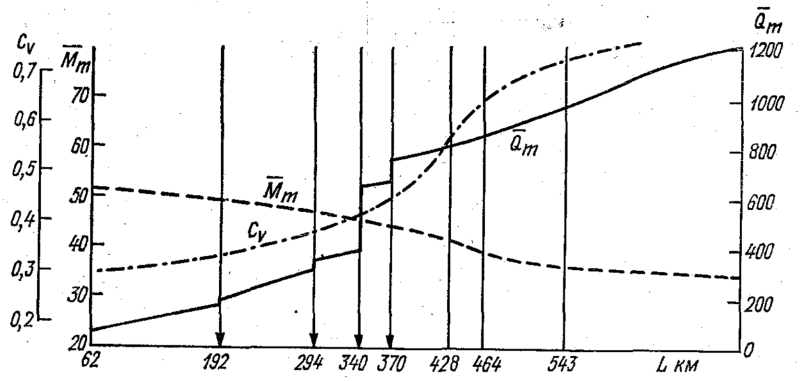


Рис. 6.13. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Фарахруд.

максимальные расходы 1885 г., так как при наличии отметки максимального уровня остается неизвестным уклон и отметка дна русла в те годы.

В последнее десятилетие имела место интенсивная эрозия русла нижней части р. Гильменд в связи с понижением отметок зеркала озера Сабари, в которое впадает река, следовательно, ориентация на отметки максимумов прошлого столетия при отсутствии данных о русле может привести к значительным ошибкам.

По гидрометрическим наблюдениям за 31 год по таким постам, как Дехраут, Каджакай, Чорбурджак, полностью восстановлены данные о характеристиках максимальных расходов на других постах бассейна. Эти данные, за исключением р. Мусакала (см. табл. 6.6), приведены в табл. 6.7. В эту таблицу включены все посты на р. Гильменд, а также на ее притоках выше устья р. Аргандаб, так как весь бассейн последней может быть отнесен к муссонной зоне формирования максимальных расходов.

К особенностям прохождения паводковых пиков на р. Гильменд следует отнести их «срезку» водохранилищем Каджакай. Водохранилище находится ниже устья р. Тирин, которая еще больше увеличивает расходы по посту Дехраут, расположенному выше устья р. Тирин. Несмотря на это, самые большие расходы

Таблица 6.7

Характеристики максимальных расходов рек бассейна р. Гильменд

Река—пост	$\overline{Q}_m$ м³/с	C_v		$\overline{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	Q_{mm}/Q_m
		по короткому ряду	исправл. на возможную ошибку				
Гильменд — Гарландеваль	27,9	0,35	0,4	41,6	47,4	1967	1,70
Гильменд — Гизаб	0,5	0,57	0,57	28,4	1200	1976	2,03
Гильменд — Дераут	1012	0,42	0,48	27,0	1970	1969	1,945
Гильменд — Каджакай	807	0,6	0,68	17,3	1720	1976	2,14
Гильменд — Лашкаргах	1105	0,5	0,51	17,9	1860	1976	1,68
Гильменд — Дарвешан	1424	0,6	0,68	12	3760	1957	2,64
Гильменд — Малахан	1177	0,61	0,69	8,86	3450	1957	2,93
Гильменд — Чорбурджак	1045	0,67	0,76	7,64	3310	1957	3,17
Гильменд — Хвабга	1155	0,7	0,79	8,38	3770	1957	3,26
Съясанг — Гарландеваль	10,1	0,43	0,48	63,0	21,5	1978	2,13
Мархана	40	0,31	0,35	37	72,0	1976	1,8
Пенджаб — Варас	65	0,44	0,50	38	144	1976	2,21
Кадж — Яхдан	301	0,34	0,38	26	485	1976	1,61
Тирин — Уросган	30,2	0,34	0,38	28,5	45,3	1957	1,5
Тирин — Тирин	137	0,60	0,68	37,2	325	1976	2,37
Тирин — Анарджой	148	0,45	0,51	18,4	315	1978	2,13

по посту Каджакай были всегда меньше расходов по посту Дехраут.

Аналогичная «срезка» пиков паводков имеет место и на р. Аргандаб водохранилищем севернее Кандагара, поэтому весьма сомнительна очень большая величина паводочных расходов даже редкой повторяемости.

Наиболее высокие средние многолетние максимальные расходы у поста Дарвешан, ниже устья наибольшего притока р. Аргандаб. Максимальный расход 0,1 %-ной обеспеченности 8600 м³/с при $C_v=0{,}68$ и $C_s=4C_v$, что во всяком случае в 2 раза меньше упоминаемого В. Л. Шульцем.

Демпфирующее влияние водохранилища Каджакай особенно ярко проявляется при графической интерпретации изменения средних многолетних максимальных расходов по длине р. Гильменд (рис. 6.14). При этом восстановления большой величины $\overline{Q}_m$ при впадении в Гильменд р. Мусакала ($\overline{Q}_m$=335 м³/с) не происходит из-за несовпадения сроков прохождения пиков максимальных паводков. Для р. Гильменд характерно устойчивое уменьшение модуля максимального стока $\overline{M}_m$ от верховьев [50 л/(с·км²)] до устья [10 л/(с·км²)]. При этом наблюдается повышение модуля стока в устье р. Кадж и естественное снижение ниже водохранилища.

В устьевых створах рек Мусакала и Аргандаб также имеют место незначительные увеличения модуля $\overline{M}_m$ (см. рис. 6.14).

Характер нарастания $\overline{Q}_m$ по длине р. Гильменд еще раз подчеркивает не только отсутствие притока после впадения р. Аргандаб, но и заметное «распластывание» волн паводков, приводящее к снижению максимальных расходов от поста Дарвешан до устья.

Изменчивость максимальных расходов по всему протяжению реки достаточно велика, и в верховьях C_v не менее 0,4. Постепенное повышение значений C_v вниз по течению реки нарушается

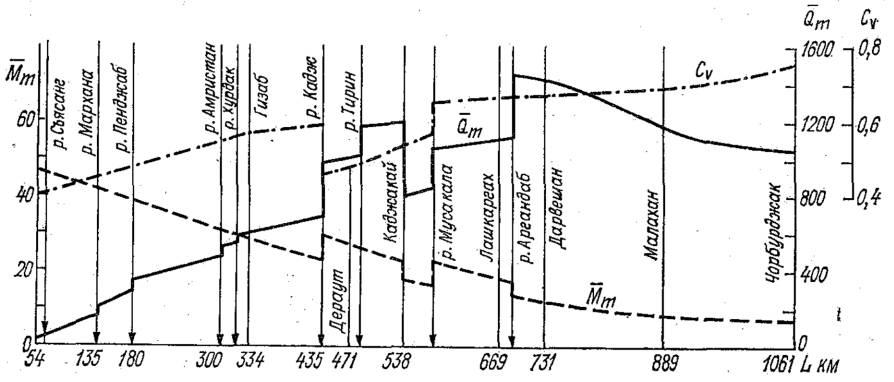


Рис. 6.14. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Гильменд.

снижением после впадения р. Кадж и у Каджакая и скачкообразным увеличением в створе устья р. Мусакала, отличающейся весьма большой изменчивостью максимальных расходов.

Максимальные расходы в бассейне р. Гильменд снего-дождевого характера с преобладанием дождевых расходов до устья р. Мусакала. После впадения этой реки и особенно р. Аргандаб паводки носят преимущественно дождевой характер.

Все притоки р. Гильменд выше р. Аргандаб, за исключением р. Тирин, имеют в лучшем случае по одному гидрологическому посту, а на таких важных притоках, как Амристон, вообще не велось наблюдений. Лишь р. Тирин имеет три поста, практически равномерно распределенных по реке, что позволяет более полно характеризовать изменение характеристик средних многолетних максимальных расходов по ее течению (рис. 6.15).

К подзоне $Б_2$ относятся также реки верхней части бассейна р. Кабул. Так как в п. 6.2 рассмотрены только левые притоки р. Кабул, отнесенные к рекам снего-ледового питания, то полностью характеристики максимального стока собственно р. Кабул и ее правых притоков рассмотрены ниже (табл. 6.8).

Для р. Кабул характерно постепенное снижение максимальных расходов на участках без сколько-нибудь заметной боковой приточности. Значительные скачки наблюдаются в устьевых створах

значительных притоков Догар, Панджшир, Лагман и Кунар.

В верховьях р. Кабул от створа Майдан до устья р. Логар и далее модуль максимального стока сильно уменьшается, причем при впадении р. Логар падает скачкообразно в связи с малым модулем этой реки. Значительное увеличение модуля среднего многолетнего максимального стока имеет место лишь при впадении рек Панджшир и Кунар (рис. 6.16).

От устья р. Панджшир до устья р. Кунар модуль постепенно снижается, очень не намного повышается при впадении р. Лагман и от устья р. Кунар до Дака практически остается неизменным.

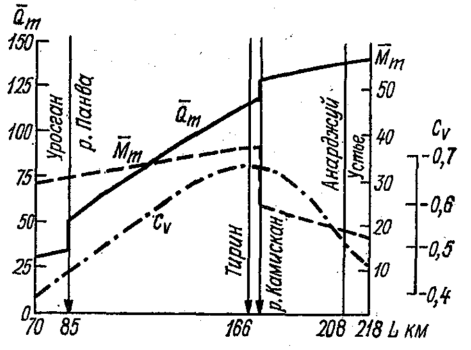


Рис. 6.15. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Тирин.

Тенденция к постепенному уменьшению значения коэффициента вариации максимального стока несколько необычна и только на

Таблица 6.8

Характеристики максимальных расходов р. Кабул

Река—пост	$\bar{Q}$ м³/с	C_v по короткому ряду	C_v исправл. на возможную ошибку	$\bar{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	$Q_{mm}/\bar{Q}_m$
Кабул — Майдан	54,2	0,33	0,62	41,5	110	1976	2,03
Кабул — Танги-Сайд	44,5	0,41	0,59	27,4	86	1967	1,93
Кабул — Танги-Гару	108	0,34	0,49	8,4	192	1967	1,78
Кабул — Наглу	570	0,35	0,50	21,9	1260	1960	2,21
Кабул — Дарунта	670	0,42	0,60	18,6	1560	1960	2,44
Кабул — Дака	2525	0,23	0,33	37,5	4430	1960	1,75
Логар — Кадджаб	43,8	0,40	0,58	11,6	92	1967	2,10
Логар — Чаки-Вардак	45,9	0,32	0,58	10,6	—	—	—
Логар — Шайхабад	46,3	0,41	0,59	9,6	102	1967	2,20
Логар — Санги-Новеш	52,0	0,34	0,49	5,34	95	1967	1,30
Пагман — Пули-Сохта	18,8	0,57	0,82	37,6	48,8	1968	2,60
Чарх — выше вдхр	9,3	0,58	0,84	47,7	20,8	1967	2,25
Чакари — Амир-Гази	1,03	0,27	0,40	2,61	1,67	1968	1,62
Сурхруд — Султанпур	96,4	0,44	0,63	37,2	281	1975	2,91

участке от Танги-Гару до устья р. Лагман (среднее течение) наблюдается нормальное повышение значений C_v.

Таким образом, все три графика изменения характеристик средних многолетних максимальных расходов по течению р. Кабул представляют собой ломаные линии, свидетельствующие о значительных возмущениях, вносимых четырьмя основными притоками.

Единственный значительный правый приток р. Кабул — Логар — входит в систему верхней части бассейна, относящейся к подзоне $Б_2$.

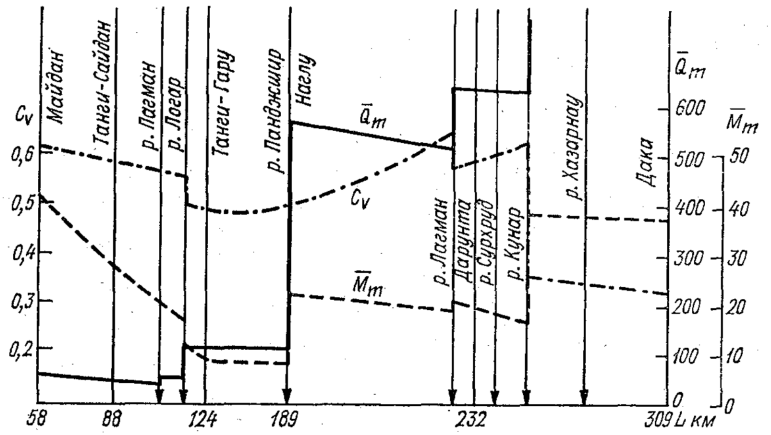


Рис. 6.16. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Кабул.

Как видно из табл. 6.9, по течению р. Логар наблюдается типичное увеличение среднего многолетнего максимального расхода и постепенное снижение модуля максимального стока. Изменчивость расходов такого же порядка, как и в верхнем течении р. Кабул, и по течению Логара почти не меняется.

Отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации для верхней части бассейна р. Кабул может быть принято порядка 4,5—4,0.

Река Сурхруд, второй по величине правый приток р. Кабул, даже в нижней части, в створе Султанпур, имеет значительный модуль максимального стока и по другим показателям в этом створе аналогичен р. Кабул в створе Майдан.

6.5. Зона влияния муссонных дождей (зона В)

Наибольшим по площади водосбора речным бассейном в этой зоне является бассейн р. Аргандаб.

Особенности формирования максимальных расходов рек этого бассейна, заключающиеся в частных, но не ежегодных дождевых паводках муссонного характера при почти нулевом среднем стоке

июля—августа, проявляются как в очень большой изменчивости максимальных расходов, так и в относительно большой абсолютной величине средних многолетних максимумов. При этом годы, в которых особенно не проявлялось влияние муссонных июльско-августовских дождей, характеризуются малыми годовыми максимумами расходов, и наоборот (табл. 6.9).

Таблица 6.9

Характеристики максимальных расходов рек бассейна р. Аргандаб

Река—пост	$\bar{Q}_m$ м³/с	C_v		$\bar{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm}	Год с максим. расходом	$Q_{mm}/\bar{Q}_m$
		по короткому ряду	исправл. на возможную ошибку				
Аргандаб — Санги-Маша	126	0,62	0,71	58,5	315	1957	2,50
Аргандаб — Мизан	404	0,63	0,72	43,4	1080	1957	2,67
Аргандаб — выше вдхр	409	0,56	0,63	35,5	1010	1957	2,47
Аргандаб — ниже вдхр	249	0,72	0,75	19,2	671	1965	2,69
Аргандаб — Бахипуль	245	0,64	0,73	17,2	560	1954	2,28
Аргандаб — Кала-и-Бост	455	0,85	0,95	8,6	1260	1954	2,76
Аргастан — Кандагар	297	0,70	0,82	19,5	980	1976	3,30
Тарнак — Шахджой	36,6	0,45	0,63	11,5	69	1977	1,90
Дори — Тахтапуль	69	0,62	0,72	16,5	204	1976	2,96
Лора — Шинкай	67,5	0,7	0,78	23,0	217	1976	3,21

В верхней части р. Аргандаб, от Санги-Маша до Мизана, средние многолетние максимальные расходы и абсолютные максимумы за период наблюдений быстро увеличиваются, ниже по течению это нарастание почти сводится на нет (нет притока), а после водохранилища Q_m резко снижается. Демпфирующее влияние водохранилища сказывается до впадения в Аргандаб р. Дори (рис. 6.17).

Устойчивое уменьшение модуля средних многолетних максимальных расходов отмечается на всем протяжении реки с естественным скачкообразным уменьшением в зоне водохранилища.

Изменчивость максимальных расходов очень велика и практически стабильна выше водохранилища, несколько повышается ниже него и сильно увеличивается после впадения р. Дори.

Река Дори — единственный большой левый приток р. Аргандаб — в свою очередь принимает три крупных притока — Аргастан, Тарнак и Лора, отличающихся, как и Дори, большой изменчивостью максимальных расходов, частыми летними муссонными максимумами, причем паводки от дождей, как правило, бывают больше ранневесенних паводков от снеготаяния и весенних дождей.

Полностью замкнутым бассейном является бассейн р. Газни, впадающей в оз. Аби-Истада. Реки этого бассейна меньше

подвержены воздействиям муссонных дождей, но в годы, когда таких дождей нет, максимальный расход этих рек мал и отношение $Q_{mm}/Q_{m\,min}$ для них велико, хотя и меньше, чем для р. Аргандаб. Так, в низовьях р. Газни (пост Шина) оно равно 51,5, в низовьях р. Джилга (ниже Сарде) — 70,7.

Характеристики средних многолетних максимальных расходов приведены в табл. 6.10.

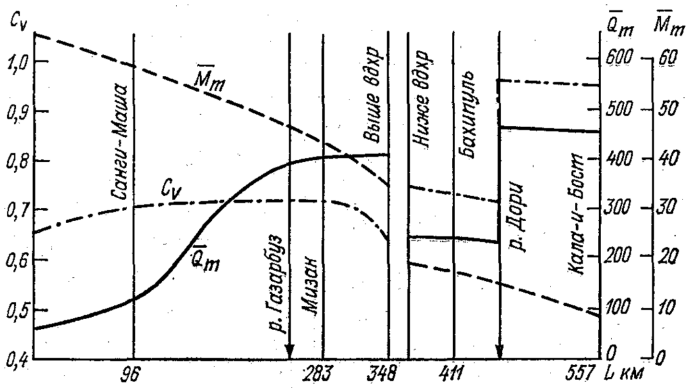


Рис. 6.17. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Аргандаб.

Таблица 6.10

Характеристики максимальных расходов рек бассейна р. Газни

Река—пост	$\bar{Q}_m$ м³/с	C_v по короткому ряду	C_v исправл. на возможную ошибку	$\bar{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	$Q_{mm}/\bar{Q}_m$
Газни — ниже вдхр Серадж	10,7	0,17	0,30	9,18	18,8	1978	1,76
Газни — Наубурджа	15,7	0,70	0,78	11,2	53,1	1978	3,34
Газни — Мост Газни	50,6	0,84	0,94	32,5	237	1978	4,68
Газни — Шина	107	0,71	0,79	9,16	389	1978	3,63
Джилга — Мечалгу	5,8	0,68	0,76	88,9	20,8	1971	3,59
Джилга — Гардез	22,5	0,51	0,60	21,1	50,0	1976	2,22
Джилга — ниже вдхр Сарде	23,1	0,81	0,90	5,3	96,9	1976	4,19
Сараб — выше вдхр Серадж	17,2	0,68	0,76	23,6	35,2	1970	2,05
Барикаб — выше вдхр Серадж	6,34	0,92	1,0	38,4	31,6	1978	4,98
Палту — Сарафсар	11,0	0,87	0,97	105	36,2	1949	3,29
Палту — выше вдхр Сарде	25,5	0,47	0,53	31,7	62,1	1973	2,43
Парк — Парк-Дешт	35,4	0,74	0,83	136	100	1978	2,82
Сьягель — Сьягель	7,3	0,27	0,40	50	12,0	1977	1,70

В верховьях рек Газни, Джилга и Палту изменчивость максимальных расходов столь же велика, как и в низовьях, а по самой р. Газни C_v даже несколько уменьшается вниз по течению (рис. 6.18). Исключение составляет только пост на р. Газни ниже водохранилища Серадж, демпфирующее влияние которого сказывается на значении среднего многолетнего максимального расхода и на C_v. Ниже водохранилища по всему течению р. Газни наблюдаются повышение средних многолетних максимумов, особенно на участке до устья р. Сьягель, на котором сказывается еще влияние водохранилища. Далее заметное увеличение имеет место лишь в створе устья р. Джилга.

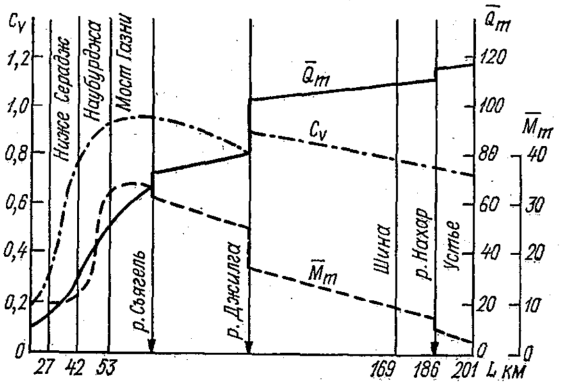


Рис. 6.18. Изменение характеристик максимальных расходов по течению р. Газни.

В нижнем течении р. Джилга — самого крупного притока Газни — расположено водохранилище гидроузла Сарде, которое также оказывает сглаживающее влияние на характеристики максимальных расходов. Несмотря на большое увеличение средних многолетних средних годовых расходов от Гардеза до Сарде, средние многолетние максимальные расходы ниже Сарде, после впадения р. Палту, практически равны расходам в створе Гардез. Лишь р. Сьягель отличается от других рек бассейна и приближается по своим характеристикам к рекам зоны Б.

Совершенно не изучена в гидрологическом отношении р. Нахар. В верхней части реки характеристики максимального стока могут приниматься как средние между характеристиками р. Палту в створе Сарафсар и характеристиками р. Парк (приток Нахара). Поэтому модуль максимальных расходов для верхней части р. Нахар может быть принят около 120 л/(с·км²) при коэффициенте вариации около 0,9, а в нижней части $\bar{M}_m \approx 40$ л/(с·км²) и $C_v = 0{,}5 \div 0{,}6$. Связь между средними годовыми расходами и максимальными или вообще не прослеживается или очень мала — коэффициент корреляции не превышает 0,5.

Несколько обособленными от остальных бассейнов зоны А являются бассейны рек Куррам и Шомаль, берущих начало на

восточных и юго-восточных склонах гор, обращенных к долине р. Инд.

Верховья рек Куррам и Шомаль (в пределах Афганистана) и притоки последней Матун, Спера и Ургун по характеристикам максимальных расходов приближаются к рекам зоны Б: относительно небольшая изменчивость максимального стока, но относительно большие абсолютные значения средних многолетних максимальных расходов (по отношению к средним годовым (табл. 6.11).

Таблица 6.11

Характеристики максимальных расходов рек бассейнов Куррам—Шомаль

Река—пост	$\overline{Q}_m$ м³/с	C_v	$\overline{M}_m$ л/(с·км²)	Q_{mm} м³/с	Год с максим. расходом	$Q_{mm}/\overline{Q}_m$
Куррам — Ахмадхель	19,6	0,37	26,8	28,0	1957	1,43
Куррам — Дода	37,2	0,41	36,7	62,6	1957	1,68
Куррам — Чамкани	23,9	0,50	18,0	46,0	1965	1,92
Куррам — Пули-Бангах	37,0	0,58	19,3	73,0	1965	1,98
Габер — Чамкани	16,0	0,70	35,2	31,6	1965	1,98
Шомаль — Домани	29,1	0,67	38,8	56,6	1957	1,95
Шомаль — Торатига	362	0,40	85,8	550	1973	1,52
Матун — Матун	69,4	0,49	204	114	1970	1,64
Спера — Спера	92,2	0,72	122	169	1957	1,83
Ургун — Пиркоти	34,7	0,57	44,5	48,5	1965	1,40
Даане — Ургун	28,9	0,40	145	49,0	1973	1,69

Отношение максимальных наблюденных расходов к средним многолетним максимумам значительно меньше, чем для рек Аргандаб и Газни.

На р. Куррам выше поста Дода имеет место нормальный рост величин Q_m и C_v вниз по течению. У поста Дода притоки оказывают искажающее влияние: резко увеличивают значения C_v и модуля M_m. Такое же влияние оказывает и р. Габер. На всем протяжении реки наблюдается постепенное увеличение коэффициента изменчивости C_v (рис. 6.19 *а*).

Из верхних притоков р. Куррам (на территории Афганистана) только на р. Габер в приустьевом створе велись наблюдения за стоком. Модуль максимальных расходов р. Габер примерно равен модулю р. Куррам в створе Дода, но изменчивость больше (C_v= =0,7).

На р. Шомаль имеет место более интенсивное непрерывное повышение средних многолетних максимальных расходов с небольшими скачками в створах притоков. Густота и водность притоков с запада на восток, к границе с Пакистаном, возрастает, что и объясняет такой характер увеличения Q_m. Интенсивный рост Q_m

вызывает и несколько необычное повышение от верховьев к устью модулей максимального стока, более интенсивное также к востоку, по течению реки. Особенностью характеристик максимальных расходов на р. Шомаль является убывающая изменчивость максимальных расходов по течению реки (рис. 6.19 *б*).

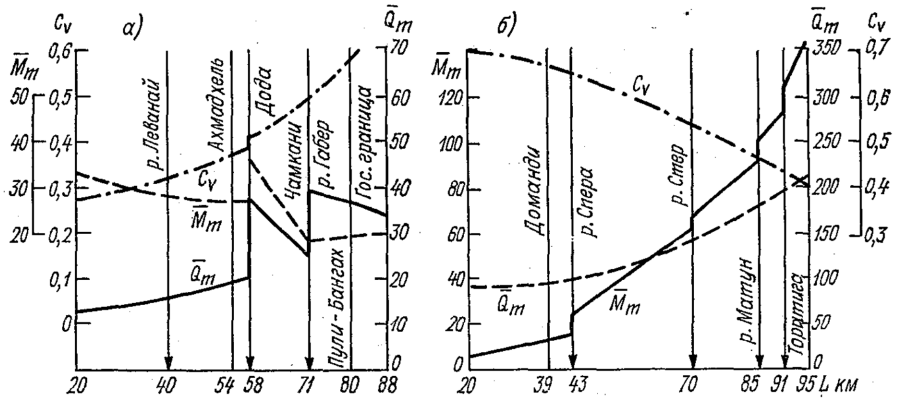


Рис. 6.19. Изменение характеристик максимальных расходов рек Хуррам (*а*) и Шомаль (*б*).

6.6. Определение максимальных расходов по редукционной формуле

Максимальные расходы почти по всей территории Афганистана формируются на фоне дождевых паводков, которые хронологически совпадают с периодами интенсивного снеготаяния, но удельный вес талых вод трудно определим и в целом незначителен (за исключением бассейна р. Кокча). Если в целом в периоды весеннего половодья объем талых вод составляет от 20 до 40 %, то непосредственно в период дождей в объеме паводочных пиков (а их, как правило, бывает несколько) удельный вес талых вод составляет только 5—20 %. Поэтому в первом приближении вполне возможно определять максимальные расходы по редукционной формуле. Для условий Афганистана это тем более важно, что отыскание для каждой реки, на которой не было наблюдений, соответствующих аналогов весьма затруднительно.

Отсутствие заболоченных районов и озер по течению рек позволяет принимать по всей территории Афганистана коэффициенты озерности δ и заболоченности δ_2 в редукционной формуле равными единице. Тогда редукционная формула примет вид

$$Q_P = q_{200}\left(\frac{200}{F}\right)^{n_3}\delta_3\lambda_P F. \qquad (6.1)$$

Коэффициент редукции модуля максимального мгновенного расхода воды с увеличением площади водосбора F в первом

приближении можно принять рекомендуемый СНиП 2.01.14—83 для юго-западных горных и предгорных районов Средней Азии: $n_3=0{,}55$.

Коэффициент δ_3, учитывающий изменение параметра q_{200} с изменением средней высоты водосбора в горных районах, должен определяться по данным гидрологически изученных рек. Учитывая очень слабую изученность рек Афганистана и то, что модуль q_{200} определялся по данным гидрологических постов, площади водосборов которых имеют различные средневзвешенные высоты, можно в первом приближении принимать $\delta_3=1$.

Переходный коэффициент от максимальных мгновенных расходов воды ежегодной повторяемости $P=1$ % к максимальным расходам другой вероятности λ_P следует принимать по рекомендациям СНиП 2.01.14—83 для любых площадей водосборов при их средней высоте более и менее 3000 м по аналогии с Памиро-Амударьинским районом Средней Азии (табл. 6.12).

Таблица 6.12

Значения λ_P в формуле (6.1)

Средняя высота водосбора, м	P %						
	0,1	1	2	3	5	10	25
>3000	1,25	1,0	0,9	0,86	0,8	0,7	0,58
<3000	1,35	1,0	0,9	0,84	0,76	0,66	0,50

Модуль максимального мгновенного расхода воды ежегодной вероятности превышения $P=1$ %, приведенный к площади водосбора, равной 200 км², определялся по данным гидрологических постов, на которых велись наблюдения за максимальными расходами:

$$q_{200}=q_{1\,\%}\,(F/200)^{0,55}. \qquad (6.2)$$

Модуль максимального мгновенного расхода 1 %-ной обеспеченности для каждого поста определен по данным, помещенным в предыдущих разделах настоящей главы, значения $q_{1\%}$ и q_{200} приведены в табл. 6.13, на основе которой составлены карты-схемы M_m по территории Афганистана (рис. 6.20—6.23).

Можно заметить определенную закономерность в распределении q_{200} по территории страны. На северо-востоке наибольшие значения — по южным склонам Гиндукуша и по верховьям р. Банги севернее Гиндукуша, причем разность между максимальными и минимальными значениями q_{200} в этой зоне не превышает 800 л/(с·км²). Минимальные значения приходятся на устьевые участки рек зоны А на севере и на юге зоны ($q_{200}=300\div 600$ л/(с·км²).

Таблица 6.13

Модули максимальных расходов $q_{1\%}$ и q_{200} основных рек Афганистана

Река—пост	$q_{1\%}$	q_{200}	Река—пост	$q_{1\%}$	q_{200}
Кокча — Кешем	77,1	880	Герируд — Чагчаран	182,0	1061
Кокча — Джурм	95,8	712	Герируд — Тагаб-Газа	88,6	839
Кешем — Кешем	135,4	500	Герируд — Рабати-Ахунд	50,1	659
Вардудж — Шашпул	154,0	852	Ковган — Лонгар	56,0	410
Кундуз — Баглан	30,5	381	Адраскан — Адраскан	234,0	823
Кундуз — Пули-Конда	20,4	181	Руд-и-Газ — Адраскан	171,0	638
Кундуз — Дашти-Сафед	18,1	91	Фарахруд — Петч-Танги	128,0	1576
Андараб — Доши	110,4	550	Мальманд — Шавалат	296,0	880
Ханабад — Пули-Чуга	90,4	767	Хашруд — Диларам	329,0	2052
Ханабад — Талукан	141,1	744	Мусакала — Мусакала	338,0	2225
Банги — Банги	169,9	907	Гильменд — Гардандев	108,3	199
Бамиан — Доаб	23,2	130	Гильменд — Гизаб	83,6	1108
Панджшир — Омарз	190,0	718	Мархана — Дахана-Риш	79,6	201
Панджшир — Гульбахар	207,0	1008	Пенджаб — Варас	104,5	340
Панджшир — Шухи	102,7	923	Кадж — Яхдан	58,8	548
Горбанд — Пули-Ашава	52,2	272	Тирин — Анарджуй	51,3	392
Лагман — Пули-Каргаи	123,4	812	Аргандаб — Санги-Маша	210,5	778
Печ — Чагасарай	195,0	993	Аргандаб — Мизан	159,3	1317
Ландаисин — Гавардеш	133,4	606	Аргандаб — выше вдхр	116,8	1086
Кабул — Майдан	134,8	3	Тарнак — Шахджуй	37,8	172
Кабул — Танги-Сайдан	85,8	271	Газни — Наубурджа	44,5	131
Кабул — Танги-Гару	22,8	225	Газни — Шина	36,7	344
Логар — Каджаб	35,8	180	Джилга — Гардез	66,9	168
Логар — Шейхабад	30,1	173	Джилга — ниже вдхр	23,7	129
Логар — Санги-Нов	14,5	123	Парк — Парк-Дешт	567,0	655
Сурхруд — Султанпур	122,4	500	Палту — Сарафсар	502	352
Хульм — Сайяд	14,2	109	Палту — выше Сарде	91,3	196
Балх — Найяк	36	107	Куррам — Ахмадхель	61,6	124
Балх — Робат-и-Бала	43,8	521	Куррам — Чамкани	49,5	140
Сари-Пуль — Азиабад	43,6	307	Куррам — Пули-Бангах	59,4	206
Ширинтагао — Хишт-Пуль	63,7	296	Шомаль — Доманди	134,6	278
Ширинтагао — Пата-Баба	22,4	211	Шомаль — Торатига	201,0	1078
Мургаб — Каланиязхан	35,0	358	Матун — Матун	553	730
Кашан — Бабулай	29,7	179	Спера — Спера	448	930
Герируд — Даулатяр	247,0	1063	Ургун — Пиркоти	341	326

Между северо-восточной и северо-западной подзонами имеет место «провал» q_{200} от района Бамиана на север по долине р. Хульм. В районе Бамиана q_{200} менее 50 л/(с·км^2), по долине р. Хульм — около 100 л/(с·км^2). В менее явной форме этот провал прослеживается далее на юго-восток от Бамиана через верховья рек Гильменд, Кабул, Логар и по р. Куррам.

Северо-западная зона характеризуется большими значениями q_{200} (более 1000 л/(с·км^2))в районе верховьев рек Хурдак, Лаль, Герируд с продолжением гребня значений q_{200} до 400—500 л/(с·км^2) по среднему течению р. Балх. Южнее бассейна

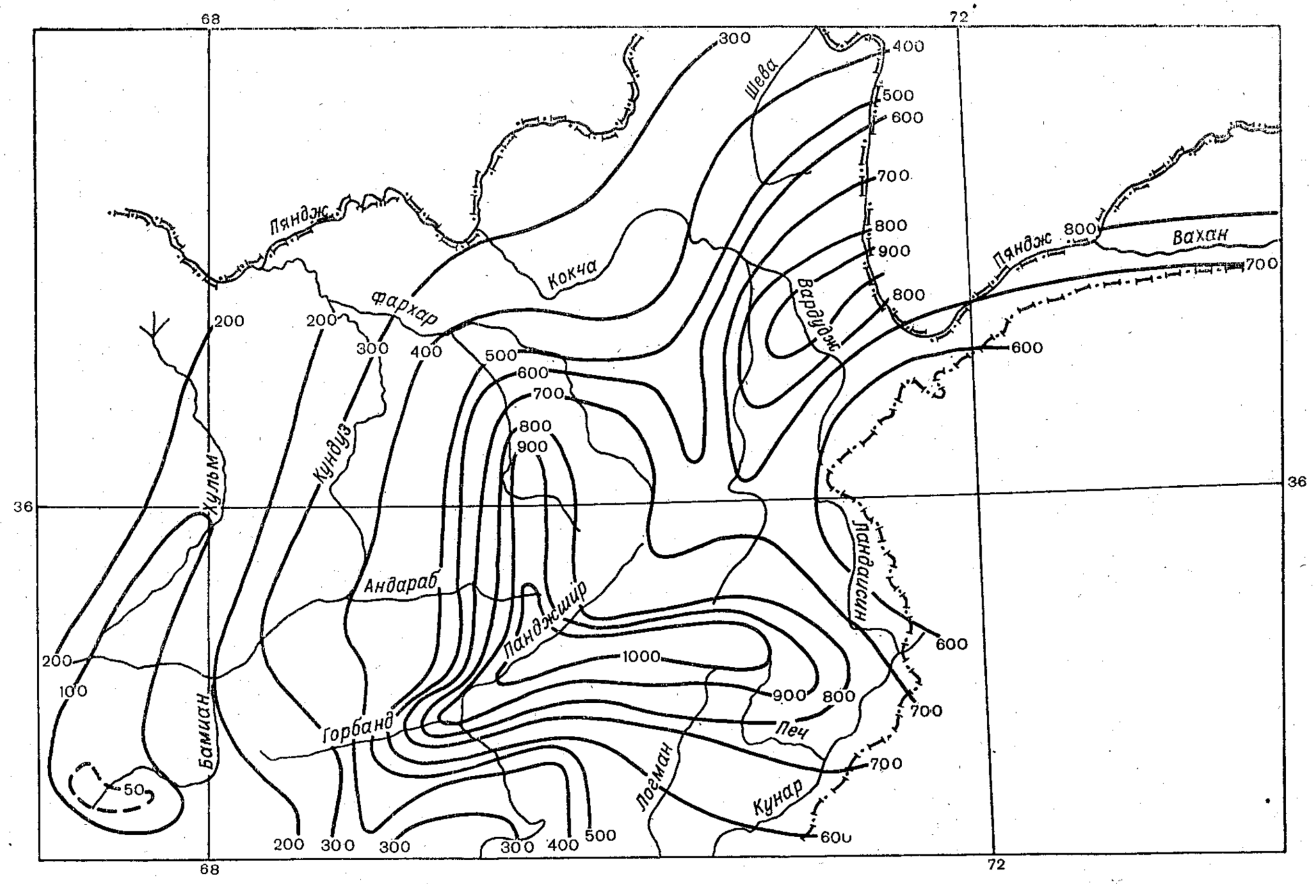


Рис. 6.20. Модули максимального стока рек северо-восточной части Афганистана.

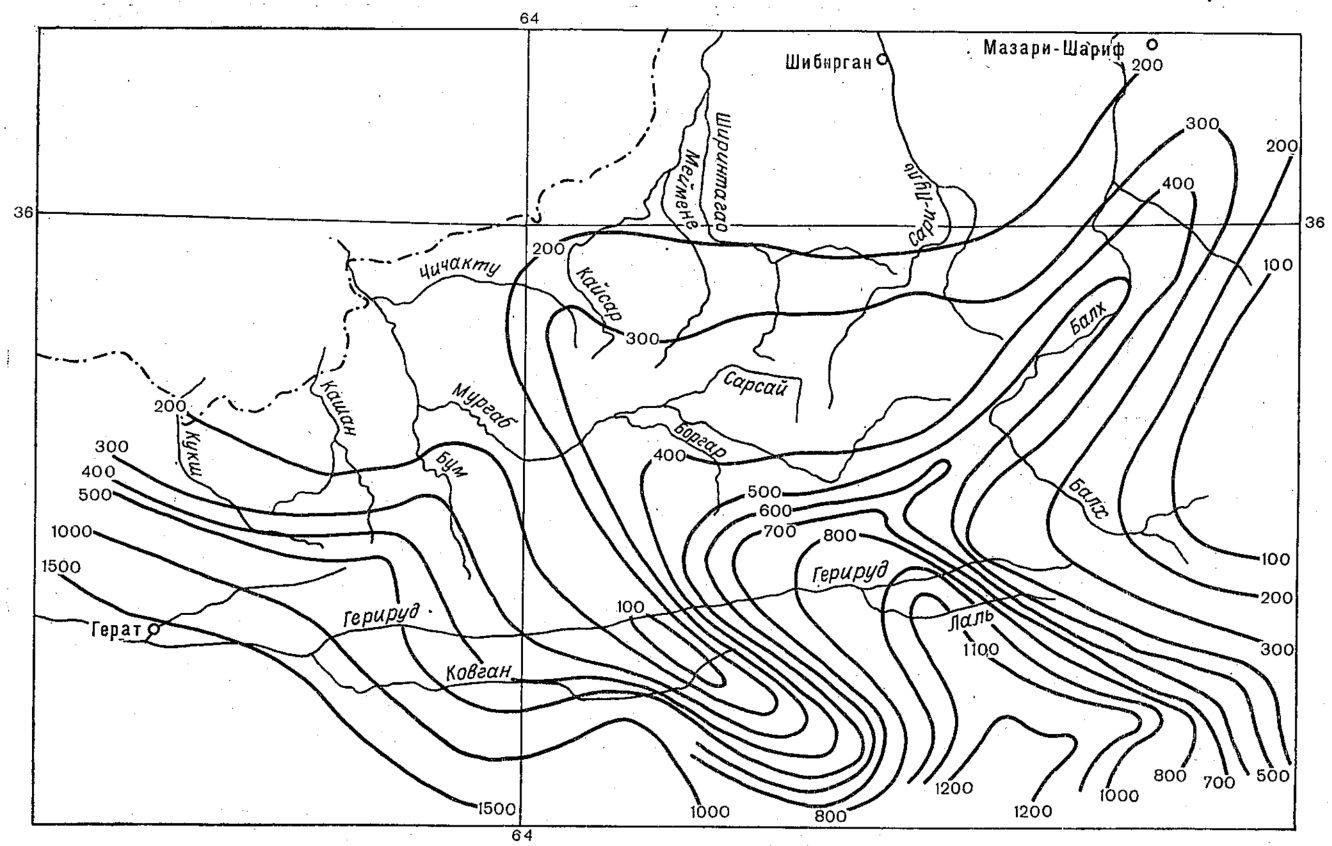


Рис. 6.21. Модули максимального стока рек северо-западной части Афганистана.

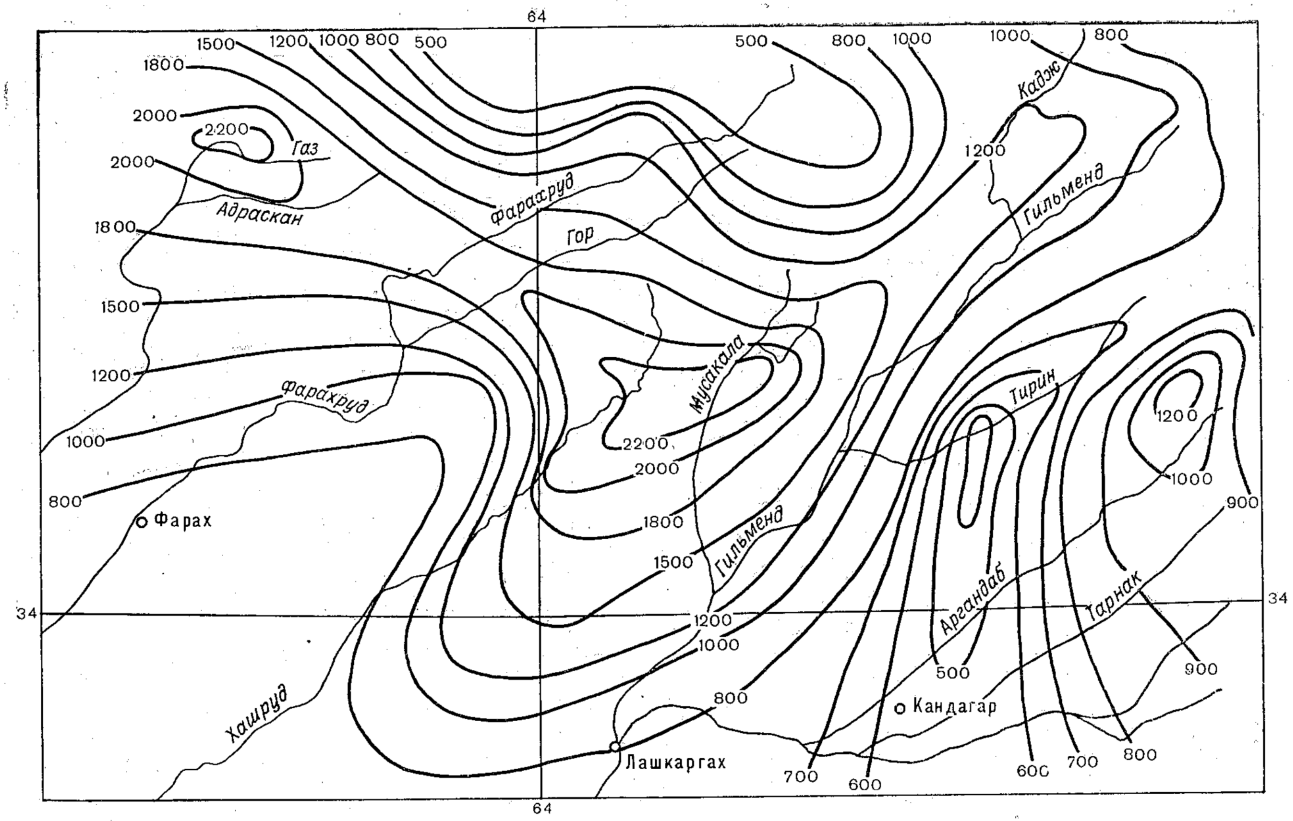


Рис. 6.22. Модули максимального стока рек юго-западной части Афганистана.

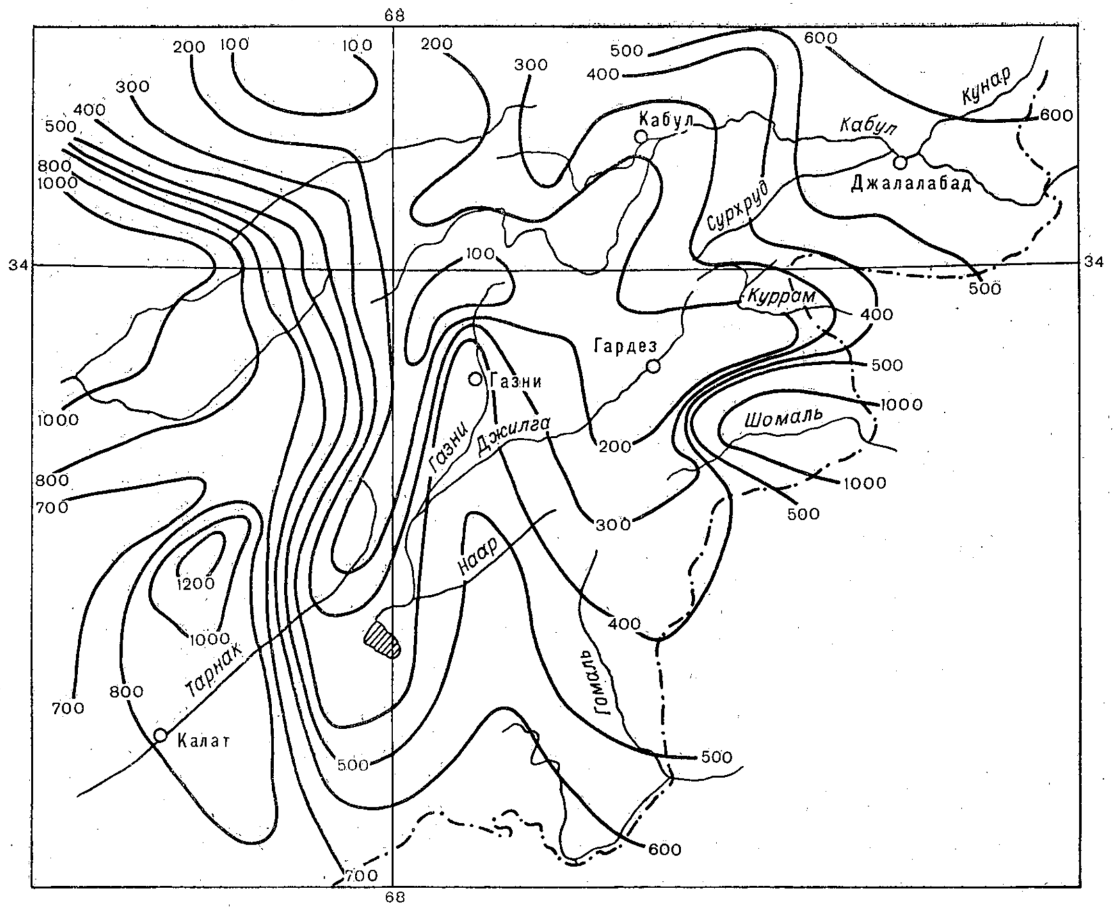


Рис. 6.23. Модули максимального стока рек юго-восточной части Афганистана.

р. Герируд q_{200} достигает 1500 л/(с·км²). Основная часть бассейнов рек Сари-Пуль, Ширинтагао и Мургаб имеют модули максимального стока 200—300 л/(с·км²) с незначительными колебаниями. В этой зоне имеет место частный „провал" величины q_{200} до 100 л/(с·км²) в верховьях р. Ковган южнее Чагчарана.

Юго-западная часть территории Афганистана характеризуется наибольшими значениями q_{200}, достигающими 2200 л/(с·км²) в районе реки Мусакала и рек Адраскан и Гор, к северу и к югу понижающимися до 500 л/(с·км²). Местный «провал» имеет место в зоне р. Тирин.

В юго-восточной зоне, наоборот, в основном q_{200} менее 500 л/(с·км²) с двумя локальными повышениями в районе р. Шомаль и в верховьях р. Аргандаб.

Естественно, что недостаточные по продолжительности наблюдения не позволяют получить репрезентативные результаты вычислений, а следовательно, предлагаемые карты-схемы в последующем подлежат уточнению и могут служить для предварительного определения Q_{mP}.

6.7. Определение максимальных расходов дождевых паводков рек с $F<100$ км² по формуле предельной интенсивности стока

Для водосборов менее 100 км² СНиП 2.01.14—83 «Определение расчетных гидрологических характеристик» для всех горных районов СССР (за исключением Крыма) рекомендуют определять Q_P по формуле предельной интенсивности стока.

По аналогии со среднеазиатским регионом СССР для Афганистана можно рекомендовать те же положения. При исключении коэффициента влияния озерности ($\delta=1$) формула предельной интенсивности стока будет иметь вид

$$Q_P = q_{1\,\%}\varphi H_{1\,\%}\lambda_P F. \qquad (6.3)$$

Рассмотрим компоненты этого уравнения.

Модуль максимального стока $q_{1\%}$ с вероятностью превышения $P=1$ % выражается в долях от произведения $\varphi H_{1\%}$ и определяется по СНиП 2.01.14—83 в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла исследуемой реки $\Phi_р$ и района кривых редукции осадков.

По аналогии со среднеазиатскими республиками СССР на территории Афганистана могут быть выделены два района типовых кривых редукции осадков: А — район полупустынь и засушливых предгорий и сравнительно невысоких гор (до 1500 м) и Б — горные районы, аналогичные памирскому району СССР, к которому могут быть отнесены горные районы по Гиндукушу и его северным и южным отрогам, горы Пактики (рис. 6.24). Эти районы соответствуют районам 24 и 25 по схеме районирования СССР. Величины $q'_{1\,\%}$ приведены для этих районов в зависимости от продолжительности склонового добегания $\tau_{ск}$ в табл. 6.14.

Продолжительность склонового добегания $\tau_{ск}$ может быть в первом приближении принята в степных и полупустынных равнинных и предгорных районах 30 мин, в горных районах — 10 мин.

Коэффициент стока φ для горных рек, т. е. практически на всей территории Афганистана, определяется по условиям Средней Азии:

1. Рыхлые каменные породы 0,10
2. Луговые сазовые почвы 0,40
3. Светлые сероземы, коричневые и бурые горнолесные 0,55
4. Суглинистые почвы 0,65

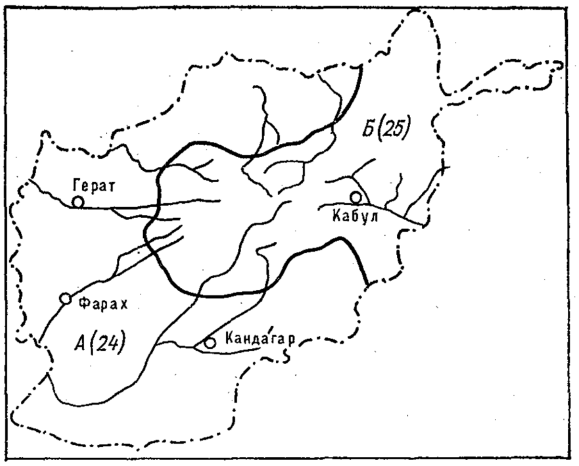


Рис. 6.24. Районы типовых кривых редукции осадков на территории Афганистана.

Таблица 6.14

Максимальный модуль стока $q^{1}_{1\%}$ в долях от $\varphi H_{1\%}$

Район кривых редукций	$\tau_{ск}$ мин	$\Phi_р$							
		1	5	10	20	30	40	50	60
А 25	10	0,320	0,300	0,220	0,130	0,090	0,068	0,055	0,046
	30	0,220	0,180	0,150	0,100	0,076	0,061	0,050	0,042
Б 25	10	0,200	0,150	0,120	0,076	0,058	0,047	0,040	0,035
	30	0,120	0,100	0,087	0,065	0,052	0,043	0,038	0,034

Район кривых редукций	$\tau_{ск}$ мин	$\Phi_р$							
		70	80	90	100	150	200	250	300
А 24	10	0,038	0,034	0,030	0,027	0,018	0,013	0,010	0,0084
	30	0,036	0,032	0,030	0,027	0,018	0,013	0,010	0,0082
Б 25	10	0,031	0,028	0,026	0,024	0,017	0,013	0,010	0,0089
	30	0,030	0,027	0,025	0,023	0,016	0,013	0,010	0,0089

Максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения $P=1$ % определен по суточным максимумам дождей по данным метеостанций Афганистана (см. рис. 2.6).

Гидроморфометрическая характеристика русла $\Phi_р$ определяется по формуле

$$\Phi_р = \frac{1000L}{\varkappa_р i_р^{\varkappa} F^{0,25}\left(\varphi H'_{1\,\%}\right)}, \qquad (6.4)$$

где L — длина реки от наиболее удаленной точки водосбора в км; $i_р$ — средневзвешенный уклон русла реки, %.

Параметры $\varkappa$ и $\varkappa_р$ определяются в зависимости от характера русла и поймы (табл. 6.15).

Таблица 6.15

Значения параметров $\varkappa$ и $\varkappa_р$ в формуле (6.4)

Характеристика русла и поймы	$\varkappa$	$\varkappa_р$
Чистые русла периодически пересыхающих водотоков (сухие логи)	0,33	11
Извилистые и частично заросшие русла рек, пересыхающие периодически водотоки, несущие во время паводка большое количество наносов	0,33	9
Сильно засоренные и извилистые русла периодически пересыхающих водотоков	0,33	7
Реки, саи и временные водотоки со средним уклоном	1/7	10

Глава 7

Минимальный сток

7.1. Общая оценка

Длительные ежегодные засушливые периоды почти на всей территории страны и отсутствие в большинстве районов устойчивого подземного питания приводят к частому пересыханию рек даже с достаточно большими площадями водосборов, иногда на большой срок. На засушливые месяцы приходится максимальная потребность в воде для поливов, что еще более удлиняет периоды пересыхания рек.

На реках Афганистана нет четко выраженного деления на зимний и летний меженные периоды. Наименьшие расходы или полное пересыхание рек наблюдается, как правило, в летне-осенний период — с июля по октябрь, но на некоторых реках (и в отдельные годы) минимумы расходов могут быть в январе — феврале.

Как известно, при малой изменчивости минимальных расходов даже короткие ряды можно считать репрезентативными. К сожалению, в зонах традиционного орошения Афганистана изменчивость минимальных расходов очень велика.

Ряд рек с большими площадями водосборов, особенно в равнинно-предгорных областях северо-запада, юго-запада и Газнийского плато, пересыхает в летне-осенний сезон на 5—60 дней (табл. 7.1).

Никогда не пересыхают реки северо-востока (в бассейнах рек Вахан, Кокча и Кундуз), реки, берущие начало на южных склонах Гиндукуша (левые притоки р. Кабул и верховья р. Кабул и р. Гильменд), реки Герируд, Фарахруд, Адраскан с притоками в верховьях. Ряд рек пересыхает не ежегодно.

По принятым в СССР нормативам на территории с постоянно пересыхающими реками критическая площадь, определяющая категорию реки (малая или средняя), может достигать 10 тыс. км². Как видно из табл. 7.1, по полученным зависимостям для районов Афганистана, однородных по физико-географическим условиям, критическая площадь водосбора находится в указанных пределах.

В бассейнах рек Балх, Ширинтагао, Кашан, Кушк на северо-западе страны, на территории водосборов рек Адраскан, Фарахруд, на Газнийском плато и в районе Пактики (реки Шомаль и Гомаль) критические площади водосборов велики и часто достигают предельных значений (табл. 7.2).

Зоны с критической площадью, указанные в табл. 7.2, исключаются из районов, в которых норма минимального стока может определяться по изолиниям модуля минимального стока.

Таблица 7.1

Характеристика основных пересыхающих рек Афганистана

Река—пост	Площадь водосбора, км²	Сухой период	Повторяемость сухого периода, %	Среднее количество дней в периоде	Повторяемость, %
Дарайи-Суф — Кишанде	3 160	VII—VIII	60	35	100
Меймене — Пата-Баба	6 680	VII—IX	60	35	100
Кайсар — устье	3 980	VII—IX	100	40	100
Бум — Лука-и-Шурк	1 240	VII—IX	50	30	100
Кашан — Бабулай	5 540	VII—IX	80	33	100
Сенджаб — Хушробат	65	VII—IX	100	40	100
Руд-и-Газ — Адраскан	2 180	VIII—IX	13	30	20
Адраскан — Адраскан	1 970	VIII—IX	13	30	20
Фарахруд — Фарах	26 800	VII—IX	27	30	40
Фарахруд — Петч-Танги	19 200	VII—IX	12	30	12
Мальманд — Шавалат	1 450	VIII—IX	12	30	24
Хашруд — Диларам	5 580	VIII—IX	8	30	15
Мусакала — Мусакала	6 120	IX	—	30	11
Аргандаб — выше вдхр.	11 500	VII—IX	4	—	12
Аргандаб — Кала-и-Бост	52 900	VIII—X	68	—	71
Аргастан — Кандагар	15 200	VI—X	100	60	100
Дори — Тахтапул	4 180	IX—X	100	60	100
Джилга — Гардез	1 060	VI—IX	63	60	100
Плату — выше Сарде	805	VI—IX	100	80	100
Газни — мост Газни	1 560	VI—VIII	100	60	100
Сараб — выше вдхр	730	IX	10	35	60
Ургун — Пиркоти	2 110	IX	12	30	100
Матун — Матун	1 290	VIII—IX	10	—	33
Куррам — Пули-Бангах	1 630	VI—VIII	20	—	40
Сархруд — Султанпур	2 590	VIII—IX	40	—	80

Характеристики минимального стока для указанных в табл. 7.2 районов и характеристики минимального стока для малых рек других районов определяются по зависимостям, приведенным ниже, или по специальным рекомендациям.

Площади водосборов малых непересыхающих рек определяются в следующих пределах:

1. Северо-восточная зона, за исключением р. Кундуз . . . . . 1000 км²
2. Бассейн р. Кундуз и реки северо-восточной зоны, включая р. Герируд, за исключением районов, указанных в табл. 7.3 . . . . . 1500 км²
3. Верховья рек Фарахруд, Гильменд, Кабул, правые притоки р. Кабул . . . . . до 2000 км²
4. Левые притоки р. Кабул . . . . . до 1000 км²

Для районов с недостаточным увлажнением рекомендуется коэффициент асимметрии минимального стока в пределах $(1{,}0—1{,}5)\,C_v$. Для всей территории Афганистана можно принимать $C_s = C_v$.

Таблица 7.2

Размеры критических площадей по бассейнам рек

Бассейн реки	Ориентировочное значение критической площади	Примечания
Балх	4 000	Притоки в среднем и нижнем течении
Сари-Пуль	4 000	То же
Ширинтагао	7 000	Левые притоки
Мургаб	2 000	Левые притоки от р. Бум и ниже
Кашан, Кушк, Гульран	6 000	
Герируд	2 000	Притоки по обеим берегам ниже Чагчарана
Адраскан	5 000	
Фарахруд	3 000	Ниже устья рек Малманд и Мальманд
Гильменд	5 000	По правому берегу ниже р. Мусакала и по обеим берегам ниже р. Аргандаб
Газни	10 000	Все Газнийское плато
Аргандаб	10 000	р. Дори и все ее притоки
Реки Пактики	5 000	

На реках с незначительным влиянием разбора воды на орошение многолетние колебания 30-дневного минимума расходов достаточно синхронны с соответствующими колебаниями средних годовых расходов. При этом коэффициенты вариации многолетних колебаний величин 30-дневного минимума меньше соответствующих коэффициентов вариации средних годовых расходов.

Минимальный 30-дневный сток малых рек с площадью бассейна не менее 50 км^2 и на территории Афганистана можно рассчитывать по формуле

$$Q_{30} = m(F + f)^n, \tag{7.1}$$

где m — характеристика увлажненности данного района; F — площадь водосбора, км^2; f — средняя площадь бассейна подземного питания (карст, выходы глубоких подземных вод из области питания вне рассматриваемого водосбора). В Афганистане учет таких площадей в формуле (7.1) при соответствующем гидрогеологическом обосновании может быть возможен только для бассейнов рек Хульм, Балх и некоторых других. Пока, до получения обоснованных данных, следует принимать f=0; n — характеристика интенсивности изменения стока с увеличением площади бассейна. Значения m и n колеблются в довольно узких пределах.

Как правило, зависимость между минимальным суточным стоком и минимальным 30-дневным стоком имеет устойчивый линейный характер с малым отклонением от средних значений для всех рек Афганистана. Уравнение связи имеет вид [23]:

$$M_c = aM_{30} - b, \tag{7.2}$$

где $M_с$ — минимальный средний суточный модуль стока, в л/(с·км²); M_{30} — минимальный 30-дневный модуль стока; a и b — параметры, значения которых приводятся для каждой расчетной зоны.

Минимальный суточный расход 80 %-ной обеспеченности может быть получен по минимальному месячному расходу той же обеспеченности по уравнению

$$Q_{с\,(80)} = kQ_{30\,(80)}, \qquad (7.3)$$

где k — коэффициент пропорциональности; приводится для каждого района.

7.2. Сток рек северо-восточной части РА

Все реки здесь берут начало в отрогах и на северных склонах Гиндукуша, имеют ледниково-снеговое питание и явно выраженный единственный зимний минимум (с января по март). Только в низовьях р. Кундуз из-за значительного разбора воды на орошение минимум расходов приходится на сентябрь.

Как указывалось в гл. 5, показатели, характеризующие долю ледникового питания рек в бассейнах рек Кокча и Кундуз по величине различны, поэтому рассмотрим характеристики минимального стока по каждому бассейну отдельно.

Характеристики минимального стока рек бассейна р. Кокча по имеющимся наблюдениям продолжительностью 14—16 лет и при малых величинах изменчивости довольно репрезентативным, даны в табл. 7.3. Изолинии модуля 30-дневного минимума приведены на рис. 7.1.

Почти на всей территории водосбора р. Кокча модули 30-дневного минимального стока изменяются в весьма узких пределах — от 3,0 (изолиния проходит почти по водоразделу Гиндукуша, по истокам рек бассейна) до 2,0 в нижнем течении. Коэффициент

Таблица 7.3

Минимальный сток рек бассейна р. Кокча

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			$Q_{30\,(80)}$	$Q_{с\,(80)}$
		$\bar{Q}_{30}$	$\bar{M}_{30}$	C_{v30}	$\bar{Q}_с$	$\bar{M}_с$	C_v		
Кокча — Джурм	7 660	19,2	2,50	0,08	17,1	2,23	0,11	17,7	15,4
Кокча — Кешем	16 900	45,9	2,27	0,193	36,0	2,13	0,24	38,1	28,4
Кокча — Ходжа-Гар	20 600	60,0	2,91	0,228	42,5	2,06	0,261	48,0	32,7
Вардудж — Бахарак	3 340	9,39	2,80	0,11	7,36	2,20	0,20	8,3	6,1
Вардудж — Шашпул	4 490	13,3	2,96	0,13	9,4	2,09	0,20	12,0	7,8
Кешем — Кешем	2 150	5,82	2,70	0,25	4,56	2,12	0,32	4,54	3,3

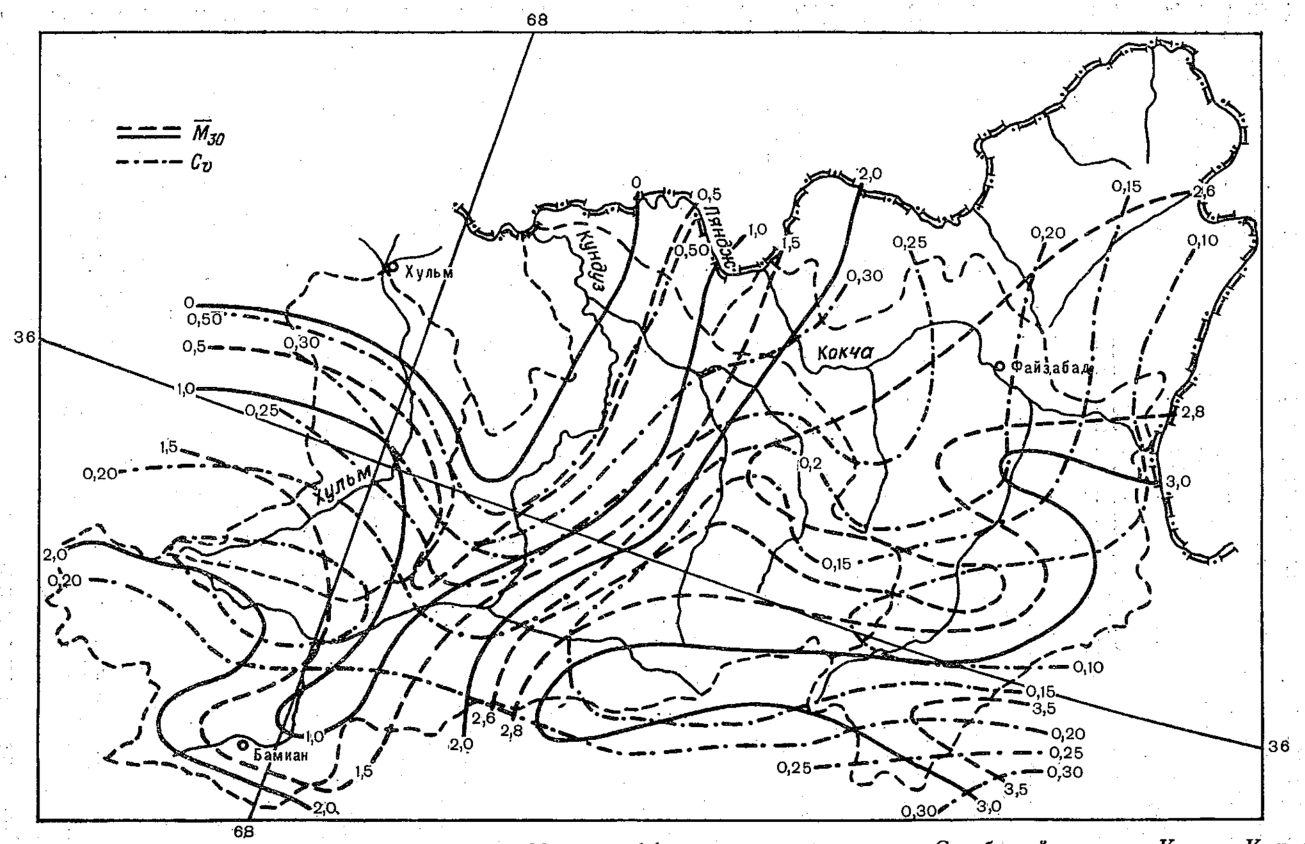


Рис. 7.1. Модули 30-дневного минимального стока M_{30} и коэффициенты изменчивости C_v бассейнов рек Кокча, Кундуз и Хульм.

вариации изменяется от $C_{v\,30}=0{,}1$ в верховьях рек до $C_{v\,30}=0{,}25\div0{,}30$ в нижнем течении.

Параметры уравнения (7.2) для вычисления минимального суточного модуля стока по всей территории бассейна определены по данным табл. 7.3 для створов на реках Бардудж и Кешем (с минимальными площадями водосборов): $a=0{,}8$ и $b=0{,}04$. Максимальные отклонения, по имеющимся наблюдениям, составляют от 13 (Джурм) до +11 %.

Переходный коэффициент от 30-дневного минимального расхода 80 %-ной обеспеченности к минимальному суточному расходу той же обеспеченности для бассейна р. Кокча $k=0{,}73$. Отклонения не превышают 14 %.

Минимальный 30-дневный сток малых рек в бассейне р. Кокча и северо-восточнее его определяется по формуле (7.1) с параметрами $m=4{,}5\cdot10^{-3}$ и $n=0{,}94$, что соответствует значениям m и n, приведенным в приложении 15 к Руководству [53] для районов 107 и 108 на территории СССР.

Как видно из табл. 7.3, если модули 30-дневного минимального стока увеличиваются вниз по течению р. Кокча и ее притоков, то модули суточного минимума уменьшаются. В том и другом случае увеличиваются значения коэффициентов вариации, причем изменчивость нормы суточного минимума больше, чем изменчивость нормы 30-дневного минимума, что вполне закономерно.

В бассейне р. Кундуз сходные с бассейном р. Кокча характеристики минимального стока отмечаются практически для всех правобережных притоков, особенно для рек Ханабад и Андараб, имеющих идентичные с реками бассейна р. Кокча условия питания.

Нарушение закономерностей изменения характеристик по длине р. Кундуз (табл. 7.4) объясняется значительным отбором воды на орошение в летний период в нижнем течении реки (ниже створа Гердаб). При этом происходит и смещение срока прохождения минимальных расходов с зимы на лето (сентябрь).

Модули 30-дневного минимального стока и значения $C_{v\,30}$ по бассейну р. Кундуз приведены на рис. 7.1.

Вычисление среднего многолетнего значения минимума суточного модуля стока (нормы) по формуле (7.2) следует производить при значениях коэффициентов $a=1{,}2$ и $b=0{,}92$. Переходный коэффициент от 80 %-ного месячного минимального расхода к 80 %-ному суточному минимальному расходу принимается в районе верхнего течения р. Кундуз (реки Пойянде, Бамиан и др.) $k=0{,}5$, для рек Андараб и Ханабад $k=0{,}78$.

Минимальный 30-дневный сток малых рек в бассейне р. Кундуз определяется по формуле (7.1) со следующими параметрами: 1) для рек суббассейна р. Ханабад $m=2{,}67\cdot10^{-3}$, $n=1$; 2) для правых притоков от устья р. Бамиан до р. Ханабад $m=2{,}83\cdot10^{-3}$, $n=1$; 3) для верховьев р. Кундуз $m=2{,}25\cdot10^{-3}$, $n=1$.

Вычисление минимального суточного модуля стока по уравнению (7.2) для верховьев р. Кундуз (до створа Пули-Конда Санг

Таблица 7.4

Характеристики минимального стока рек бассейна р. Кундуз

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			$Q_{30(80)}$	$Q_{c(80)}$
		$\overline{Q}_{30}$	$\overline{M}_{30}$	C_{v30}	$\overline{Q}_{c}$	$\overline{M}_{c}$	C_{vc}		
Кундуз — Даштн-Сафед	3 800	8,56	2,26	0,11	6,20	1,63	0,15	7,70	5,4
Кундуз — Пули-Конда Санг	22 600	16,5	1,31	0,165	12,7	1,00	0,22	14,0	10,3
Кундуз — Баглан	19 700	24,8	1,26	0,232	21,0	1,06	0,258	19,8	16,2
Кундуз — Гердаб	22 900	25,8	1,12	0,346	20,6	0,90	0,38	17,8	13,6
Кундуз — Чардара	24 800	14,4	0,58	0,68	11,0	0,44	0,67	5,00	3,86
Кундуз — Кулух-Тепе	37 100	28,2	0,76	0,531	19,7	0,53	0,64	14,4	7,90
Ханабад — Мастан	3 190	8,29	2,60	0,12	6,71	2,10	0,14	7,38	5,30
Ханабад — Талукан	4 110	10,9	2,65	0,14	8,80	2,14	0,17	9,60	7,48
Ханабад — Пули-Чуга	9 760	26,2	2,68	0,12	21,1	2,16	0,18	23,6	17,9
Андараб — Доши	3 705	10,5	2,83	0,14	9,16	2,47	0,18	9,24	7,80
Банги — Пули-Банги	4 200	10,6	2,53	0,22	8,65	2,06	0,30	8,62	5,54
Бамиан — Бамиан	945	0,47	0,50	0,47	0,26	0,27	0,80	0,28	0
Бамиан — Доаб	5 000	3,75	0,75	0,25	2,36	0,47	0,46	2,94	1,34
Фолади — Бамиан	320	0,31	0,97	0,87	0	—	—	—	0

включительно), в том числе и правобережных притоков до устья р. Поянде, может производиться по 30-дневному модулю минимального стока при a=0,80, b=0,13. Для всех ниже расположенных притоков р. Кундуз (включая реки Поянде, Андараб и Ханабад с притоками) a=0,95, b=0,37. Отклонения рассчитанных величин от натурных для этой зоны не превышают 6 %.

Соотношение между $Q_{c(80)}$ и $Q_{30(80)}$ в верховьях р. Кундуз k==0,72, снижение величины k по р. Бамиан связано с искажениями при разборе воды на орошение, что влияет на суточный минимум, приходящийся на летний период.

Для правых притоков ниже устья р. Поянде k=0,76 с максимальной погрешностью не более 10 %.

Месячные минимумы для р. Кундуз и ее правых притоков только зимние. Летние минимумы, не явно выраженные только в маловодные годы, наблюдаются в нижнем течении реки, ниже створа Гердаб.

На рис. 7.1 в бассейне р. Кундуз, в отличие от бассейна р. Кокча, имеет место большой диапазон величины $\overline{M}_{30}$: от 2,5 л/(с·км²) в верховьях р. Ханабад до нуля по левобережью и в низовьях р. Кундуз. Изменчивость 30-дневных минимальных модулей стока также значительно выше, чем у рек бассейна р. Кокча.

$C_{v\,30}$ колеблется от 0,15 для р. Андараб до 0,5 в среднем и нижнем течении р. Кундуз.

7.3. Сток рек северо-западной части РА и р. Герируд

Реки этой зоны снего-дождевого питания с большим летним разбором воды на орошение, что при малых расходах резко меняет характеристики минимального стока. Прежде всего это сказывается на сроках прохождения минимальных расходов. Суточные минимумы, как правило, имеют место летом и для многих рек в ряде лет равны нулю. 30-дневные суточные минимумы бывают как зимой (январь — март), так и летом (август — октябрь).

Важной особенностью является одиночный характер минимального периода, двух явно выраженных понижений расхода нет. Поэтому на реках с относительно большими расходами, где влияние летнего разбора воды на орошение не является решающим при определении минимумом (особенно в многоводные годы), 30-дневные минимумы стока имеют преимущественное значение (реки Балх, Мургаб). Так, с 1965 по 1978 г. на р. Балх в створе Робат-и-Бала было восемь зимних минимума (57 %), а на р. Мургаб — 10 (71 %). В то же время на всех остальных реках месячные суточные минимальные расходы были только летом.

Коэффициенты изменчивости сравнительно невелики (от 0,15 до 0,45), что позволяет считать полученные характеристики достаточно репрезентативными (табл. 7.5).

В закарстованной зоне верхнего течения р. Балх (Банди-Амир) площадь особого подземного питания (не связанного непосредственно с осадками на водосборе) составляет ориентировочно 30 % площади водосбора по этому створу. Принимая величины m и n в формуле (7.1) средними для верховьев рек Кокча и Кундуз, т. е. $m=2{,}25\cdot10^{-3}$ и $n=0{,}98$, получаем для створа Банди-Амир

$$\overline{Q}_{30}=2{,}25\cdot10^{-3}(445+150)\,0{,}98=1{,}185\ \text{м}^3/\text{с},$$

что только на 1,5 % больше наблюденного среднего месячного расхода. Эти значения параметров могут быть приняты для всего бассейна на р. Балх. Так, для створа Найяк $F+f=1610$ км² и $\overline{Q}_{30}=2{,}25\cdot10^{-3}\cdot1610^{0{,}98}=3{,}12$ м³/с, что на 8,5 % меньше расхода по табл. 7.5. По посту Робат-и-Бала по формуле (7.1) получен расход $Q_{30}=33{,}6$ м³/с, что на 4,3 % больше, чем по табл. 7.5.

Совершенно обособлен и отличен по своим характеристикам бассейн р. Хульм. Наблюдения велись только в створах, близких к устью, поэтому нельзя говорить о стабильности расчетных характеристик по всему бассейну. Кроме того, нет достаточно достоверных гидрогеологических данных о площади особого подземного питания реки. Ориентировочно можно принимать $n=0{,}7$ и $m=2\cdot10^{-3}$, тогда для створа Сайяд $Q_{30}=1{,}095$ м³/с, что на 7,5 % больше наблюденной нормы, а по створу Танги-Ташкурган $Q=1{,}1$, что только на 3,5 % меньше табличных данных.

Таблица 7.5

Характеристики минимального стока рек северо-востока РА

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			Q_{30} (80)	Q_c (80)
		$\overline{Q}_{30}$	$\overline{M}_{30}$	C_{v30}	$\overline{Q}_c$	$\overline{M}_c$	C_{vc}		
Хульм — Сайяд	8 170	1,02	0,125	0,278	0,638	0,08	0,322	0,77	0,46
Лаль — Банди-Амир	445	1,16	2,60	0,44	0,93	2,09	0,31	0,70	0,67
Балх — Найяк	1 460	3,41	2,34	0,28	2,46	1,68	0,25	2,55	1,92
Балх — Робат-и-Бала	18 000	32,2	1,79	0,194	27,7	1,54	0,24	26,7	21,9
Сари-Пуль — Азиабад	6 950	6,6	0,95	0,225	3,03	0,44	0,54	5,28	1,51
Шораб — Сари-Пуль	3 700	2,01	0,54	0,160	0	0	—	1,73	0
Ширинтагао — Хиштпуль	3 280	1,57	0,48	0,45	1,0	0,30	0,52	0,94	0,52
Ширинтагао — Даулатабад	4 640	0,74	0,16	0,52	0,21	0,05	0,32	0,38	0,11
Ширинтагао — Пата-Баба	11 800	0,82	0,07	0,60	0,37	0,03	0,51	0,36	0,20
Мургаб — Каланиазхан	13 800	27,7	2,0	0,153	25,6	1,85	0,15	23,8	22,3
Мургаб — Баламургаб	20 500	32,0	1,56	0,14	30,6	1,49	0,25	28,1	23,8
Чичакту — Чичак	415	0,26	0,63	0,415	0,04	—	—	0,16	0
Кушк — Чильдухтар	2 240	0,09	0,04	1,3	0,02	—	0,8	0	0

Бассейн р. Сари-Пуль весь находится на сравнительно низких отметках, и воды реки интенсивно разбираются на орошение в летний период. Учитывая многолетние потери воды, можно принять n=1,20 и m=1,35·10^{-4} с вероятной погрешностью до 25 %.

Сравнительно незначительные потери на орошение только в верховьях р. Ширинтагао, поэтому практически неискаженный минимальный сток формируется только выше поста Хишт-Пуль. Для верховьев n=1,1 и m=2·10^{-4}.

Притоки р. Ширинтагао Меймене и Кайсар полностью пересыхают в летний период на срок более 40 дней. В нижнем течении р. Ширинтагао характеристики минимального стока следует принимать по табл. 7.5.

Для бассейна р. Мургаб в пределах Афганистана параметры уравнения (7.1) m=0,855 и n=0,365 подлежат уточнению при установлении наблюдений в створах выше Каланиазхан.

Параметры уравнения (7.2) определены для трех основных рек Балх, Ширинтагао (только для верхней части водосбора, выше поста Даулатабад) и Мургаб. Для бассейна р. Балх (ниже Банди-Амира) a=0,91, b=0,30, для бассейна р. Ширинтагао a=0,78, b=0,075, для бассейна р. Мургаб a=0,82, b=0,21.

Для р. Сари-Пуль с притоками и западной части бассейна р. Ширинтагао (р. Меймене с притоками) величины суточных минимумов искажены разбором воды на орошение и равны или близки нулю.

Переходный коэффициент от 80 %-ного 30-дневного расхода к 80 %-ному суточному минимальному расходу принимается для бассейна р. Балх 0,79, р. Ширинтагао — 0,55 и р. Мургаб — 0,89.

На рис. 7.2 дана карта-схема изолиний модулей 30-дневного минимального стока (нормы) для рек северо-запада, для бассейна р. Хульм — на рис. 7.1.

Максимальные значения модулей 30-дневного минимального стока в этой зоне — по северным склонам западных отрогов Гиндукуша и Парапамиза, причем уменьшаются с востока на запад.

Верховья рек Балх и Мургаб находятся в одном районе и имеют примерно одинаковые модули минимального стока, но изменчивость стока в верхней части водосбора р. Балх выше, чем р. Мургаб (C_v соответственно 0,6 и 0,2).

В целом по северо-западу модули 30-дневного минимального стока колеблются от 3,0 л/(с·км^2) в верховьях рек Балх и Мургаб до нуля в их нижнем течении (Мургаб — в пределах Афганистана) и в средней части бассейнов рек Ширинтагао, Сари-Пуль и Хульм. Минимальный 30-дневный сток практически равен нулю для водосборов таких притоков, как Меймене, Кайсар и Кашан. В пределах Афганистана достаточно устойчивый минимальный сток у р. Кушк (около 0,25 л/(с·км^2)).

Как отмечалось в предыдущих главах, р. Герируд по характеристикам стока, в том числе и минимального, занимает промежуточное положение между реками северо-запада (Мургаб) и юго-запада (Адраскан, Фарахруд). Изолиния модуля минимального стока $\bar{M}_{30}=0$ проходит вблизи г. Герата, а наибольшее значение в верховьях реки (для поста Даулатяр) не превышает единицу. Все месячные минимумы приходятся на летне-осенний период, и только в створе Даулатяр около 40 % месячных минимумов наблюдается зимой, при этом вторичное понижение, летний минимум, отсутствует.

Устойчивое снижение модуля минимального стока по течению р. Герируд при весьма большой изменчивости (от $C_{v\,30}=0{,}2$ в верховьях до $C_{v\,30}=1{,}0$ в районе Герата) вызвано значительным забором воды на орошение по всей длине реки и ее основного притока р. Ковган.

Река Ковган по всей длине имеет постоянный модуль 30-дневного минимального стока ($\bar{M}_{30}=0{,}21$), коэффициент вариации изменяется от 0,3 до 0,8.

При больших значениях коэффициента вариации продолжительность наблюдений от 9 до 17 лет не могла обеспечить репрезентативность характеристик. Так, если для постов Чагчаран и Тагаб-Газа при $n=17$ лет средняя квадратическая погрешность составляет соответственно 4,7 и 5,6 %, то для поста Лонгар на р.Ковган при $n=16$ лет и $C_v=0{,}72$ $\sigma_n=18$ %.

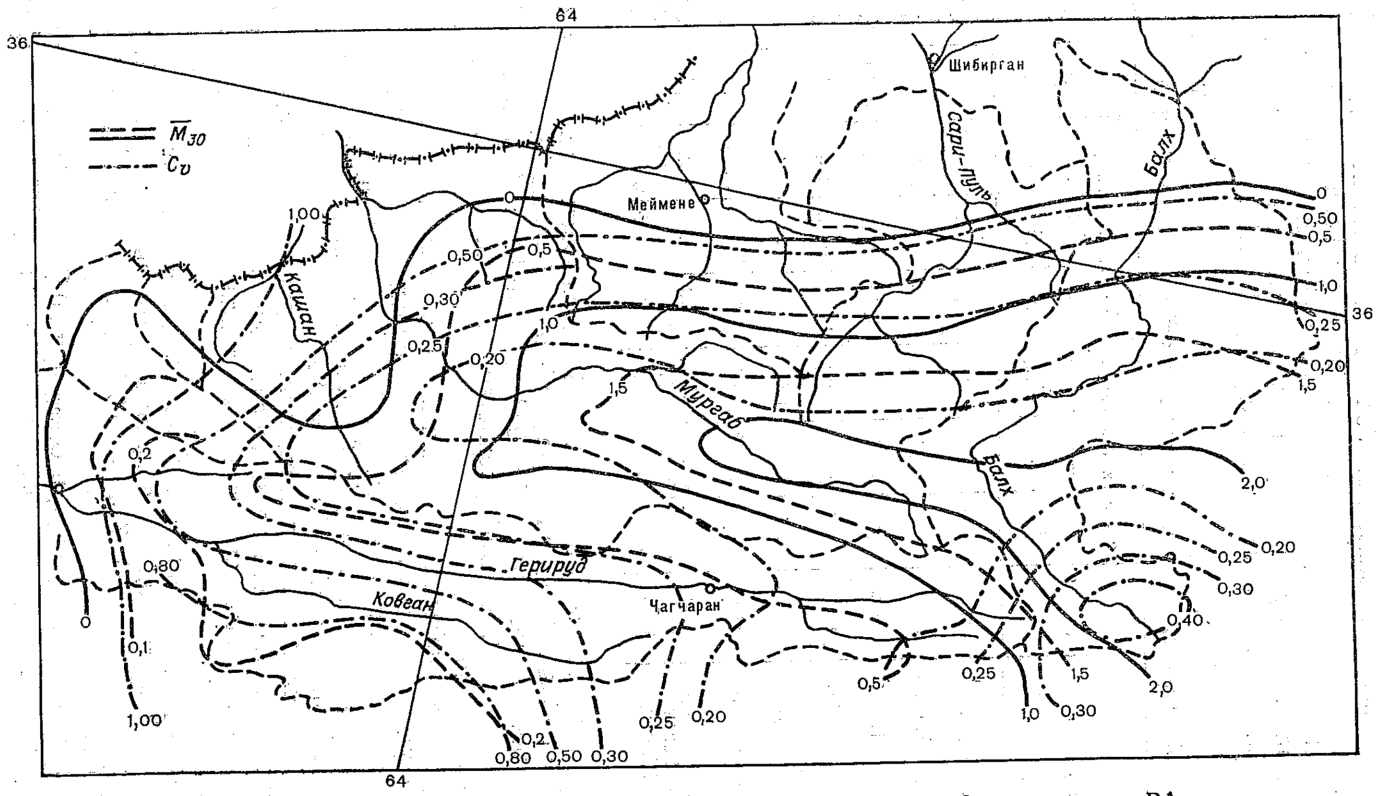


Рис. 7.2. Модули 30-дневного минимального стока M_{30} и коэффициенты изменчивости C_v северо-запада РА.

Хорошая корреляционная связь между минимальными расходами с реками, имеющими более длительные периоды наблюдений, отсутствует, поэтому невозможно удлинение рядов. Тем не менее, по имеющимся наблюдениям для всех гидрологических постов на р. Герируд и ее притоках составлена таблица основных характеристик минимальных расходов (табл. 7.6).

Таблица 7.6

Характеристики минимального стока рек бассейна р. Герируд

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			$Q_{30\,(80)}$	$Q_{c\,(80)}$
		$\overline{Q}_{30}$	$\overline{M}_{30}$	C_{v30}	$\overline{Q}_c$	$\overline{M}_c$	C_{vc}		
Герируд — Даулатяр	2 840	2,85	1,00	0,165	2,11	0,76	0,314	2,45	1,55
Герируд — Чагчаран	6 090	4,05	0,66	0,195	2,60	0,43	0,349	3,36	1,79
Герируд — Тагаб-Газа	11 900	5,75	0,48	0,23	4,58	0,38	0,315	4,60	3,30
Герируд — Рабати-Ахунд	21 600	4,31	0,20	0,306	3,27	0,15	0,47	3,14	1,86
Герируд — Пули-Пуштун	26 130	0,18	0,01	0,98	0,10	—	1,40	0,02	0
Ковган — Танги-Азу	2 030	0,48	0,236	0,35	0,28	0,14	0,64	0,33	0,11
Ковган — Лонар	7 490	1,42	0,19	0,72	0,99	0,13	0,95	0,44	0,10
Карух — Герат	1 390	0,50	0,36	0,31	0,41	0,29	0,28	0,36	0,30
Лаль — Шинья	1 680	0,38	0,23	0,30	0,10	0,06	0,40	0,22	0,06

Репрезентативными в табл. 7.6 являются данные для областей бассейна с $C_v \leqslant 0{,}45$ при числе лет наблюдений более 16.

Значения параметров $m=0{,}058$ и $n=0{,}49$ в формуле (7.1) выше поста Тагаб-Газа удовлетворяют данным наблюдений с большой точностью.

Норма минимальных 30-дневных расходов малых рек бассейна р. Герируд может быть приближенно определена при следующих значениях параметров: а) для р. Карух и всех притоков выше р. Карух $m=0{,}014$ и $n=0{,}49$; б) для р. Лаль $m=0{,}01$, $n=0{,}49$; в) для р. Ковган $m=8{,}63\cdot10^{-4}$, $n=0{,}83$.

Если не учитывать потери воды на традиционное орошение, существующее в этом регионе много сотен лет, модуль минимальных расходов может быть определен как и для верхней зоны р. Герируд.

Параметры уравнения (7.2) для верхней части бассейна р. Герируд $a=0{,}7$ и $b=-0{,}04$, для правых притоков выше устья р. Карух и для р. Лаль $a=0{,}17$ и $b=-0{,}04$, для р. Ковган $a=0{,}174$ и $b=-0{,}097$.

Соотношение между $Q_{c(80)}$ и $Q_{30(80)}$ при 80 %-ной обеспеченности может быть принято для верхнего течения р. Герируд выше

створа Рабати-Ахунд k=0,61, для левых притоков (Ковган, Лаль) k=0,27, для правых притоков k=0,83.

7.4. Сток рек юго-западной части РА (Адраскан, Фарахруд, Хашруд) и р. Гильменд

Реки Адраскан, Фарахруд и Хашруд — наиболее маловодные из средних рек Афганистана. В верхней части бассейнов только на четверти водосбора р. Адраскан, на трети водосбора р. Хашруд и на половине водосбора р. Фарахруд норма 30-дневного минимального стока больше нуля.

Все суточные и месячные минимумы приходятся на август (40 %), сентябрь (40 %) и октябрь (20 %).

Модуль 30-дневного минимального стока не превышает следующих значений: для р. Адраскан — немного более 0,1 л/(с·км²), для р. Фарахруд — 0,3 л/(с·км²) и для р. Хашруд — 0,2 л/(с·км²).

Изменчивость минимального стока очень велика — в верховьях р. Адраскан C_v от 0,8 до 1,0, р. Хашруд — от 0,7 до 1,0 и р. Фарахруд от 0,3 до 1,0.

В табл. 7.7 приведены характеристики минимального стока, которые по имеющемуся ряду наблюдений (от 10 до 26 лет), к сожалению, нельзя считать репрезентативными.

Минимальный сток 30-дневной обеспеченности малых рек в бассейне р. Адраскан может быть определен по формуле (7.1) при $m=7\cdot10^{-4}$, n=0,8, для малых рек в бассейне р. Фарахруд — при $m=7{,}5\cdot10^{-4}$, n=0,82, что в обоих случаях близко к значениям параметров для соседней реки Ковган. Для р. Хашруд $m=7\cdot10^{-4}$, n=0,55.

Таблица 7.7

Характеристики минимального стока рек юго-западной части РА

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			$Q_{30(80)}$	$Q_{с(80)}$
		$\overline{Q}_{30}$	$\overline{M}_{30}$	C_{v30}	$\overline{Q}_{с}$	$\overline{M}_{с}$	$C_{vс}$		
Адраскан — Адраскан	1 970	0,38	0,193	0,84	0,24	0,122	1,13	0,076	0
Руд-и-Газ — Адраскан	2 180	0,25	0,11	1,00	0,16	0,073	1,07	0,025	0,01
Фарахруд — Петч-Танги	19 200	2,45	0,127	0,80	1,90	0,10	0,83	0,59	0,42
Фарахруд — Даулатабад	21 800	2,07	0,095	0,91	1,44	0,066	0,97	0,31	0
Фарахруд — Фарах	26 700	0,03	0,001	0,98	0,02	—	0,99	0	0
Мальманд — Шавалат	1 450	0,20	0,137	0,63	0,12	0,083	0,64	0,08	0
Хашруд — Диларам	5 580	0,08	0,014	1,08	0,06	0,011	1,10	0	0

Параметры a и b в формуле (7.2) для всей юго-западной зоны в верхней части, где забор воды на орошение незначительно искажает характеристики минимального стока, могут быть приняты следующие: $a=0{,}59$, $b=-0{,}005$. Коэффициент $k=Q_c/Q_{30}=0{,}7$ только для верховьев р. Фарахруд, что близко к значению k для левых притоков р. Герируд. Для остальных рек юго-запада $k=0$, так как все суточные минимальные расходы равны нулю.

Самая большая по площади бассейна и по протяженности река Афганистана — Гильменд в верхней зоне, до устья р. Пенджаб, имеет характеристики минимального стока, сходные с характеристиками других рек, берущих начало на склонах Гиндукуша. Модуль 30-дневного минимального стока здесь от 3 до 1 л/(с·км^2). Такие же характеристики, но с несколько большей изменчивостью модуля минимального стока в бассейне среднего левого притока р. Тирин.

Вторая, отличная от верхней, зона по значению характеристик — реки крупного правого притока р. Кадж.

Третья зона — реки ниже расположенного правого притока — р. Мусакала и другие нижние правые притоки, характеристики которых совпадают с характеристиками р. Хашруд.

Четвертая, крайне неоднородная зона — бассейн крупнейшего притока р. Гильменд р. Аргандаб.

Реки верхней части бассейна р. Гильменд — собственно Гильменд до устья р. Мархана, реки Мархана, Сьясанг и Пенджаб — могут быть отнесены к малым рекам. Для этих рек параметры формулы (7.1) $m=2{,}5\cdot10^{-3}$, $n=0{,}98$. Для верховьев р. Тирин и левых притоков р. Гильменд выше устья р. Тирин $m=4{,}6\cdot10^{-3}$. Из-за неравномерного увлажнения различных районов, в частности водосборов рек Сьясанг и Тирин, ошибки значительны и могут достигать 25 %.

Значительно большая точность в определении модуля суточного минимума стока по модулю 30-дневного стока (табл. 7.8).

Отношение $Q_{c(80)}/Q_{30(80)}$ для всей зоны с максимальным отклонением менее 15 % может быть принято равным 0,77.

Таблица 7.8

Расчетные значения $\overline{M}_c$ по формуле (7.2) при $a=0{,}77$ и $b=-0{,}66$

Река—пост	Модуль суточного минимума		Отклонение, %
	наблюденный	(по 7.2)	
Гильменд — Гарландеваль	1,64	1,62	—1,2
Сьясанг — Гарландеваль	2,88	2,51	—12,8
Мархана — Даане-Ришка	2,15	2,40	+11,6
Пенджаб — Варас	1,04	1,08	+4,0
Тирин — Уросган	3,34	3,22	—3,6
Тирин — Тирин	0,94	0,98	+4,2

Для рек бассейна р. Кадж параметры в формуле (7.1) m=0,015, n=0,676. Модуль суточного минимума может быть определен по модулю 30-дневного минимального стока при параметрах a=0,67, b=—0,15. Отношение $Q_{c(80)}/Q_{30(80)}$ для бассейна р. Кадж равно 0,85.

Бассейн р. Мусакала характеризуется большим разбором воды на орошение в летний период, поэтому искажения модуля минимального стока весьма значительны. На рис. 7.3 модуль минимального стока по бассейну р. Мусакала $\overline{M}_{30}$=0,2 л/(с·км²) (без учета орошения); в табл. 7.9 приведены реальные данные.

Таблица 7.9

Характеристики минимального стока рек бассейна р. Гильменд (без р. Аргандаб)

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			$Q_{30(80)}$	$Q_{c(80)}$
		$\overline{Q}_{30}$	$\overline{M}_{30}$	C_{v30}	$\overline{Q}_{c}$	$\overline{M}_{c}$	C_{vc}		
Гильменд — Гардандеваль	605	2,23	2,03	0,103	0,99	1,64	0,227	1,17	0,79
Гильменд — Гизаб	20 800	39,2	1,89	0,205	33,5	1,61	0,197	32,1	27,5
Гильменд — Дехраут	37 000	53,8	1,45	0,232	48,8	1,32	0,255	43,0	38,0
Гильменд — Каджакай	46 600	83,3	1,78	0,274	47,2	1,01	0,59	63,3	21,2
Гильменд — Лашкаргах	61 700	74,6	1,21	0,273	61,6	1,01	0,42	56,7	38,2
Гильменд — Дарвешан	118 000	63,3	0,54	0,465	38,3	0,32	0,475	36,7	21,8
Гильменд — Чорбурджак	137 000	48,9	0,36	0,56	32,3	0,24	0,56	23,0	15,5
Съясанг — Гардандеваль	160	0,51	3,19	0,31	0,46	2,88	0,353	0,37	0,31
Мархана — Даане-Ришка	1 080	3,28	3,04	0,13	2,32	2,15	0,126	2,92	2,30
Пенджаб — Варас	1 710	2,28	1,33	0,333	1,77	1,04	2,246	1,60	1,39
Кадж — Яхдан	11 600	8,32	0,72	0,10	7,31	0,63	0,165	7,52	6,28
Тирин — Уросган	1 060	4,36	4,11	0,275	3,54	3,34	0,323	3,31	2,51
Тирин — Тирин	3 680	4,42	1,20	0,25	3,45	0,94	0,316	3,45	2,48
Тирин — Анарджой	8 060	4,06	0,50	0,387	2,79	0,35	0,484	2,64	1,31
Мусакала — Мусакала	6 160	0,2	0,03	0,855	0,13	0,02	0,90	0,04	0,02

Расходом воды на традиционное орошение объясняется и очень большая изменчивость модуля стока. На всей территории водосбора р. Мусакала модуль 30-дневного минимального стока (с учетом отбора воды на орошение) может приниматься равным 0,03 л/(с·км²), при этом $\overline{M}_c$=0,67 $\overline{M}$ (в формуле (7.2) a=0,67, b=0). Для всей третьей зоны k=$Q_{c(80)}/Q_{30(80)}$=0,5.

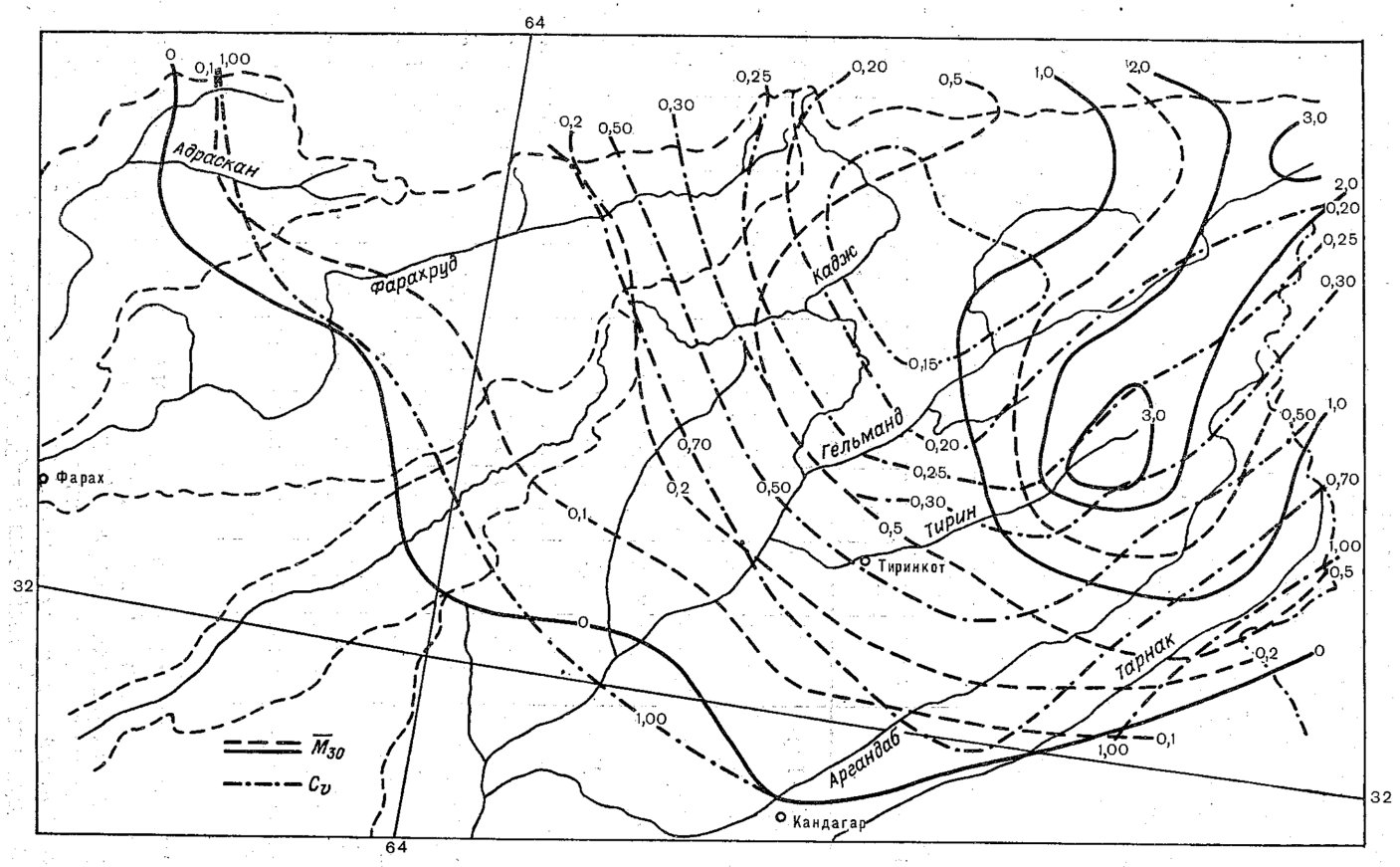


Рис. 7.3. Модули 30-дневного минимального стока M_{30} и коэффициенты изменчивости C_v юго-западной части РА.

На реках бассейна р. Аргандаб отбор воды на орошение в летне-осенний период очень большой. Поэтому областями, где модуль минимального 30-дневного стока больше нуля, являются только верховья р. Аргандаб и правого притока р. Дора — р. Тарнак. Все остальные реки бассейна Аргастан, Лора, Дори и др. на всем своем протяжении пересыхают на срок более 30 дней. В табл. 7.10 приведены данные о минимальном стоке только по непересыхающим створам р. Аргандаб и по посту Шахджой на р. Тарнак.

Таблица 7.10

Характеристики минимального стока р. Аргандаб

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			$Q_{30\,(80)}$	$Q_{c\,(80)}$
		$\bar{Q}_{30}$	$\bar{M}_{30}$	C_{v30}	$\bar{Q}_c$	$\bar{M}_c$	C_{vc}		
Аргандаб — Санги-Маша	2 100	4,02	1,87	0,296	3,17	1,47	0,42	2,97	2,0
Аргандаб — Мизан	9 310	6,47	0,69	0,51	5,40	0,58	0,55	3,43	2,70
Аргандаб — выше вдхр	11 500	6,97	0,60	0,535	5,35	0,46	0,59	3,55	2,40
Аргандаб — Бахи-пуль	14 200	1,68	0,12	0,70	0,71	0,05	1,10	0	0
Аргандаб — Кала-и-Бост	52 900	0,46	0,008	2,60	0	—	—	0	0
Тарнак — Шахджой	3 140	0,87	0,28	0,17	0,53	0,17	0,166	0,74	0,45

В верховьях р. Аргандаб модуль 30-дневного минимального стока около 2 л/(с·км²), вниз по течению сильно уменьшается ввиду изменения условий, уменьшения поверхностного стока и нарастающей интенсивности разбора воды на орошение. Для верхней части водосбора собственно р. Аргандаб могут быть приняты постоянными m=0,33, n=0,32. По характеру увлажнения к югу от р. Аргандаб m резко снижается, поэтому для верхней части р. Тарнак m=0,059 при n=0,325. Параметры a и b могут быть приняты для всей четвертой зоны постоянными: a=0,857 и b=0,07 с ошибкой, не превышающей 10 %. Отношение $k=Q_{c(80)}/Q_{30(80)}$ также постоянно для всей четвертой зоны и равно 0,68.

7.5. Сток рек юго-восточной части РА (Газнийского плато и Пактики) и бассейна р. Кабул

Реки Газнийского плато впадают в бессточное озеро Аби-Истада. Сток р. Газни настолько мал, а испарение с поверхности озера настолько велико, что колебания многолетнего стока не влияют существенно на колебания уровня воды в озере.

На Газнийском плато в окрестностях древних городов Газни и Гардез сложилась многовековая система традиционного орошения

и практически бóльшая половина стока рек разбирается на орошение. В табл. 7.11 приводятся данные о минимальном стоке у тех же постов, где он имеется. В остальных случаях минимальный сток равен нулю.

Таблица 7.11

Характеристики минимального стока рек Газнийского плато

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			Q_{30} (80)	Q_c (80)
		$\overline{Q}_{30}$	$\overline{M}_{30}$	C_{v30}	$\overline{Q}_c$	$\overline{M}_c$	C_{vc}		
Газни — ниже Серадж	1 160	0,23	0,20	0,75	0,05	0,040	0,95	0,06	0,006
Газни — Шина	11 700	0,25	0,02	0,68	0,14	0,012	1,15	0,09	0,005
Джилга — Мечалгу	65	0,36	5,53	0,30	0,21	3,23	0,56	0,27	0,10
Джилга — ниже Сарде	4 340	0,15	0,035	0,56	0,12	0,027	0,65	0,07	0,05
Парк — Парк Дешт	260	0,04	0,15	0,12	0,02	0,08	0,56	0,036	0,01

Из водохранилища оросительной системы Сарде на р. Джилга попуски в нижний бьеф в вегетационный период крайне малы.

Характеристики минимального стока рек бассейна р. Газни по пунктам, в которых не было наблюдений за стоком, следует принимать по данным табл. 7.10, используя метод интерполяций и руководствуясь рис. 7.4.

Все реки Пактики (к востоку от Газнийского плато) — Куррам, Шомаль и Гомаль, а также р. Кабул являются притоками Инда, но по формированию стока весьма различны. Так, в верховьях р. Кабул и на ее правых притоках (Логар, Сурхруд и др.) минимумы летне-осенние. При крайне скудном снего-дождевом питании и разборе воды на орошение имеют место длительные периоды пересыхания или очень малых расходов.

В то же время левые притоки р. Кабул, берущие начало на южных склонах Гиндукуша и питающиеся от таяния ледников и снежников, имеют только зимние минимумы. Поскольку сток левых притоков намного превышает сток правых, то после впадения в р. Кабул р. Панджшир минимальный сток р. Кабул имеет сходные с левыми притоками характеристики.

Реки Пактики по характеру формирования снего-дождевого стока должны иметь только летние минимумы, но влияние муссонных дождей в отдельные годы приводит к появлению осенне-зимних минимумов (табл. 7.12).

Для рек Пактики характерно интенсивное снижение модуля минимального стока с севера на юг и очень большая изменчивость. Хотя все реки могут быть отнесены к малым рекам, определение

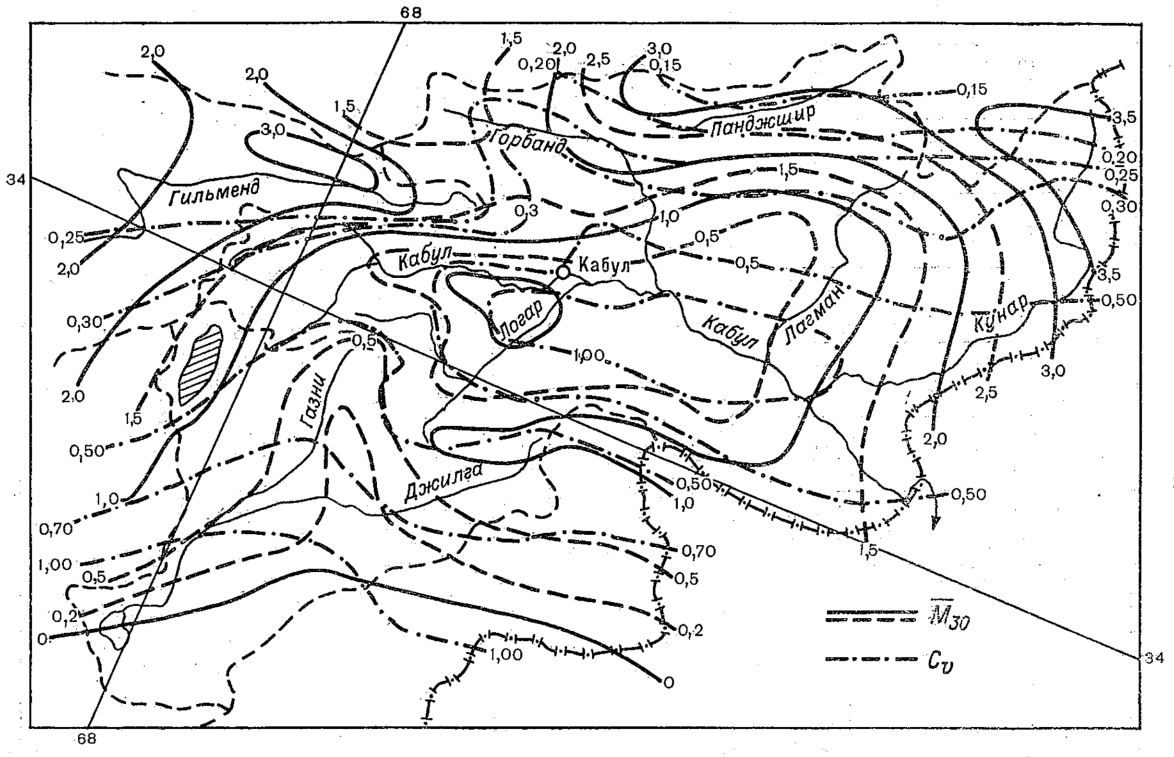


Рис. 7.4. Модули 30-дневного минимального стока M_{30} и коэффициенты изменчивости C_v бассейнов рек Кабул, Газни и Куррам.

Таблица 7.12

Характеристики минимального стока рек Пактики

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			Q_{30} (80)	Q_c (80)
		$\bar{Q}_{30}$	$\bar{M}_{30}$	C_{v30}	$\bar{Q}_c$	$\bar{M}_c$	C_{vc}		
Куррам — Ахмадхель	730	1,350	1,84	0,326	0,775	1,060	0,52	0,96	0,40
Куррам — Чамкани	1 320	0,960	0,72	0,680	0,524	0,40	1,03	0,33	0,04
Куррам — Пули-Бангаж	1 920	1,310	0,68	0,87	0,80	0,42	1,18	0,11	0,02
Шомаль — Торатига	4 220	1,07	0,25	0,37	0,34	0,08	0,86	0,72	0,06
Спера — Спера	755	0,175	0,23	0,54	0,05	0,066	1,2	0,09	0
Матун — Матун	340	0,143	0,42	0,64	0,056	—	1,20	0,06	0
Ургун — Пиркоти	780	0,06	0,08	1,01	0	—	0	0	0

расходов следует производить, пользуясь значениями 30-дневного минимального стока по рис. 7.4.

Для р. Куррам переход от модуля 30-дневного минимального стока к суточному минимуму осуществляется с помощью параметров a=0,65 и b=0,136. Для правого притока р. Габер и по всем рекам южнее Куррама суточные минимумы равны нулю. Для самой южной реки Пактики р. Гомаль и ее притоков модуль 30-дневного минимального стока равен нулю.

Верховья р. Кабул имеют сходные с верховьями р. Гильменд условия питания. Минимумы 30-дневной продолжительности устойчиво осенние (сентябрь—октябрь), модуль стока 1,5—0,5 л/(с·км²).

В верхней части бассейна р. Кабул выше поста Танги-Сайдан на р. Кабул и поста Шейхабад на р. Логар при параметре m=$=2{,}5\cdot10^{-3}$ в формуле (7.1) показатель степени n соответственно 0,81 и 0,85.

Верховья р. Логар близки по условиям питания и климатическим характеристикам к верхней части р. Кабул, что и проявляется в значении коэффициентов m и n в формуле (7.1). Вся верхняя часть бассейна р. Кабул практически имеет равные модули стока и коэффициенты вариации; здесь a=0,69 и b=—0,074.

Ниже по течению как по р. Кабул, так и по р. Логар имеет место снижение расходов за счет интенсивного разбора воды на орошение, при этом месячный минимум падает почти до нуля (Санги-Новешта и Танги-Гару).

Малые правые притоки Чарх, Чакари, Сурхруд и др., а также и левобережный малый приток р. Тагаб имеют очень малые модули 30-дневного минимального стока и постоянные (ежегодные) нулевые значения суточных минимумов (табл. 7.13).

Ниже по течению восточнее устья р. Сурхруд (р. Хазарнау и другие левые притоки восточнее нее) реки, стекающие с гор на

Таблица 7.13

Характеристики минимального стока рек бассейна р. Кабул

Река—пост	F км²	30-дневный минимум			Суточный минимум			Q_{30} (80)	Q_c (80)
		$\overline{Q}_{30}$	$\overline{M}_{30}$	C_{v30}	$\overline{Q}_c$	$\overline{M}_c$	C_{vc}		
Кабул — Майдан	1 300	0,816	0,625	0,295	0,66	0,505	0,34	0,60	0,46
Кабул — Танги-Сайдан	1 620	0,25	0,154	0,45	0,10	0,06	1,07	0,15	0,01
Кабул — Танги-Гару	12 800	0,53	0,04	1,17	0,185	0,014	1,20	0,03	0
Кабул — Наглу	26 100	37,8	1,45	0,105	25,0	0,96	0,39	34,4	13,8
Кабул — Дарунта	34 400	55,0	1,60	0,18	32,8	0,95	0,45	46,2	19,7
Кабул — Дака	67 400	148	2,18	0,20	123	1,82	0,25	123	83,6
Логар — Каджаб	3 780	2,60	0,69	0,42	2,10	0,55	0,42	1,61	1,28
Логар — Шейхабад	4 820	2,40	0,50	0,62	1,44	0,30	0,67	1,0	0,60
Логар — Санги-Новешта	9 740	0,46	0,047	1,55	0,28	0,028	1,76	0,01	0
Панджшир — Омарз	2 240	6,47	2,89	0,15	5,15	2,30	0,19	5,6	4,27
Панджшир — Гульбахар	3 560	9,86	2,76	0,19	8,26	2,32	0,20	8,18	6,85
Панджшир — Шухи	10 800	26,0	2,40	0,18	23,5	2,16	0,10	21,8	21,4
Саланг — Бахи-Лала	485	2,66	5,48	0,236	1,84	3,80	0,39	2,10	1,20
Горбанд — Пули-Ашава	4 020	7,3	1,82	0,315	6,02	1,50	0,35	5,25	4,10
Лагман — Пули-Карган	6 160	3,39	0,55	0,44	2,90	0,47	0,50	2,03	1,60
Печ — Чагасарай	3 860	7,46	1,94	0,30	5,79	1,50	0,39	5,25	3,76
Ландаисин — Гавардеш	3 130	11,60	3,70	0,34	9,20	2,94	0,17	8,12	7,82
Кунар — Асмар	19 600	90,0	4,58	0,14	83,0	4,22	0,19	79,2	68,9
Кунар — Пули-Кама	26 000	102	3,92	0,17	87,0	3,34	0,23	86,7	69,6
Тагаб — Тагаб	800	0,1	—	1,0	0,05	—	1,3	0	0
Сурхруд — Султанпур	2 590	0,33	0,13	1,3	0	—	—	0	0

границе с бассейном р. Куррам, более многоводны и модули их 30-дневного минимума изменяются от 0,5 на границе с р. Сурхруд до 1,5 л/(с·км²) у границы с Пакистаном при коэффициенте вариации, близком к 0,5 (см. рис. 7.4).

Для р. Панджшир выше поста Гульбахар $m=6\cdot10^{-3}$; $n=0{,}90$, для р. Горбанд, имеющей, в отличие от р. Панджшир, и осенние минимумы расходов, $m=4{,}1\cdot10^{-3}$ при $n=0{,}90$.

Для малых рек на территории от р. Кабул до р. Горбанд ориентировочно $m=2\cdot10^{-3}$ и $n=0{,}9\div0{,}88$.

Для всей речной сети р. Панджшир $a=0{,}8$, $b=-0{,}046$.

Несколько отлична по условиям питания р. Лагман. Доля ледового питания меньше, чем р. Панджшир, значительно меньше

модуль минимального стока. Для малых рек в верховьях р. Лагман следует принимать параметры для определения расходов по формуле (7.1) такие же, как и для р. Горбанд. При том же значении показателя степени $n=0{,}9$ в среднем течении р. Лагман для малых рек $m=2\cdot10^{-3}$.

Параметры формулы (7.2) для р. Лагман также совпадают с параметрами для бассейна р. Панджшир. Отношение $k=Q_{c(80)}/Q_{30(80)}=0{,}78$.

Характеристики минимального стока р. Кунар — крупнейшей по водности реки Афганистана, самого крупного притока р. Кабул в пределах Афганистана — следует определять по табл. 7.12.

Малые реки в бассейне р. Кунар в пределах Афганистана — правые притоки Печ и Ландаисин — имеют область питания на южных склонах среднего Гиндукуша, причем водосбор р. Ландаисин имеет более высокую увлажненность. Поэтому по аналогии с верховьями рек Панджшир и Кокча можно принять показатели степени в формуле (7.1) для бассейна р. Ландаисин $n=0{,}92$ и для р. Печ $n=0{,}9$, тогда параметр m, характеризующий увлажненность района, для р. Ландаисин $7\cdot10^{-3}$, для р. Печ $4{,}42\cdot10^{-3}$.

Для всех малых рек зоны Печ — Ландаисин параметры уравнения (7.2) $a=0{,}82$, $b=0{,}09$. Соотношение между расходами 80 %-ной обеспеченности месячных и суточных минимумов $k=Q_{c(80)}/Q_{c(30)}$ уменьшается с севера на юг. В верховьях р. Ландаисин $k=0{,}95$, в верховьях р. Печ $k=0{,}84$, а на уровне устья р. Печ $k=0{,}68$.

Глава 8

Твердый сток

8.1. Изученность твердого стока

Из всех гидрологических характеристик твердый сток рек Афганистана наименее изучен.

Потребность в анализе режима наносов в период 1955—1965 гг. особенно остро ощущалась в связи с проектированием гидростанций Пули-Хумри II на р. Кундуз, Наглу и Суроби на р. Кабул, мелиоративного комплекса Сарде на р. Джилга, для обоснований рекомендаций ФАО по ряду мелиоративных объектов по продовольственной программе ООН. Из-за отсутствия в то время наблюдений за наносами использовались эпизодические наблюдения одного года (Сарде) или весьма отдаленные аналоги (например, комиссия ФАО принимала аналогами реки Герируд и Кабул [90]).

Комиссия ФАО в этот период дала оценку количества взвешенных наносов в тоннах в год с 1 км^2 для рек юго-запада, рек Кабул и Газни, используя данные советских гидрологов по р. Кабул и приближенные расчеты. Модули твердого стока по данным ФАО сильно завышены.

В. Л. Шульцем [72] дана оценка режима наносов рек Кокча, Кундуз и северо-западных рек, но по одно-двухлетнему периоду часто несистематических наблюдений с 1964 по 1966 г.

Наиболее продолжительные систематические наблюдения за режимом взвешенных наносов производились на р. Гильменд в створе Дехраут с апреля 1968 г. по март 1972 г. и с апреля 1976 г. по сентябрь 1978 г. Отбор проб воды на мутность и определение стока наносов производился ежедневно. В последующие годы наблюдения за наносами велись с большими перерывами и не ежедневно.

В этот же период (в основном с 1965 по 1976 г.) велись выборочные наблюдения за наносами многих рек, к сожалению, часто в весьма непоказательный меженный период. Тем не менее полученные данные по концентрации наносов и суточному стоку позволили установить корреляционные связи между расходами воды и характеристиками режима наносов.

Наибольшая мутность речных потоков, как правило, не совпадает с наибольшими расходами жидкого стока, имеет место сдвиг максимумов на 2—5 дней по отношению друг к другу. Поэтому связь между суточными расходами и мутностями хотя и хорошая, но не такая явная, как между их средними месячными значениями.

На рис. 8.1 приведены графики изменения средних месячных мутностей и расходов воды на р. Гельманд.

их структуры. Возможность применения предложенных в работе [56] формул для водосборов рек рассматривается ниже в каждом конкретном случае.

Во всех расчетах по твердому стоку, проводившихся ранее (В. Л. Шульц, комиссия ФАО, проект орошения в зоне северо-западных рек), сток донных наносов принимался равным 10 % объема взвешенных. Проверка фактического объема донных наносов была сделана всего один раз на р. Кокча в 1967 г. (табл. 8.1). Характерно большое количество донных наносов в период спада половодья (большое количество взвешенных наносов переходит в донный режим). Общий объем донных наносов в течение года оказался почти вдвое меньше предполагаемого.

8.2. Наносы рек северной части РА

Северо-восточная зона. Впервые расход взвешенных наносов и модуль стока для приустьевых створов рек Кокча и Кундуз приведен в работе [72] по замерам 1965—1966 гг. Средний годовой расход и модуль стока наносов был при этом занижен по сравнению с характеристиками, полученными с учетом, хотя и недостаточных, но более поздних наблюдений. Прежде всего это объясняется тем, что средние годовые расходы воды 1965—1966 гг. меньше, чем средние многолетние (за 30 лет). По данным 1964—1966 г. была установлена норма стока наносов в 477 кг/с (соответственно модуль 710 т/(год·км^2)).

Действительно, в 1965 г. средний годовой сток взвешенных наносов в створе Ходжагар составлял 362 кг/с (при среднем годовом расходе воды 161 м^3/с), но уже в 1967 г. P_S=724 кг/с при среднем годовом расходе воды 210 кг/с.

Как видно из табл. 8.2, наблюдается сильное увеличение расхода наносов и модуля твердого стока вниз по течению реки. Наиболее достоверными можно считать параметры твердого стока в створе Ходжагар. По остальным створам эти параметры весьма приближенны.

К бассейну р. Кокча может быть применена формула для определения модуля твердого стока для 23-го эрозионного района [56]

$$M_S = aM_0 - bH + cF + d, \qquad (8.2)$$

Таблица 8.2

Характеристики твердого стока в бассейне р. Кокча

Река—пост	P_S кг/с	M_S т/(год·км^2)	ρ кг/м^3	M_0 л/(с·км^2)
Кокча — Джурм	126	518	1,65	10,0
Кокча — Кешем	388	730	2,30	10,0
Кокча — Ходжагар	561	916	2,83	9,65
Вардудж — Бахарак	61,4	578	1,60	10,7
Вардудж — Шашпуль	89,2	627	1,70	11,7
Кешем — Кешем	40,8	600	1,90	10,0

где M_S — т/(год·км²); M_0 — л/(с·км²); H — средняя высота водосбора, м; F — площадь водосбора, км².

Коэффициенты a и b можно принять по значениям, установленным для 23-го района СССР (a=9,6; b=0,2), тогда c=0,0185 и d=1020. Рассчитанные значения M_S по формуле (8.2) для р. Кокча (в сравнении с M_S, полученными по данным наблюдений) приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Сравнение рассчитанных значений M_S с данными натурных наблюдений

Река — пост	H м	M_S по (8.2)	По данным наблюдений	Отклонение, %
Кокча — Ходжагар	2890	920	916	+0,4
Кокча — Кешем	3000	826	730	+12,8
Кокча — Джурм	3400	573	518	+10
Вардудж — Шашпуль	3200	575	627	—8

Характеристика района 23 как района с горными хребтами, сложенными древними осадочными и изверженными породами с окаймляющими их предгорными наклонными зонами, сложенными лессовидными отложениями при легко размываемых сероземных почвах, соответствует почвенно-орографическому описанию бассейна р. Кокча.

Формула (8.2) точно описывает наблюдающуюся тенденцию в изменении величины M_S на многих реках — увеличение вниз по течению реки.

Очень мало наблюдений за твердым стоком по р. Кундуз. На самой р. Кундуз наиболее достоверны характеристики твердого стока по створам Гердаб и Пули-Хумри и на основном правом притоке р. Ханабад — Пули-Чуга (табл. 8.4).

Таблица 8.4

Характеристики твердого стока рек бассейна р. Кундуз

Река—пост	ρ кг/м³	P_S кг/с	M_S т/(год·км²)	M_0 л/(с·км²)
Кундуз — Кулух-Тепе	2,17	241	205	3,0
Кундуз — Гердаб	2,57	175	241	2,97
Кундуз — Пули-Хумри	2,00	132	239	3,80
Ханабад — Пули-Чуга	1,70	114	370	6,90
Андараб — Доши	1,50	53	456	9,60

Наблюдениями с 1967 по 1978 г. подтверждена замеченная В. Л. Шульцем закономерность о значительном уменьшении модуля твердого стока с востока на запад в основном из-за умень-

шения водности рек. Определенный по данным 1965—1966 гг. расход наносов р. Кундуз в створе Гердаб в 204 кг/с [57, 72] завышен по сравнению со средними многолетними значениями, так как расходы воды и мутности в этом створе в эти годы выше средних многолетних (за 1965—1966 гг. Q=74,7 м^3/с, средний многолетний средний годовой расход за 26 лет Q=68 м^3/с).

Наблюдений за твердым стоком в створе Кулух-Тепа и на р. Андараб не было, поэтому характеристики по створу Кулух-Тепа приняты по створам Гердаб и Пули-Чуга с учетом доли жидкого стока собственно р. Кундуз по створу Чардара и р. Ханабад по створу Пули-Чуга, а по створу Доши на р. Андараб — по аналогии с верховьями рек Кокча и Кешем с учетом падения мутности.

Для малых рек бассейна р. Кундуз определение модуля твердого стока возможно по формуле (8.2) при следующих значениях коэффициентов a=33,2; b=0,0405; c=0,75·10^{-3}; d=270.

Уменьшение мутности по створу Кулух-Тепа объясняется осветляющим влиянием стока р. Ханабад, мутность которой меньше, чем у р. Кундуз. Суммарный твердый сток по створу Кулух-Тепе меньше, чем в сумме по створам Гердаб и Пули-Чуга, в связи с уменьшением жидкого стока в устьевой части р. Кундуз из-за разбора воды на орошение.

Мутность воды на реках северо-восточного района колеблется в значительных пределах, но пиковые значения мутности не так часты, как на реках юго-запада, хотя и велики. 17 июля 1964 г. на р. Кокче была зарегистрирована мутность 148 кг/м^3, а при небольшом подъеме уровня реки, вызванного дождем 17 апреля 1966 г., наблюдалась мутность 80 кг/м^3. Наибольшая наблюдавшаяся мутность зарегистрирована 28 апреля 1967 г. в размере 290 кг/м^3, но такие скачки мутности редки. Далеко не всегда большому расходу соответствует большая мутность. Так, 28 июля 1978 г. при расходе воды в створе Кешем на р. Кокча 850 м^3/с мутность составляла всего 3 кг/м^3. При расходах порядка 20—60 м^3/с мутность обычно составляла от 40 до 300 г/м^3.

В. Л. Шульц [72] отмечает, что нарастание мутности воды р. Кокча значительно опережает нарастание расходов воды (например, максимальная мутность в 1965—1966 гг. имела место в апреле, а наибольшие расходы воды — в июне — июле). В последующие годы пики мутности наблюдались и в месяцы максимальных расходов при наложении дождевых паводков.

Аналогичные внезапные повышения мутности после выпадения дождя на общем фоне постепенного увеличения расходов в начале половодья наблюдаются и на реках бассейна р. Кундуз, но менее выражены. Так, на р. Ханабад (Талукан) в 1967 г. пик половодья приходился на июнь, а максимальная мутность (ρ=6,2 кг/м^3) наблюдалась 9 мая.

В 1957 г. максимальный водный сток в створе Пули-Хумри приходился, как и всегда на р. Кундуз, на июнь, а максимальные декадные мутности были в третью декаду мая (5,3 кг/м^3) и во

вторую декаду июня (11 кг/м³), причем уже в третью декаду июля мутность составляла всего 0,2 кг/м³.

В зимний период на р. Кундуз в течение месяца мутность может меняться в 5—6 раз (от 16 до 90 г/м³), а в целом достаточно стабильна и колеблется вокруг средней величины 50—55 г/м³.

Основной объем наносов проходит на всех реках в бассейнах рек Кокча и Кундуз с апреля по июль включительно (табл. 8.5).

Таблица 8.5

Объем и распределение твердого стока на реках Кокча и Кундуз

Река—пост	Объем годового стока, млн. т	Сток IV—VI в % от годового	То же по В. Л. Шульцу
Кокча — Ходжа-Гар	17,7	84	82,4
Кокча — Кешем	12,2	82	—
Кокча — Джурм	4,0	88	—
Вардудж — Шашпуль	2,8	93,6	—
Кундуз — Кулух-Тепе	7,6	87	—
Кундуз — Гердаб	5,5	92,6	95,2
Кундуз — Пули-Хумри	4,16	97,6	—
Ханабад — Пули Чуга	3,6	82	—

Условия формирования твердого стока р. Ханабад ближе к условиям формирования твердого стока в бассейне р. Кокча, что еще раз подтверждается и совпадением объема стока наносов в период половодья с соотношениями, характерными для р. Кокча.

Северо-западная зона. Водосборные площади рек зоны находятся в различных почвенных, орографических и геологических условиях, что предопределяет различные характеристики их твердого стока.

На реках этой зоны сравнительно много наблюдений за твердым стоком, хотя все наблюдения носили несистематический и нежегодный характер.

Реки здесь характеризуются очень малой удельной водоносностью, поэтому при большой мутности расход наносов и модули твердого стока рек малы (табл. 8.6).

На притоках северо-западных рек наблюдений за стоком наносов не было. Только по рекам Кушк и Кашан, притокам р. Мургаб, имелись наблюдения на территории СССР. Средний многолетний расход р. Кушк по створу Палач-Пая составляет 120 кг/с (модуль стока наносов свыше 700 т/(год·км²)). Модуль стока р. Каштан около 550 т/(год·км²).

Уменьшение модуля твердого стока вниз по течению рек Сари-Пуль, Ширинтагао и нижней части р. Мургаб (у границы с СССР) вызывается значительным уменьшением жидкого стока этих рек в связи с разбором воды на орошение уже в период весеннего половодья — в периоды максимальной мутности и максимального стока наносов.

Таблица 8.6

Характеристики твердого стока рек северо-западной зоны

Река—пост	ρ кг/м³	P_S кг/с	M_S т/(год·км²)		M_0 л/(с·км²)
			по автору	по Шульцу	
Хульм — Сайяд	3,36	6,83	26,3	26,0	0,25
Балх — Робат-и-Бала	12,33	116,1	203,0	140	2,76
Сари-Пуль — Азиабад	3,18	25,5	122,0	78	1,15
Ширинтагао — Хиштпуль	3,70	16,8	161,5	—	1,39
Ширинтагао — Пата-Баба	8,85	36,1	96,7	96	0,35
Мургаб * — Баламургаб	3,57	191,5	294	257	2,62

* По расходу наносов 210 кг/с по посту Тахта-Базар (после впадения р. Қашан) за 27 лет наблюдений.

Мутность стока в период дождей (март — май) на реках северо-западной зоны весьма высокая. В. Л. Шульц [72] только по данным 1965—1966 гг. отмечал, что мутность воды р. Хульм превышает мутность всех рек зоны. В 1965 г. средняя мутность воды в мае составляла 16,5 кг/м³. Наблюдения в последующие годы подтверждают этот вывод. В 1969 г. средняя мутность воды в мае составляла около 20 кг/м³. Пиковые мутности не столь велики. 10 мая 1969 г. при расходе воды $Q=27{,}2$ м³/с мутность была 79,6 кг/м³, а 6 апреля 1977 г. при расходе воды всего в 2 м³/с мутность 145,6 кг/м³.

На фоне большой средней мутности значительные пики, и довольно частые, наблюдаются на р. Ширинтагао. Так, у поста Хиштпуль 17 мая 1969 г. при расходе воды 9,4 м³/с мутность 107,8 кг/м³, 26 апреля 1976 г. $Q=29{,}7$ м³/с, $\rho=76{,}5$ кг/м³, 10 апреля 1977 г. $Q=58{,}9$ м³/с, $\rho=103{,}5$ кг/м³.

Средние мутности в паводочный период и пиковые мутности на реках Балх и Мургаб не столь велики. Средняя суточная мутность на р. Балх 28 апреля 1967 г. была 6 кг/м³, 11 апреля 1969 г.— 16,6 кг/м³, а 20 апреля 1973 г.— 7,1 кг/м³.

Мутность р. Мургаб в створе Баламургаб 19 апреля 1976 г. при $Q=137$ м³/с $\rho=9{,}6$ кг/м³, максимальная мутность в Сеин-Али (на территории СССР) 5 мая 1972 г. составляла 140 кг/м³.

Сравнительно большая мутность при бытовых расходах воды не только в паводочный период; относительно большие расходы воды обусловили больший, чем у других рек зоны, расход и модуль стока наносов рек Балх и Мургаб (табл. 8.7).

Как видно из табл. 8.7, р. Хульм отличается от всех рек зоны более равномерным распределением твердого стока в течение года. Это объясняется более равномерным водным стоком и тем, что даже в периоды отсутствия дождей формирование стока наносов в условиях легко размываемых лёссовых грунтов предопределяет

Таблица 8.7

Объем и распределение твердого стока по рекам северо-западной зоны

Река—пост	Объем годового стока, млн. т	Период максимального стока	Сток в паводочный период в %	
			общий	1965—1966 гг.
Хульм — Сайяд	0,215	III—V	58	81,7
Балх — Робат-и-Бала	3,66	III—VII	91,7	97,8
Сари-Пуль — Азиабад	0,85	II—VI	78,0	89,0
Ширинтагао — Хишт-пуль	0,53	II—V	75,0	—
Ширинтагао — Пата-Баба	1,14	II—V	87,0	93,3
Мургаб — Баламургаб	6,03	III—VII	97,0	—

большую концентрацию наносов при бытовых расходах. Так, 3 ноября 1967 г. Q=1,68 м³/с, ρ=0,81 кг/м³, 14 сентября 1968 г. Q=1,85 м³/с, ρ=0,709 кг/м³.

8.3. Наносы рек юго-западной и южной части РА

Бассейн р. Герируд. В отчете комиссии ФАО [90] по исследованиям советских гидрологов в четырех пунктах в бассейне Герируд приведены характеристики твердого стока, величины которых сильно завышены, так как определялись по эпизодическим большим мутностям в годы наблюдений (1962—1963 гг.). Так, по Тагаб-Газа в апреле 1963 г. при среднем месячном расходе 61,5 м³/с мутность принималась 4 кг/м³ (P_S=246 кг/с), а в мае этого же года при Q=141 м³/с ρ=5,2 кг/м³ и P_S=733 кг/с. Средняя многолетняя мутность при тех же или больших средних месячных расходах меньше (табл. 8.8).

Пробы наносов отбирались комиссией ФАО в несколько других створах, смещенных по отношению к действующим гидрологическим постам, что видно и по площади водосбора каждого пункта.

Для самой р. Герируд и ее верхних притоков, где разбор воды на орошение в период половодья существенно не сказывается на объеме жидкого стока, для определения модуля твердого стока возможно применение эмпирической формулы, подобной формуле 24-го эрозионного района [56]:

$$M_S = 44M_0 - 0{,}0113F + 105. \qquad (8.3)$$

Изменения мутности, как и везде по Афганистану, приурочены к выпадению дождей, но в общем в период половодья мутность достаточно высока. На рис. 8.2 приведен гидрограф суточных расходов и график изменения мутности в створе Пули-Пуштун

с 17 апреля по 25 мая 1963 г. Средняя мутность за этот период высока (ρ=5,68 кг/м³) и на фоне этой общей высокой мутности за месяц имели место четыре скачка дождевого характера — 18 и 29 апреля и 13 и 19 мая (соответственно 20,5; 17,0; 16,5 и 15,0 кг/м³).

Если, как правило, большому изменению расхода воды соответствует большое изменение мутности, то из приведенного примера (рис. 8.2) видно, что в некоторых случаях большая мутность наблюдается при незначительных увеличениях расходов воды (например, 18 и 29 апреля).

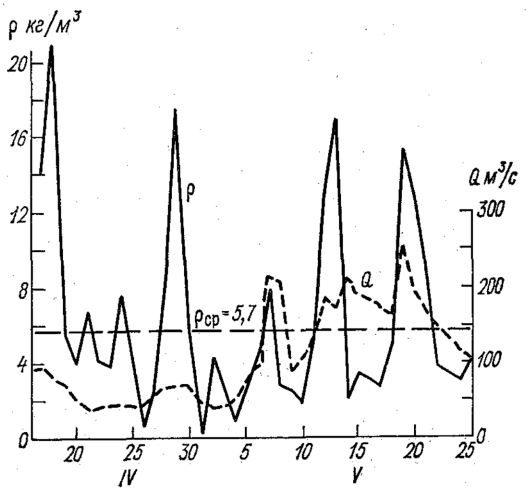


Рис. 8.2. Колебания мутности и расходов воды в период половодья. Апрель—май 1963 г., р. Герируд — Пули-Пуштун.

Таблица 8.8

Характеристики твердого стока в бассейне р. Герируд

Река—пост	ρ кг/м³	P_S кг/с	M_S т/(год·км²)	M_0 л/(с·км²)
Герируд — Чагчаран	1,60	53,6	277,5	5,50
Герируд — Тагаб-Газа	2,30	96,0	254,0	3,48
Герируд — Рабати-Ахунд	2,40	116,4	170	2,24
Герируд — Пули-Пуштун	3,26	114,0	137,7	1,36
Ковган — Лонгар	2,13	16,6	70,0	1,04
По рекомендациям ФАО				
Герируд — Ассарасум (F=7430 км²)	2,60	72,9	310	
Герируд — Тагаб-Газа	3,0	98,3	265	
Герируд — Марва (F=22 тыс. км²)	3,9	142,7	200	
Ковган — Танги-Шах (F=7200 км²)	7,5	41,2	180	

Такие большие скачки мутности при небольших изменениях расходов, как правило, наблюдаются при первых весенних дождях в начале паводочного периода и обусловлены первичным смывом эрозионных частиц, в том числе эолового происхождения. Такие пики также возможны при промывке каналов оросительной сети.

В 1976 г. при значительно больших расходах воды средняя мутность за такой же период была меньше и пики мутности менее значительны.

Большие скачки мутности из-за очистки оросительной сети могут наблюдаться на р. Герируд в зонах с большими прирусловыми массивами орошения (от Рабати-Ахунд до Тирпуля). Выше Рабати-Ахунд орошаемые площади существенно не влияют на режим наносов.

В Тагаб-Газа в период половодья маловодного 1963 года и многоводного 1976 года наблюдались следующие характеристики мутности:

1963 г. с 13 апреля по 23 мая $Q_{ср}$=118,5 м³/с, $\rho_{ср}$=2,4 кг/м³, $\rho_{макс}$=8,5 кг/м³, $\rho_{мин}$=0,18 кг/м³;

1976 г. с 5 апреля по 21 мая $Q_{ср}$=251 м³/с, $\rho_{ср}$=2,0 кг/м³, $\rho_{макс}$=5,0 кг/м³, $\rho_{мин}$=0,15 кг/м³.

Мутность возрастает вниз по течению реки. Мутность притоков, особенно р. Ковган, немного ниже, чем основной реки. В период половодья мутность воды р. Ковган резко повышается. Например, в 1976 г. при расходе воды Q=81,4 м³/с концентрация наносов в створе Лонгар была 8,5 кг/м³. Сравнительно большой твердый сток имеет место в многоводные годы. Наибольшая мутность (к сожалению, по визуальным наблюдениям) наблюдалась в 1951, 1969 и 1975 гг. В эти годы в створе Лонгар отмечались и максимальные расходы соответственно 220, 290 и 240 м³/с.

Наблюдений за стоком наносов правых притоков р. Герируд не было, за исключением двух разовых замеров мутности на р. Сенджаб в самых верховьях (Хушробат) 17 марта и 1 мая 1972 г. При этом зарегистрирована сравнительно большая мутность при очень малых расходах воды: при Q=1,34 м³/с ρ=1,59 кг/м³ и при Q=0,21 кг/м³ ρ=1,2 кг/м³.

Юго-западные реки. Бассейны рек Адраскан, Фарахруд и Хашруд характеризуются почти полным отсутствием растительности, большим слоем пыли, накапливаемой в течение года в длительный сухой и ветренный период и легко смываемой даже слабыми дождями. Этим объясняется сравнительно высокая среднегодовая концентрация наносов, которая комиссией ФАО определена для р. Фарахруд в 3,0 кг/м³.

В трех створах на р. Фарахруд комиссией ФАО определены следующие характеристики твердого стока (табл. 8.9), близкие к полученным позднее по более длительным наблюдениям.

На р. Фарахруд в створе Петч-Танги наблюдения велись с 1967 по 1978 г. не систематически, тем не менее они позволяют сделать вывод о том, что бассейн, расположенный выше соседних бассей-

Таблица 8.9

Характеристики твердого стока юго-западных рек

Река—пост	ρ кг/м³	P_S кг/с	M_S т/(год·км²)	M_0 л/(с·км²)
Адраскан — Адраскан	4,1	26,0	416	3,22
Фарахруд — Петч-Танги	3,0	140,0	230	2,43
Фарахруд — Даулата-бад	3,3	158,8	222	2,14
Мальманд — Шавалат	3,0	12,0	270	2,86
Хашруд — Диларам	3,0	62,0	350	2,79
По данным комиссии ФАО				
Лашкаргах — Лашкаргах (F=15,3 тыс. км²)	—	189,2	390	—
Фарахруд — Аликинаи (F=18,3 тыс. км²)	—	145,0	250	—
Фарахруд — Бакшабад (F=19,4 тыс. км²)	3,2	147,6	240	—

нов рек Адраскан и Хашруд, имеет характеристики твердого стока, близкие к верхней части р. Герируд по модулю стока, но с большей мутностью.

Особенности почвенного покрова, сильная эрозия поверхности и особенности формирования твердого стока только в дождевые паводки в весенний период обусловливают для рек юго-западной зоны большие скачки мутности. Так, например, на р. Адраскан 12 апреля 1963 г. при расходе Q=4,8 м³/с мутность составила 80,2 кг/м³, а 16 апреля при Q=48,8 м³/с ρ=96,4 кг/м³. Средняя мутность р. Адраскан в апреле 1963 г. ρ=15,7 кг/м³. Река Адраскан — наиболее мутная река на всей территории Афганистана (после р. Ширинтагао) в периоды половодья.

Довольно большие скачки мутности имеют место на р. Фарахруд. Так, 6 мая 1963 г. мутность достигала 40 кг/м³ (рис. 8.3). В 1968 г. 16 апреля при расходе 370 м³/с мутность воды в реке 29,6 кг/м³, 29 апреля ρ=20,5 кг/м³, в мае этого же года мутность свыше 10 кг/м³. Редко затрагивающие эту зону муссонные дожди также вызывают повышение мутности. Так, 24, 25 и 26 июля 1976 г. при расходе в реке 22—25 м³/с мутность была свыше 10 кг/м³. В другие месяцы бытовая мутность порядка 0,10—0,20 кг/м³. В Петч-Танги при расходе Q=645 м³/с мутность ρ=29,6 кг/м³.

Измеренные наибольшие значения мутности на р. Хашруд в 1968—1978 гг. при несистематических наблюдениях составляли всего 5,5—6,0 кг/м³, но средняя мутность очень велика.

Распределение твердого стока рек юго-западной зоны и р. Герируд по месяцам очень четкое — более 90 % твердого стока падает только на период весеннего половодья (табл. 8.10).

Вниз по течению р. Геріруд, а по рекам юго-западной зоны — с северо-востока на юго-запад — уменьшается доля майского, а затем и апрельского стока и увеличивается доля февральского и мартовского. Для реки Хашруд, например, твердый сток в феврале больше стока мая, а максимум устойчиво перемещается на март.

Бассейны рек Гильменд и Газни. Притоки р. Гильменд находятся в различных климатических зонах, с разными почвами и характеристиками рельефа, поэтому и характеристики твердого стока весьма различны. Общим является то, что мутность рек

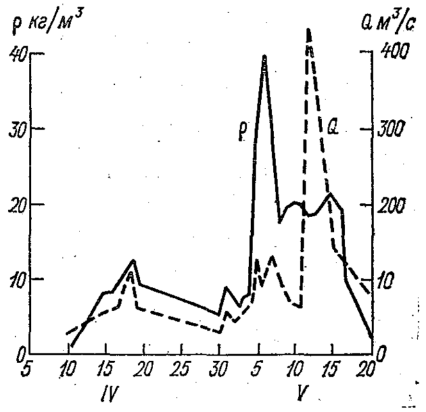


Рис. 8.3. Изменение мутности ρ и расхода воды в апреле—мае 1963 г., р. Фарахруд — Даулатабад.

в бассейне ниже мутности рек северного Афганистана и рек юго-западной зоны.

Очень малая средняя мутность воды наблюдается в левом притоке р. Гильменд — р. Тирин. Например, в апреле — месяце наибольших расходов — средняя концентрация наносов за 29 дней наблюдений в разные годы составила всего лишь 0,72 кг/м³, сред-

Таблица 8.10

Объем и распределение твердого стока рек юго-западной зоны и р. Геріруд

Река—пост	Объем твердого стока, млн. т	Период максимального стока	Сток за период, % от годового	Месяц с наибольшим стоком
Геріруд — Тагаб-Газа	2,46	IV—VI	98	Май
Геріруд — Рабати-Ахунд	3,20	III—V	90	Апрель — май
Геріруд — Пули-Пуштун	3,60	III—V	94	Апрель — май
Ковган — Лонгар	0,44	III—V	86	Апрель
Адраскан — Адраскан	0,64	III—V	94	Март—апрель
Фарахруд — Петч-Танги	3,78	II—V	97	Март—апрель
Фарахруд — Даулатабад	4,41	II—V	97	Март—апрель
Мальманд — Шавалат	0,26	II—V	96	Март—апрель
Хашруд — Диларам	0,98	II—V	94	Март

няя мутность в летние месяцы 0,2—0,25 кг/м³. Так как наблюдения носили эпизодический характер, то возможна значительно большая мутность в отдельные дни апреля и в особенности в марте. Проведенные расчеты позволили установить расчетное значение средней мутности (табл. 8.11) несколько выше наблюденной, тем не менее она меньше, чем соседних рек.

Таблица 8.11

Характеристики твердого стока рек бассейна р. Гильменд

Река—пост	ρ кг/м³	P_S кг/с	M_S т/(год·км²)	M_0 л/(с·км²)
Гильменд — Гардандеваль *	1,30	5,50	284	7,04
Гильмент — Гизаб *	1,50	172	262	5,54
Гильменд — Дехраут	1,65	295	251	4,84
Гильменд — Чорбурджак	1,45	275	63,4	1,34
Гильменд — ниже Каджакай **	0,40	76,4	51,0	4,10
Тирин — Анарджой	0,80	12,9	50,9	2,01
Тирин — Тирин *	0,70	8,75	75,0	3,40
Мусакала — Мусакала *	1,80	17,2	87,8	1,55
Кадж — Яхдан	1,62	68,0	185	3,62
Пенджаб — устье *	1,40	20,4	262	5,96
Мархана — устье *	1,20	10,5	290	8,08
Амристан — устье *	1,50	19,6	190	4,0
Хурдак — устье *	1,60	30,4	201	4,0
Аргандаб — Санги-Маша	1,60	13,5	197	3,9
Аргандаб — выше вдхр	1,80	73,0	200	3,54
Аргандаб — Кала-и-Бост **	0,50	13,1	7,8	0,5
Тарнак — Шахджой	1,70	2,26	22,7	0,42

* Все характеристики твердого стока приняты по характеристикам ближайших рек с учетом общих закономерностей их изменения.

** Осветление воды водохранилищами Аргандаб и Каджакай принято в размере 75 % от мутности выше водохранилища.

На реках бассейна р. Аргандаб в некоторые годы имеют место июльско-августовские муссонные дожди — кратковременные, но большой интенсивности. Такие дожди выпадают в знойный ветреный период на сухую землю. Общий сток от них крайне незначителен, но мгновенные расходы превышают расходы весеннего снего-дождевого паводка, поэтому вынос наносов такими спорадическими потоками велик по интенсивности, но мал по объему.

Некоторые весенние дожди также создают условия для большого и более продолжительного выноса частиц. Так, 12 апреля 1969 г. на р. Тарнак при расходе воды 3 м³/с концентрация наносов была 16,8 кг/м³.

Больших концентраций мутности на реках бассейна р. Гильменд не наблюдалось, но связь между расходами воды и концентрацией расходов наносов прослеживается довольно хорошо. В многоводном 1969 г. по посту Дехраут на р. Гильменд макси-

мальная мутность 9,55 кг/м³ наблюдалась при расходе воды 1441 м³/с, а в марте 1972 г. при расходах 558 и 810 м³/с мутность была 10,6 кг/м³, но таких больших скачков мутности, какие имеют место на реках других бассейнов, нет (рис. 8.4).

Эрозионные процессы на р. Гильменд ниже водохранилища Каджакай значительны (учитывая сравнительно малый объем твердого стока р. Аргандаб из-за водохранилища Аргандаб), что подтверждается нарастанием средней мутности от поста Каджакаи до поста Чорбурджак более чем на 1 кг/м³.

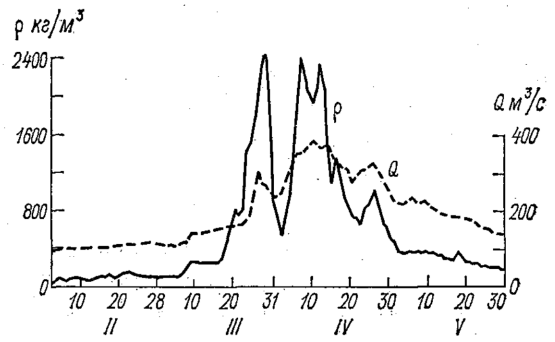


Рис. 8.4. Колебания мутности ρ и гидрограф стока на р. Гильменд — Дехраут, февраль—май 1970 г.

Распределение стока наносов в течение года соответствует распределению жидкого стока с большим объемом твердого стока в месяцы половодья (табл. 8.12).

Таблица 8.12

Объем и распределение твердого стока рек бассейна р. Гильменд

Река—пост	Объем твердого стока, млн. т	Период максимального стока	Сток за период, % от годового	Месяц с наибольшим стоком
Гильменд — Дехраут	9,3	III—V	90,6	Апрель
Гильменд — Чорбурджак	8,9	III—VI	81,5	Май
Тирин — Анарджой	0,4	III—V	67,0	Апрель
Кадж — Яхдан	2,1	III—V	84,7	Апрель
Аргандаб — выше вдхр	2,3	III—V	86,5	Апрель
Тарнак — Шахджой	0,07	I—IV	81,7	Март

Аномальная сдвижка максимума твердого стока в створе Чорбурджак на май и расширение периода стока до июня включительно объясняется регулирующим попуском из водохранилищ Каджаки и Аргандаб.

Для верхней части бассейна р. Гильменд, выше устьев рек Мусакала и Тарнак, модуль стока наносов может быть определен по формуле

$$M_S = 32M_0 + 1 \cdot 10^{-3}F + 60. \qquad (8.4)$$

Реки Газнийского плато. Наиболее полные данные по наносам за полный 1957 г. получены в створе Сарде на р. Джилга в связи со строительством мелиоративного комплекса.

1957 — многоводный год и полученные данные не характеризуют сток наносов р. Джилга — основного притока р. Газни — в многолетнем разрезе. Пробы мутности, взятые в 1965 г. ниже плотины Сарде, показали значительное осветление воды водохранилищем, поэтому для сопоставления с данными 1957 г. была взята серия проб выше водохранилища Сарде на р. Палту и в створе Шуркача на р. Джилга.

Так как 1965 г. тоже многоводный, то твердый сток по 1965 г. также больше среднего многолетнего (средний годовой расход воды р. Джилга в 1957 г. 2,34 м³/с, в 1965 г.— 2,19 м³/с, средний многолетний — 1,05 м³/с).

Средняя многолетняя мутность рек Газнийского плато невелика из-за крайне малой их водности (табл. 8.13).

Таблица 8.13

Характеристики твердого стока рек Газнийского плато

Река—пост	ρ кг/м³	P_S кг/с	Модуль M_S т/(год·км²)	Модуль M_0 л/(с·км²)
Газни — Шина	1,74	5,25	14,2	0,26
Газни — Наубурджа	1,57	4,07	90,0	1,82
Сараб — выше Серадж	1,00	1,05	45,0	1,44
Джилга — Мечалгу	0,50	0,34	165	0,69
Джилга — Сарде	0,72	0,76	22,5	0,98
Палту — выше Сарде	1,80	1,02	40,0	0,68
Парк — Парк-Дешт	0,55	0,22	26,7	1,54
Нахар — устье	0,80	1,98	21,4	0,85

Малая мутность воды в приустьевом створе Шина в большой степени объясняется влиянием водохранилища Сарде.

По данным ФАО (по 1957 и 1965 гг.), в створе Сарде средняя мутность составляет 2,28 кг/м³ при среднем годовом расходе воды 2,27 м³/с (без учета осветляющего воздействия водохранилища). По данным 1970—1975 гг. с учетом влияния водохранилища ниже Сарде расход наносов определен в 0,6 кг/с.

Средняя мутность р. Нахар комиссией ФАО определена свыше 4 кг/м³ при модуле твердого стока 140 т/(год·км²). Учитывая полученные по другим постам значения, следует считать данные ФАО сильно завышенными.

Для рек на Газнийском плато характерно отсутствие значительных скачков мутности. Ввиду выпадения в отдельные годы муссонных дождей в июле — августе незначительный объем твердого стока приходится и на эти месяцы.

В мае период очень небольшого половодья кончается и практически в июне, сентябре, октябре, ноябре и декабре жидкий сток

или отсутствует или очень мал, а твердый сток отсутствует. Из-за муссонных дождей сток наносов растянут на 6—7 месяцев (табл. 8.14).

Таблица 8.14

Объем и распределение твердого стока рек Газнийского плато

Река—пост	Объем твердого стока, млн. т	Период максимального стока	Сток за период, % от годового	Месяц с наибольшим стоком
Газни — Шина	0,083	XII—VII	87,4	Март — апрель
Джилга — Сарде	0,024	III—VII	92,0	Март — апрель
Палту — выше Сарде	0,032	III—VIII	92,0	Март — апрель
Нахар — устье	0,06	—	—	—

В указанном в табл. 8.14 периоде максимального стока исключаются для пункта Шина и Сарде — июнь, а для р. Палту — май и июнь.

Средняя мутность в период весеннего снеготаяния невысока. Наблюдаемая мутность за 12 эпизодическх наблюдений с 1968 по 1978 г. у поста Шина составила всего 0,54 кг/м³ (в марте мутность выше), но и мутность в месяцы с минимальным жидким стоком достаточно высока. За такие месяцы получена мутность ρ=0,37 кг/м³, но малый жидкий сток в эти месяцы предопределяет весьма малый объем твердого стока.

Модуль твердого стока рек Газнийского плато и выше устья р. Джилга может быть ориентировочно определен по формуле

$$M_S = 16{,}8M_0 + 0{,}043F - 10. \qquad (8.5)$$

8.4. Наносы рек бассейна р. Инд

Реки Пактики (Куррам, Шомаль Гомаль). Особенности рельефа, почвенный покров и растительность в бассейнах рек Пактики обусловливают относительно низкий вынос частиц с водосборной площади.

С севера на юг наблюдается снижение модуля твердого стока. Ограниченное количество наблюдений не позволило получить полностью обоснованные значения характеристик, но в первом приближении они приемлемы.

В ряде важных пунктов, таких как Торатига на р. Шомаль, полностью бассейн р. Гомаль, наблюдений не было, поэтому характеристики по ним приводятся по аналогии с соседними реками (табл. 8.15).

Имеющиеся данные наблюдений, которые велись эпизодически, но в течение нескольких лет, свидетельствуют об отсутствии сильных колебаний мутности. Средняя мутность в апреле за период наблюдений в Пули-Бангах на р. Куррам была около 1,3 кг/м³,

Таблица 8.15

Характеристики твердого стока рек Пактии

Река—пост	ρ кг/м³	P_S кг/с	M_S т/(год·км²)	M_0 л/(с·км²)
Куррам — Ахмадхель	1,00	3,56	154	4,88
Куррам — Чамкани	1,09	4,21	100	2,90
Куррам — Пули-Бангах	1,20	5,95	98	2,57
Шомаль — Доманди	1,50	3,50	147	3,07
Шомаль — Торатига	1,8	7,02	52	0,92
Матун — Матун	0,8	0,62	58	2,29
Спера — Спера	1,90	2,40	70	1,18
Гомаль — по границе	1,80	6,93	28	0,50

наибольшая — 2 кг/м³, наименьшая — 0,75 кг/м³, а в мае при средней мутности около 3 кг/м³ наибольшая мутность 7,16 кг/м³, наименьшая 0,17 кг/м³.

Благодаря более интенсивному растительному покрову по сравнению с другими районами Афганистана период половодья растянут до июня. В июле — августе в некоторые годы выпадают небольшие дожди муссонного характера, поэтому твердый сток, как и жидкий, более равномерно распределяется в течение года, особенно на реках Куррам и Шомаль.

Основной объем твердого стока проходит с февраля по август с максимумом в апреле — мае, иногда при июньских дождях — в июне. За этот период (6—7 месяцев) проходит до 97 % общего объема твердого стока.

Средний объем годового стока наносов р. Куррам в створе Пули-Бангах — 0,187 млн. т, р. Шомаль в створе Торатига — 0,22 млн. т.

Модуль твердого стока для рек Пактики с достаточной степенью точности может быть определен по формуле

$$M_S = 22{,}2M_0 - 4{,}1 \cdot 10^{-3}F + 49. \qquad (8.6)$$

Реки бассейна р. Кабул. Как и жидкий сток, твердый сток верховьев р. Кабул и ее правых притоков по объему и характеристикам отличается от твердого стока левых притоков, стекающих с отрогов Гиндукуша.

В отчете комиссии ФАО имевшиеся к тому времени данные за разные годы (с 1957 по 1965 г.) обработаны для некоторых створов, причем отмечается их недостаточная достоверность.

Средняя мутность р. Кабул в створе Наглу приблизительно оценивается комиссией ФАО в 1,7 кг/м³ (по 1957 г.), В. Л. Шульцем — в 1,6 кг/м³, а по створу Сароби — в 1959 г. 3,7 кг/м³ и в 1960 г. 5,2 кг/м³.

Среднегодовая концентрация наносов для верхней части бассейна р. Кабул и для р. Логар принята комиссией ФАО 2,5 кг/м³, для рек Горбанд и Панджшир — 2,0 кг/м³, а для нижней части

р. Кабул и р. Кунар — 1,5 кг/м³. Уменьшение концентрации для Панджшира, Кунара и нижней части р. Кабул объясняется снеголедниковым питанием этих рек (хотя, как мы видели по бассейну р. Кокча с таким же питанием, мутность рек с ледниково-снеговым питанием может быть значительной).

При таких концентрациях наносов получены следующие характеристики твердого стока по узловым пунктам бассейна (табл. 8.16).

Необходимо отметить, что принятые в расчетах комиссии ФАО и приведенные в табл. 8.16 площади водосборов по некоторым пунктам отличаются от определенных позднее средствами аэрофотосъемки и принятых в настоящей работе. Последующие наблюдения показывают, что принятая комиссией ФАО мутность и приведенные в табл. 8.16 характеристики завышены.

Таблица 8.16

Характеристики твердого стока рек бассейна р. Кабул по предложению комиссии ФАО

Река—пост	Принятая площадь водосбора, км²	Годовой сток, млн. т	Модуль твердого стока т/(год·км²)
Кабул — Танги-Гару	14 400	1,96	140
Кабул — Танги-Сайдан	1 900	0,53	280
Кабул — Наглу	30 000	12,3	410
Кабул — Дака	70 700	34,8	490
Логар — Каджаб	4 720	0,91	190
Логар — Санги-Новешта	11 200	1,57	140
Горбанд — Пули-Ашава	4 440	1,87	420
Панджшир — Гульбахар	5 610	4,33	770

Сток наносов средних по водности и маловодных лет весьма отличается от стока наносов рек бассейна Кабул в многоводные годы. В табл. 8.17 приводятся характеристики стока, полученные по данным наблюдений с 1957 по 1978 г., наблюдений несистематических, но позволивших оценить твердый сток в паводочный период как многоводных, так и средних по водности и маловодных лет. Полученные характеристики значительно меньше по величине, практически нет разницы между мутностями левобережных и правобережных притоков р. Кабул. Модули твердого стока рек левобережья значительно больше модулей правобережных рек, причем только за счет большей их водности.

Средняя многолетняя концентрация наносов в верховьях правобережных и левобережных рек примерно одинакова — 0,6—0,7 кг/м³, но нарастание мутности вниз по течению в верховьях р. Кабул и у его правобережных притоков (до ГЭС Наглу) более интенсивное.

Таблица 8.17

Характеристики твердого стока рек бассейна р. Кабул

Река—пост	F км²	ρ кг/м³	P_S кг/с	M_S т/(год·км²)	M_0 л/(с·км²)
Кабул — Майдан	1 305	0,60	3,40	81,8	4,29
Кабул — Танги-Сайдан	1 620	0,79	3,60	70,0	2,80
Логар — Каджаб	3 780	0,65	5,18	43,0	2,11
Логар — Мейхабад	4 820	0,73	6,42	42,0	1,82
Логар — Санги-Новешта	9 740	1,35	14,3	46,4	1,09
Кабул — Танги-Гару	12 800	1,51	25,1	61,6	1,29
Кабул — Дака	67 400	1,20	846	396	10,5
Панджшир — Омарз	2 240	0,60	21,0	295	15,6
Панджшир — Гульбахар	3 560	0,70	39,2	346	15,7
Панджшир — Шухи	10 800	0,95	96,0	279	9,31
Горбанд — Пули-Ашава	4 020	1,03	24,5	192	5,92
Лагман — Пули-Каргаи	6 160	1,00	61,7	316	10,0
Ландаисин — Гавардеш	3 130	0,80	50,1	525	20,9
Печ — Чагасарай	3 860	0,80	50,1	410	16,2
Кунар — Пули-Кама	26 000	1,05	528	640	10,3
Сурхруд — Султанпур	2 590	2,50	11,5	140	1,78

Сурхруд, Хазарнау и другие реки в нижней части бассейна Кабула, стекающие с отрогов Сулеймановых гор, имеют примерно равную наибольшую для зоны Кабула мутность — около 2,5 кг/м³. В. Л. Шульц [72] отмечает, что наибольшая средняя месячная мутность р. Сурхруд (в мае 1957 г.) достигала 18,1 кг/м³, а наибольшая среднедекадная — 20,8 кг/м³ (среднегодовая мутность в 1957 г. была равна 4,5 кг/м³).

Максимальные значения мутности и наблюдаемые ее колебания невелики по сравнению с реками северо-запада и юга Афганистана. В верховьях р. Кабул максимальная мутность порядка 3,5—4 кг/м³, минимальная — от 1 до 20 г/м³.

Наблюденные пиковые значения мутности левобережных рек достигают всего 3—3,5 кг/м³ (на р. Горбанд — до 5 кг/м³), причем экстремальные уменьшаются с запада на восток по левым притокам и с востока на запад по правым.

Зависимость между мутностью и расходами прослеживается для всех рек бассейна достаточно хорошо (рис. 8.5).

Для всех правобережных притоков и верховьев р. Кабул (до Танги-Гару включительно) период максимума жидкого стока и стока наносов более сжат. Процентное содержание твердого стока в этот период по отношению к общему годовому стоку достаточно высокое.

У левобережных притоков ввиду особенностей снего-ледникового формирования жидкого стока срок прохождения максимального стока наносов растянут и сдвинут на летние месяцы (особенно для р. Кунар, табл. 8.18).

В табл. 8.17 и 8.18 отсутствует пост Наглу, потому что достоверные, не искаженные водохранилищем ГЭС Наглу данные име-

лись лишь за 1957 г. Водохранилище ГЭС Наглу в значительной степени осветляет сток р. Кабул ниже водохранилища. Степень осветления была определена при проектировании ГЭС в зависимости от числа лет эксплуатации в следующих размерах: через 20 лет эксплуатации — 13,5 % от первоначальной мутности, через 40 лет — 25 %, через 60 лет — 33,3 % и через 100 лет — 48 %. Заиление водохранилища и соответственно степень осветления

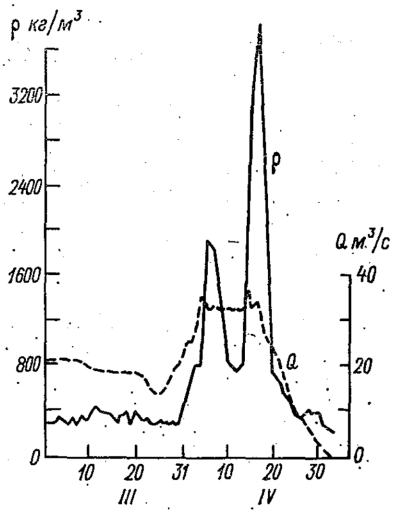


Рис. 8.5. Изменение расходов воды и мутности р. Кабул — Танги-Гару в марте—апреле 1967 г.

Таблица 8.18

Объем годового стока и периоды максимального стока наносов рек бассейна р. Кабул

Река—пост	Годовой сток, млн. т	Период максимального стока	% стока в период	Месяц максимального стока
Кабул — Майдан	0,106	III—V	89,0	Апрель
Кабул — Танги-Сайдан	0,114	III—V	87,3	Апрель
Кабул — Танги-Гару	0,792	I—V	85,3	Апрель
Логар — Шехабад	0,203	III—V	80,6	Апрель
Логар — Каджаб	0,162	III—V	76,0	Апрель—май
Логар — Санги-Новешта	0,45	II—IV	66,0	Апрель
Сурхруд — Султанпур	0,363	IV—VI	93,0	Май
Горбанд — Пули-Ашава	0,77	IV—VII	95,4	Июнь
Панджшир — Омарз	0,66	V—VIII	97,5	Июнь
Панджшир — Гульбахар	1,23	IV—VIII	89,1	Июнь
Лагман — Пули-Каргаи	1,94	III—VIII	97,8	Июнь
Панджшир — Шухи	3,03	III—VIII	89,7	Июнь
Печ — Чагасарай	1,58	IV—VIII	98,5	Июнь—июль
Ландаисин — Гавардеш	1,64	IV—VIII	90,4	Июнь—июль
Кунар — Пули-Кама	16,64	IV—IX	96,8	Июль
Кабул — Дака	26,68	IV—IX	97,0	Июль

воды определены исходя из расчетной мутности ρ=3,0 кг/м³, что, как указывалось выше, завышено.

Отсутствие наблюдений, кроме как в приустьевых створах, на таких многоводных и перспективных реках, как Ландаисин, Печ, Лагман и Горбанд, делает особенно необходимым определение модуля твердого стока по формулам, подобным предложенным для советской Средней Азии.

Для рек Ландаисин, Печ и Лагман применим вид уравнения для 25-го эрозионного района (высокогорная область), но с другими коэффициентами

$$M_S = 19M_0 + 125. \tag{8.7}$$

Необходимо отметить, что формула (8.7) не применима к нижнему течению р. Кунар (на территории РА), поскольку водосбор находится в различных почвенно-географических зонах.

Для р. Горбанд и нижней части р. Панджшир более подходит определение как эрозионного района, расположенного в пустынной, сухой зоне (эрозионный район 24). Расчетная формула с районными коэффициентами

$$M_S = 16M_0 + 0{,}004F + 80. \tag{8.8}$$

8.5. Состав взвешенных наносов

Гранулометрический состав наносов в течение года и в многолетнем разрезе меняется в зависимости от расхода. При больших расходах процентное содержание крупных фракций увеличивается.

В 1967 г. на р. Кокча был произведен отбор проб на мутность в различные периоды года при разных расходах. Гранулометрический состав взвешенных наносов приведен в табл. 8.19. По этим данным получены значения средней крупности частиц и определена зависимость $\bar{d}_{50}=f(Q)$ (рис. 8.6)

$$d_{50} = 1{,}39 \cdot 10^{-3} Q^{2/3}, \tag{8.9}$$

где d_{50} в мм и Q — в м³/с.

Таблица 8.19

Гранулометрический состав наносов р. Кокча при различных расходах воды в апреле и июне 1967 г.

Дата	Расход, м³/с	Мутность, кг/м³	Крупность частиц, мм						
			0,001—0,005	0,005—0,01	0,01—0,05	0,05—0,1	0,1—0,2	0,2—0,5	0,5—1,0
12/IV	70	105	14,0	10,5	40,1	29,4	5,6	0,4	—
28/IV	148	291	12,5	8,5	39,6	31,0	7,2	1,2	—
30/IV	81,4	13,2	15,7	5,8	36,9	26,5	13,3	1,2	0,6
6/VI	228	21	16,0	4,7	31,5	27,5	14,5	4,6	1,2
18/VI	290	4,2	5,0	10,3	20,1	25,2	26,8	12	0,6
30/VI	442	4,7	8,0	2,0	22,4	28,4	24,2	13,4	1,6
Средн.	—	—	11,6	6,9	31,7	28,0	15,3	5,5	1,0

Этой зависимости хорошо удовлетворяют составы наносов в 1967 г. на р. Кокча, на реках Кундуз, Балх и Ширинтагао в 1965 г., на р. Кабул у поста Дарунта в 1957 г.

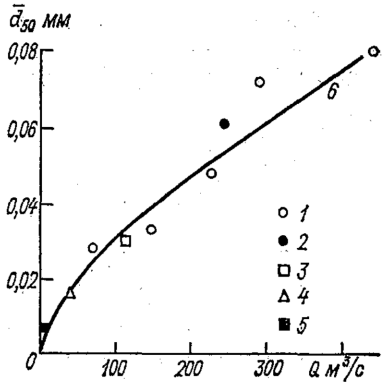


Рис. 8.6. Связь средней крупности d_{50} взвешенных наносов и расхода воды в реках.

1 — р. Кокча, *2* — р. Кабул, *3* — р. Кундуз, *4* — р. Балх, *5* — Ширинтагао, *6* — кривая связи по (8.9).

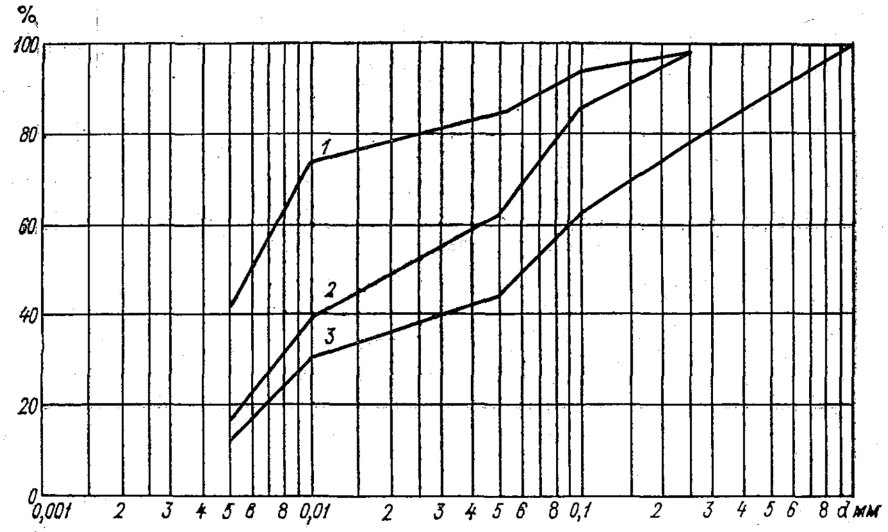


Рис. 8.7. Кривые гранулометрического состава наносов рек, осредненные за год (1957 г.).

1 — р. Джилга, *2* — р. Кундуз, *3* — р. Кабул.

Крупность наносов и по другим фракциям также в большой степени зависит от расхода реки. На рис. 8.7 приведены осредненные кривые гранулометрического состава взвешенных наносов рек Джилга (пост Сарде), Кундуз (пост Пули-Хумри), Кабул (пост Дарунта) за 1957 г. Средние годовые расходы были соответственно равны 2,34; 66,0 и 242 м³/с.

Сезонные колебания крупности связаны с сезонными колебаниями расходов и поэтому достаточно велики. Особенно мелкие фракции как основная составляющая взвешенных наносов содержатся в осенне-зимнем стоке рек. В табл. 8.20 приводятся среднемесячные гранулометрические составы наносов р. Джилга с января по май — в отрезок года, отражающий состав наносов в меженный и половодный периоды.

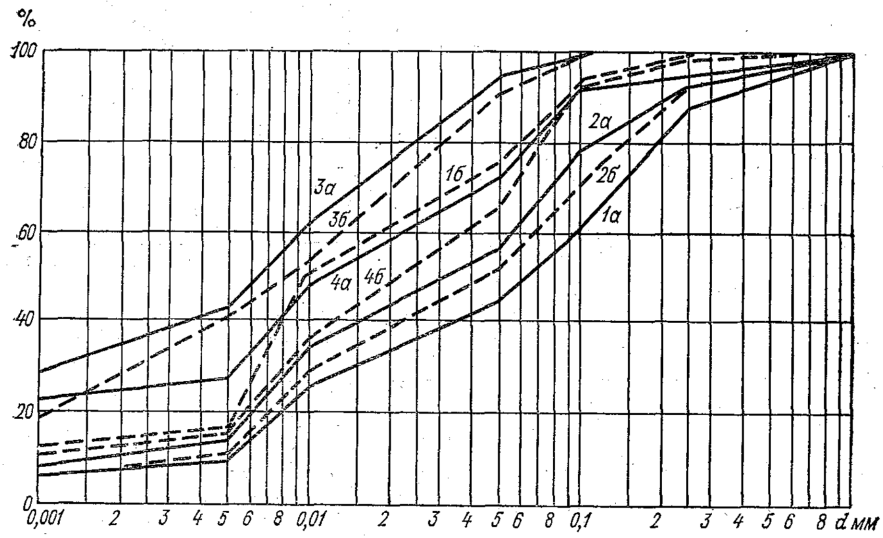


Рис. 8.8. Кривые гранулометрического состава наносов рек северной части Афганистана в осенне-зимний (*а*) и весенне-летний (*б*) периоды.

1 — р. Кокча, *2* — р. Кундуз, *3* — р. Балх, *4* — р. Ширинтагао.

Гранулометрический состав наносов на таких крупных реках, как Герируд, Гильменд и Кунар, не определялся. Комиссией ФАО и при других расчетах крупность фракций этих рек не определялась, а как правило, принималась по р. Кабул — пост Дарунта, что далеко от действительности.

Таблица 8.20

Изменение гранулометрического состава наносов р. Джилга по месяцам, 1957 г.

Месяц	Мутность, кг/м³	Крупность частиц, мм					
		0,005	0,005—0,01	0,01—0,05	0,05—0,1	0,1—0,25	0,25—1,0
I	0,62	53,0	35,0	6,0	6,0	—	—
II	0,72	50,2	36,8	5,6	5,5	1,3	—
III	8,63	34,8	29,8	18,0	10,5	6,1	0,8
IV	9,12	30,2	31,2	16,1	13,4	8,1	1,0
V	8,89	40,5	31,0	11,0	11,4	4,6	1,5

Средняя крупность наносов для всех рек Афганистана может определяться с большой точностью по формуле (8.9) или по кривой на рис. 8.6. В качестве аналогов могут быть использованы кривые гранулометрического состава наносов северных рек Афганистана (рис. 8.8).

На рис. 8.8 приведены кривые для двух сезонов — весенне-летнего (IV—IX) и осенне-зимнего (X—III). Для р. Кокча крупность частиц зимнего стока меньше крупности летнего, на который приходится период половодья. Для р. Кундуз это различие менее выражено. Для рек северо-запада (Балх, Ширинтагао) крупность частиц летнего стока уже меньше зимнего, так как для этих рек зимне-весенний водный сток (включая март) больше, чем летний.

Несмотря на значительную мутность мелких правых притоков р. Кабул, таких, как Харвар и Сурхруд и др., гранулометрический состав их наносов мало отличается от рек северо-запада с такими же незначительными средними годовыми расходами. В. Л. Шульц [72] приводит состав наносов рек Харвар и Сурхруд за 1957 г., подтвержденный и последующими наблюдениями (табл. 8.21).

Таблица 8.21

Гранулометрической состав наносов (мм) по [72]

Река	0,005	0,005—0,01	0,01—0,05	0,05—0,10	0,10—0,25	0,25—1,0
Харвар	17,5	29,0	19,7	13,3	6,1	14,4
Сурхруд	16,4	23,3	13,7	18,3	17,5	10,8

Минералогический состав наносов не изучался. Проведенные эпизодические петрографические анализы дали весьма различные результаты. В основном на 60—70 % наносы состоят из кварцевых частиц, остальные 30—40 % — это частицы полевого шпата, слюды, известняка.

Список литературы

1. Агаханянц О. Е. Растительность Северо-Восточного Афганистана.— Сб. трудов Тадж. фил. ГО СССР, 1961, вып. 2.
2. Алексеев Г. А. Объективные статистические методы расчета и обобщения параметров максимального дождевого стока.— В кн.: Междунар. симпоз. по паводкам и их расчетам. Т. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1967, с. 45—60.
3. Алексеев Г. А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей.— Л.: Гидрометеоиздат, 1971.— 363 с.
4. Алексеев Г. А. Методы оценки случайных погрешностей гидрометеорологической информации.— Л.: Гидрометеоиздат, 1975.— 96 с.
5. Али Мухаммед. Афганистан. География.— М.: Географгиз, 1957.— 195 с.
6. Андреянов Б. Г. Внутригодовое распределение речного стока.— Л.: Гидрометеоиздат, 1960,— 327 с.
7. Арманд Д. Л., Доронин Б. Ф. и др. Зарубежная Азия. Физическая география.— М.: Учпедгиз, 1956.— 217 с.
8. Бабкин В. Н., Вуглинский В. С. Водный баланс речных бассейнов.— Л.: Гидрометеоиздат, 1982.— 191 с.
9. Барышников Н. Б., Субботин Е. С. К вопросу об изменении морфометрических характеристик по длине реки.— Метеорология и гидрология, 1976, № 3, с. 78—84.
10. Бефани Н. Ф., Калинин Г. П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам.— Л.: Гидрометеоиздат, 1983.— 389 с.
11. Большаков М. И. Водные ресурсы рек советского Тянь-Шаня и методы их расчета.— Фрунзе: Илим, 1974.— 81 с.
12. Боровикова Л. Н., Денисов Ю. М. и др. Математическое моделирование процесса стока горных рек.— Тр. САНИГМИ, 1972, вып. 61 (76), 152 с.
13. Бочкарев П. С. Афганистан. Географический очерк. Изд. 2-е.— М.: Географгиз, 1953.— 68 с.
14. Булавко А. Г. Водный баланс речных водосборов.— М.: Гидрометеоиздат, 1971.— 304 с.
15. Бусалаев Н. В., Григорьев В. А. Математическая модель формирования стока и расчет параметров водных систем.— М.: Гидрометеоиздат, 1979.— 10 с.
16. Бусалаев Н. В. Сложные водохозяйственые системы.— Алма-Ата, 1980.— 231 с.
17. Важнов А. Н. Гидрология рек.— М.: Изд. МГУ, 1976.— 340 с.
18. Вендров С. Л., Коронкевич Н. И., Субботин А. Н. Проблемы малых рек.— Вопросы географии, 1981, вып. 118, с. 17—39.
19. Воскресенский К. П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках, ручьях и временных водотоках.— Л.: Гидрометеоиздат, 1956.— 468 с.
20. Вуглинский В. С. Расчет нормы годового стока неизученных горных рек с применением уравнений теплового и водного балансов.— Труды ГГИ, 1972, вып. 200, с. 149—185.
21. Гарцман И. Н. Системные аспекты моделирования в гидрологии.— Труды ДВНИГМИ, 1977, вып. 63, с. 41—54.
22. Гидрология суши. Термины и определения. ГОСТ 19179—73, М.: 1979, 34 с.
23. Горошков И. Ф. Гидрологические расчеты.— Л.: Гидрометеоиздат, 1979.— 428 с.

24. Давыдов А. Д. Водные ресурсы Афганистана для сельскохозяйственных потребностей.— Информ. письмо Ин-та востоковедения. М.: Изд. АН СССР, 1959, 10 с.
25. Денисов В. М. Схема расчета гидрографа горных рек.— Л.: Гидрометеоиздат, 1965.— 103 с.
26. Дрозд В. В. Оценка водных ресурсов малых рек.— Вопросы географии, 1981, вып. 118, с. 39—52.
27. Железняков Г. В., Данилевич Б. В. Точность гидрологических измерений и расчетов.— Л.: Гидрометеоиздат, 1966.— 240 с.
28. Иванов Е. Г. Методы расчета среднего многолетнего стока в горных районах.— Труды ГГИ, 1972, вып. 200, с. 115—132.
29. Иванов Е. Г. Изменчивость годового стока рек Восточной Сибири и Дальнего Востока.— Труды ГГИ, 1972, вып. 200, с. 133—148.
30. Исследования и расчеты речного стока/Под ред. В. Д. Быкова, Г. П. Калинина, Н. А. Картвелишвили.— М.: Изд. МГУ, 1970.— 226 с.
31. Исследования и расчет элементов гидрологического режима рек/Под ред. П. Ф. Вишневского.— Труды УкрНИГМИ, 1971, 168 с.
32. Корзун В. И., Соколов А. А. Состояние и перспективы развития гидрологии.— Труды IV Всесоюз. гидролог. съезда, т. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1973, с. 24—47.
33. Крицкий С. Н., Менкель М. Ф., Раткович Д. Я. Закономерности многолетних колебаний речного стока как основа теории его регулирования и использования.— Труды IV Всесоюз. гидролог. съезда, т. 1. Л.: Гидрометеоиздат, с. 181—196.
34. Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. О применении метода наибольшего правдоподобия к выборочной оценке статистических параметров речного стока.— Изв. АН СССР, ОТН, 1949, № 4, с. 1135—1149.
35. Кузин П. С., Бабкин В. И. Географические закономерности гидрологического режима рек.— Л.: Гидрометеоиздат, 1979.— 200 с.
36. Кучмент Л. С. Математическое моделирование речного стока. Л.: Гидрометеоиздат, 1972.— 192 с.
37. Лучшева А. А. Практическая гидрология.— Л.: Гидрометеоиздат, 1976.— 440 с.
38. Машуков П. М. О прогнозах средних месячных расходов воды по температуре воздуха.— Труды САНИГМИ, 1968, вып. 32.
39. Методические указания по расчетам внутригодового распределения стока при строительном проектировании.— Л.: Гидрометеоиздат, 1970.— 78 с.
40. Методические указания управления гидрометслужбы, № 89. Составление водных балансов речных бассейнов.— Л.: Гидрометеоиздат, 1974.— 98 с.
41. Минкин Е. Л. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод и ее значение при решении некоторых гидрологических и водохозяйственных задач.— М.: Стройиздат, 1973.— 102 с.
42. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли.— Л.: Гидрометеоиздат, 1974.— 638 с.
43. Нежиховский Р. А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды.— Л.: Гидрометеоиздат, 1971.— 476 с.
44. Паршин В. Н. Прогноз удлинения рядов расходов рек Мургаб и Теджен.— Инф. № 62, ЦИП, 1957, 18 с.
45. Петрушевский Б. А. Палеографика и тектоника Афганистана и Таджикистана.— М.: Изд. АН СССР, 1940.— 69 с.
46. Поляк А. А. Физическая география Афганистана.— М.: Мир, 1953.— 151 с.
47. Попов О. В. Подземное питание рек.— Л.: Гидрометеоиздат, 1968.— 292 с.
48. Попов Е. Г., Комаров В. Д. Состояние и перспективы развития гидрологических прогнозов и их использование в народном хозяйстве.— Труды IV Всесоюз. гидролог. съезда, т. 1. Л.: Гидрометеоиздат, 1973, с. 93—106.
49. Ржаницын Н. А. Морфометрические и гидрологические закономерности строения речной сети.— Л.: Гидрометеоиздат, 1960.— 238 с.

50. Ржаницын Н. А. Водный режим рек и руслоформирующие процессы.— Сб. «Исследования вопросов прикладной гидравлики». Тр. УДН, 1980, с. 3—25.
51. Рекомендации по расчету испарений с поверхности суши.— Л.: Гидрометеоиздат, 1976.— 96 с.
52. Розанов А. Н. Почвы Афганистана.— Почвоведение, 1945, № 4—5,
53. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик.— Л.: Гидрометеоиздат, 1973.— 111 с.
54. Сенков Е. П. Точность определения гидрографических характеристик по топографическим картам разных масштабов.— В кн.: Сб. работ по гидрологии, № 10. Л.: Гидрометеоиздат, 1970, с. 222—241.
55. Славин В. И. Общая геология с основами геологии Афганистана.— М.: Изд. МГУ, 1977.— 256 с.
56. Сток наносов, его изучение и географическое распределение/Под ред. А. В. Карауше ва.— Л.: Гидрометеоиздат, 1977.— 240 с.
57. Схема развития орошения северных районов Афганистана.— Средазгипроводхлопок, т. VI, кн. I. Ташкент, 1967
58. Титов В. И. Климатические условия Афганистана.— Труды ВНИИГМИ—МЦД, 1976, вып. 6, 259 с.
59. Указания по определению расчетных гидрологических характеристик СН 435—72. Л.: Гидрометеоиздат, 1972, 54 с.
60. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов.— Л.: Гидрометеоиздат, 1969.— 84 с.
61. Философов В. П. О значении порядка долин и водораздельных линий при геолого-географических исследованиях.— В кн.: Вопросы морфометрии, вып. 2. Изд. СГУ, 1976.
62. Чеботарев А. И. Общая гидрология.— Л.: Гидрометеоиздат, 1975.— 544 с.
63. Чеботарев А. И. Гидрологический словарь.— 3-е изд.— Л.: Гидрометеоиздат, 1978.— 308 с.
64. Черных Е. А. Гидрография и гидроморфометрический метод исследования рек.— Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Пермь, ПГУ, 1971, 21 с.
65. Шалатова Л. И. Некоторые данные о естественной зарегулированности рек Средней Азии.— Тр. ТГУ, 1962, вып. 193.
66. Шелутко В. А. Техника статистических вычислений в гидрологии.— Л.: Изд. ЛПИ им. М. И. Калинина, 1977.— 174 с.
67. Шеремет Б. К., Хон А. И. Схема формирования и расчет среднего стока рек Таджикистана.— Труды САНИГМИ, 1968, вып. 32 (47), с. 25—33.
68. Шикломанов И. Я. Антропогенные изменения водности рек.— Л.: Гидрометеоиздат, 1979.— 302 с.
69. Шульц В. Л. Левые притоки Пянджа и Амударьи.— Труды САНИГМИ, 1968, вып. 32 (47)
70. Шульц В. Л. Гидрологические характеристики верхней части Амударьи.— Ташкент, ФАИ, 1975.— 113 с.
71. Шульц В. Л., Зарудне в П. М. Бассейн р. Кабул. Краткий и гидрологический очерк.— Труды САНИГМИ, 1960, вып. 3 (18).
72. Шульц В. Л. Реки Афганистана.— Труды САНИГМИ, 1968, вып. 42 (57), 172 с.
73. Шульц В. Л. Реки Средней Азии.— Л.: Гидрометеоиздат, 1963.— 301 с.
74. Шульц В. Л. Опыт подсчета поверхностных водных ресурсов Афганистана.— Изв. АН УзССР, 1961, № 4.
75. Абдул Вахид, Абдул Ошем. Режим осадков на территории Демократической Республики Афганистан.— Изд. Министерства транспорта и туризма ДРА. Кабул, 1981 (на языке дари).
76. Мохаммад Эмам Алими, Гарбовский Э. А. Гидрологические характеристики рек верхней части бассейна р. Кабул.— Научный журнал КПИ, № 13. Кабул, 1981 (на языке дари).
77. Гарбовский Э. А., Романова В. А. Удлинение рядов среднегодовых расходов по рекам Афганистана.— Научный журнал КПИ, № 15. Кабул, 1982 (на языке дари).

78. Гарбовский Э. А., Сеид Ахмад Шах. Определение характеристик стока рек Кундуз и Кокча.— Научный журнал КПИ, № 16, Кабул, 1983 (на языке дари).
79. Найер Абдул Хаким. Расчетные гидрологические характеристики рек бассейна Геriруд.— Научный журнал КПИ, № 12. Кабул, 1980 (на языке дари).
80. Compilation of Hydrologie data. Helmand River Valley.— United States Department of the Interior Geological Survey. Kabul, 1974.
81. Dehzad Nezrabshah, Abdullahgeuve. Method of evaporation from water surfaces in Afghanistan. Ministry of transport and tourism.— Meteorological Presidency. Scientific, paper N 6. Kabul, 1981 (на языке дари).
82. Hayden N. The Geology of Northen Afghanistan.— M. geolog. survey. India, 1911.
83. Hydrological Yearbook General Directorate of Hydrology. Water and soil survey department.— Ministry of water and power Republic of Afghanistan. Part I—V. Kabul, 1976—1980.
84. Hydrogeological Yearbook. Part I.— Kabul, 1975.
85. Humlum L. Le Geographie de'l'Afghanistan.— Copengagen, 1959.
86. Monthly climatological data. Ministry of transport.— General meteorological directorate. Kabul, Year 1971—1981.
87. Nour M. G. Climat de l'Afghanistan.— Monographie de la Meteorologie Nationale. N 52, VI, Paris, 1965.
88. Rustagi N., Takhari M. K. Statistical characteristics of flow of Khash River.— Ministry of transport and tourism DRA. Hidrometeorological Institute. Kabul, 1980.
98. Stenz E. Systeme hidrographique et debits des riviers de l'Afghanistan.— Publ. of Afghan meteorological service, N 6. Kabul, 1942.
90. Stenz E. Siec Wodna w Afghanistanie.— Przeglag meteorologiczny i hydrologiczny. Warszawa, N 1—4, 1949.
91. Survey of land and water resources Afghanistan. Food and agriculture organisation (FAO) of the United Nations.— United Nations special fund, v. I—VI. Roma, 1965.
92. Afghanistan. Showing river systems and hydrological and meteorological networks. Map. 1:1 000 000, 1979.
93. Мохаммад Эмам Алими. Твердый сток рек Афганистана.— Автореф. дис... канд. техн. наук (на языке дари). Кабул, 1986.

Предметный указатель

Аллювий 13, 65, 69
Артезианские зоны 17—19
Асинхронность стока 137

Бассейн артезианский 18
речной 38, 46—60, 73, 82, 89, 91, 96, 103, 106, 113, 122, 124, 127, 129
Буроземы 22, 23

Влажность воздуха 13, 31, 45
Водоносность 95, 175, 180
— удельная 73, 78—80, 90, 101, 106, 122, 253
Водосбор 53, 154, 173, 222
Воды грунтовые 17
— межпластовые 17
— минеральные 17, 19
— подземные 16, 17
— трещинные 17
Вулканы 15
Выветривание 13

Гидрограф 135, 137, 138, 162, 163, 166, 168
Год гидрологический 6

Дельты 49
Дефляция 13
Дожди муссонные 31, 45, 60, 129, 141, 180, 187, 189, 211, 260
Долина речная 16, 63—69

Зональное районирование 60, 61, 189
Зоны гидрогеологические 17
— гидрографические 46—51
— закарстованные 232, 252

Изменчивость расходов (стока) 72, 73, 90, 94, 116—119, 123, 130, 213, 214, 225, 231, 237
Интрузии 15
Индекс континентальности климата 25, 26
Испарение 41—43

Климат 24—27
— высокогорный 25, 26
— континентальный 24, 27
— горных склонов 25
— муссонный 25, 26, 61
— пустынь и полупустынь 25
Классификация рек 60
Климатические факторы стока 24, 27
Концентрация наносов 264, 265
Корреляция линейная 33, 54, 63, 236, 247
Кривая гипсометрическая 51—53
— обеспеченности 85, 91, 195
Коэффициент ассиметрии 70, 84, 88, 91, 197, 200, 210
— вариации 70, 79, 82, 86, 88, 94, 99, 103, 104, 106, 108—111, 114, 120, 126, 128, 194, 195, 202, 209, 210, 213, 234
— густоты речной сети 54—56
— заболоченности 215
— извилистости рек 54—56
— корреляции 54, 70—72, 213
— естественной зарегулированности 133, 134, 137, 138, 143, 148, 150—153, 157—159, 164, 169, 171, 172, 177
— развития водораздельной линии 51
— редукции 215
— стока 223—224
— форма бассейна 51

Ледники 138

Меандры 65
Модуль максимального стока 191, 197, 199, 205, 207, 214—212
— — мгновенного расхода 216
— 30-дневного минимального стока 230, 231, 234, 235, 238, 240, 243, 244
— твердого стока 251, 253, 255, 263
Муссоны 20, 181
Мутность 247, 252—263
— среднемесячная 27, 248, 264
— концентрация 260

Накопления гравитационные 13
Наносы 247, 250, 255
— взвешенные 247, 249
— донные 249
— ирригационные 21
Норма осадков 34, 35, 38, 54
— стока 74—78, 80—82, 84, 89, 92, 93, 96, 102—125

Обвалы 14
Образования русловые (речные) 54—56
Оползни 14

Ординаты кривых продолжительности суточных расходов 140, 141, 144, 149, 158, 163, 179, 183, 184, 187, 188
Осадки 24—27, 31—40
— , распределение 35—40, 141
— , слой 31
— , суточные максимумы 38—40
Осыпи 13, 14
Отложения антропогенные 13
— лёссовые 251
— неогенные 12
— эоловые 13

Периметр бассейна 51, 56—60
Период лимитирующий 134, 135
— меженный 247
Пик максимальных расходов 173
— мутности 254, 257
Питание дождевое 24, 157, 190
— ледниковое 228, 245
— ледниково-снеговое 137
— подземное 119, 124
— снего-ледниковое 132, 161, 189, 204, 232
Площадь критическая 225, 227
Пойма 65
Показатель формы 57—59
Показатель типа питания 132, 133, 138
Породы гипсоносные 17
— интрузивные 15
— магматические 15
— метаморфические 15
— соленосные 17
Порядок рек 62
Пост гидрологический 5, 72, 85, 89, 92, 93, 96, 98, 100, 101, 103, 105, 108, 112, 117, 122, 126, 129, 130
Потери воды на орошение 73, 75, 84, 87, 91, 95, 98, 109, 113, 115, 116, 118, 125, 165
Почвы 19—23
— альпийского пояса 20, 21
— бурые горнолесные 21
— выщелоченные 21
— горные коричневые 20
— горно-луговые 20
— лугово-сероземные 22
— пустынной зоны 23
Процессы эрозионные 248, 251

Район эрозионный 249, 255, 268
Районирование гидрографическое 46
Расход максимальный срочный 145, 189, 191—193, 197, 200, 201, 206, 207, 211—215
— относительный 135
— среднемесячный 124, 176
— среднегодовой 213
Режим годового стока 132, 135, 141, 150, 158, 169, 177, 181
— наносов 247—249
Репрезентативность ряда наблюдений 70, 72, 186

Сак 54, 69
Сезон лимитирующий 134
Сели 54
Сероземы 22—23
Сеть речная 53, 54, 73
Снежники 138, 242
Состав наносов гранулометрический 268, 270, 271
Средневзвешенные отметки бассейнов 51—53, 104, 106, 133, 216
Створ-аналог 71, 72
— базовый 71, 72
— устьевой 208, 262
Сток базисный 133
— годовой 101, 108, 109, 123
— дождевой 161, 172
—, изменчивость 73
— максимальный 145
— минимальный 145, 225, 227—232, 236, 237, 239, 246
— подрусловый 19, 73
—, распределение 132, 141—143, 145, 147, 158, 160, 164, 165, 175, 179, 180, 181, 185
—, режим 72
— рек 73, 98, 111, 241
— русловый 73
— среднемесячный 177
— твердый 247, 249, 263
— формирование 91, 146

Температура 27—29
Территории стокопоглощающие 122

Уклоны рек 56
Устья рек 52—59, 209

Формула предельной интенсивности стока 222
— региональные 248, 249
— редукционная 215
Фракции наносов 269, 270

Характеристики гидрографические рек 57—59
— максимальных расходов 194, 196, 199—215
— минимального стока 226, 228, 231, 237, 241, 242
— морфометрические 47, 51, 62
— рек физические 56
— твердого стока 250, 251, 254—266

Эрозия русла 206
Эрозионные процессы 248, 261

Явления гравитационные 14

Оглавление

Предисловие 3
Введение 4

Глава 1. Краткая физико-географическая характеристика 9

1.1. Орография . . . . . —
1.2. Геологическое строение 12
1.3. Подземные воды 16
1.4. Почвы и растительность 19

Глава 2. Климатические факторы стока 24

2.1. Общая климатическая характеристика . . . . . —
2.2. Температура 27
2.3. Осадки 31
2.4. Испарение с водной поверхности 41
2.5. Ветер и влажность 43

Глава 3. Гидрографическая характеристика речных бассейнов 46

3.1. Гидрографическое районирование . . . . . —
3.2. Морфометрические характеристики 51
3.3. Общие характеристики речной сети 53
3.4. Речные долины 63

Глава 4. Характеристика годового стока рек 70

4.1. Репрезентативность рядов наблюдений за стоком . . . . . —
4.2. Сток рек бассейна р. Кабул 73
4.3. Сток рек в бассейнах рек Куррам—Гомаль 84
4.4. Сток рек северо-восточной части РА 89
4.5. Сток рек северо-западной части РА 98
4.6. Сток рек бассейна р. Герируд 108
4.7. Сток рек юго-западной части РА 111
4.8. Сток рек бассейна р. Гильменд (без р. Аргандаб) 115
4.9. Сток рек бассейна р. Аргандаб 120
4.10. Сток рек бассейна р. Газни 124
4.11. Определение коэффициента вариации годового стока по формулам, рекомендуемым для среднеазиатского региона СССР 128

Глава 5. Режим годового стока 132

5.1. Основные характеристики режима годового стока . . . . . —
5.2. Режим стока бассейна р. Кабул 135
5.3. Режим стока рек бассейна р. Куррам—Гомаль 141
5.4. Режим стока рек северо-восточной части РА 144
5.5. Режим стока рек северо-восточной части РА 150
5.6. Режим стока рек бассейна р. Герируд 158
5.7. Режим стока рек юго-западной части РА 163
5.8. Режим стока рек бассейна р. Гильменд (без р. Аргандаб) . . 169
5.9. Режим стока рек бассейна р. Аргандаб 177
5.10. Режим стока рек бассейна р. Газни 184

Глава 6. Максимальные расходы 189

6.1. Общая характеристика . . . . . —
6.2. Бассейны рек ледниково-снегового питания (зона А) 193
6.3. Бассейны рек снего-дождевого питания (подзона $Б_1$) 199
6.4. Бассейны рек снего-дождевого питания (подзона $Б_2$) 204
6.5. Зона влияния муссонных дождей (зона В) 210
6.6. Определение максимальных расходов по редукционной формуле 215
6.7. Определение максимальных расходов дождевых паводков рек с $F<100$ км^2 по формуле предельной интенсивности стока . . 222

Глава 7. Минимальный сток 225

7.1. Общая оценка . . . . . —
7.2. Сток рек северо-восточной части РА 228
7.3. Сток рек северо-западной части РА и р. Герируд 232
7.4. Сток рек юго-западной части РА (Адраскан, Фарахруд, Хашруд) и р. Гильменд 237
7.5. Сток рек юго-восточной части РА (Газнийского плато и Пактики) и бассейна р. Кабул 241

Глава 8. Твердый сток 247

8.1. Изученность твердого стока . . . . . —
8.2. Наносы рек северной части РА 250
8.3. Наносы рек юго-западной и южной части РА 255
8.4. Наносы рек бассейна р. Инд 263
8.5. Состав взвешенных наносов 268

Список литературы 272
Предметный указатель 276

Монография

Эдуард Антонович Гарбовский

Инженерная гидрология рек Афганистана

Редактор Л. А. Чепелкина. Художник Е. Е. Городная. Художественный редактор Б. А. Денисовский. Технический редактор М. И. Брайнина. Корректор Л. И. Хромова.
ИБ № 1940. Сдано в набор 09.04.88. Подписано в печать 10.01.89. М-17509. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Литературная гарнитура. Печать высокая. Печ. л. 17,5. Кр.-отт. 17,5. Уч.-изд. л. 20,10. Тираж 900 экз. Индекс ГЛ-56. Заказ № 543. Цена 3 р. 30 к. Гидрометеоиздат.
199226. Ленинград, ул. Беринга, д. 38.

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
190000, Ленинград, Прачечный переулок, 6.