ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР
МЕЖДУВЕДОМСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО МЕЖДУНАРОДНОМУ
ГИДРОЛОГИЧЕСКОМУ ДЕСЯТИЛЕТИЮ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

П. С. КУЗИН
д-р геогр. наук

ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ СТОКА РЕК СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД • 1970

УДК 556.16

В монографии кратко изложена методика и итоги исследования территориальных закономерностей распределения циклических колебаний, синфазности и асинфазности стока преимущественно равнинных рек северного полушария. Это исследование было произведено с помощью нормированных разностных интегральных кривых и метода корреляции. Выявлены основные географические (зональные и внутризональные) закономерности распределения количественных показателей маловодных и многоводных фаз стока. Произведено районирование территории СССР и зарубежных стран северного полушария (Западной Европы, зарубежной Азии, Северной Америки и Северной Африки) по характеру синфазности колебаний годового стока. Исследуется асинфазность стока рек СССР и рек зарубежных стран, а также указываются возможности компенсации маловодности рек одних районов многоводностью в эти же годы рек других районов.

Книга рассчитана на гидрологов и гидротехников, работающих в области изучения и использования водных ресурсов СССР.

Technique and results of investigation of territorial regularities of distribution of cyclic variations, synphases and asynphases of streamflow mainly of plain rivers of the Northern Hemisphere are reported briefly in the monograph. Study of cyclic variations, synphases and asynphases of streamflow was performed with the help of normalized difference mass curves and correlation method. The main geographical (zonal and intrazonal) regularities of distribution of quantitative indices of phases of low and high streamflow are described. Division into regions of the USSR territory and of the territories of other countries of the Northern Hemisphere (West Europe, Asia, North America and Northern Africa) according to the type of synphases of annual streamflow was performed. Asynphases of streamflow and the possibility of compensation of low river discharge in some regions by high river discharge in other regions during the same years was pointed out.

Dans la monographie sont exposés les méthodes et les résultats des recherches sur la distribution territoriale des variations cycliques, aussi que des synphases et des asynphases d'écoulement sur les rivières des plaines dans l'hémisphère boréal. L'étude des cycles, des synphases et des asynphases était fait à l'aide des courbes des valeurs cumulées et à l'aide de la corrélation. Les régularités géographiques essentielles (zonales et intrazonales) de la distribution des indices quantitatifs des phases de l'hydraulicité abondante et de l'hydraulicité maigre ont été démonstrées. On a effectué la division en régions (selon les variations synphases de l'écoulement annuel) du territoire de l'URSS et d'autres pays de l'hémisphère boréal (de l'Europe occidentale, de l'Asie, de l'Amérique du Nord et de l'Afrique du Nord). On avait démonstré les asynphases d'écoulement et la possibilité de la compensation de l'hydraulicité maigre dans quelques régions par l'hydraulicité abondante dans autres régions pendant les mêmes années.

2-9-6
72-69

ВВЕДЕНИЕ

Гидрологические исследования в связи с быстрым ростом водопотребления и водопользования в разных отраслях народного хозяйства приобретают все большее значение.

Преобладавшие ранее в гидрологии региональные исследования недостаточны для раскрытия общих закономерностей, проявляющихся на больших пространствах. Поэтому в последнее время развиваются гидрологические исследования, охватывающие обширные территории, вплоть до земного шара в целом.

Принципы глобального изучения гидрологических явлений нашли отражение в программе Международного гидрологического десятилетия (МГД). В этой программе, принятой Межведомственным комитетом СССР по МГД, предусмотрено выполнение широкого круга гидрологических исследований, в том числе исследование мирового водного баланса и многолетних колебаний речного стока.

Водный баланс, т. е. соотношение количества приходящей влаги (осадки) и ее расхода (сток и испарение) для всей земной поверхности, в многолетнем разрезе находится в равновесии и является более или менее постоянным. Это подтверждается малыми значениями коэффициентов изменчивости даже наиболее варьирующего компонента баланса — годового стока рек больших территорий. Для рек СССР этот коэффициент составляет 0,05, а для рек всего земного шара он близок к нулю. Наряду с этим вследствие неравномерного нагревания суши и моря и постоянной циркуляции атмосферы в одних частях территории наблюдаются периоды многоводья, а в других — маловодья.

Маловодья и многоводья обычно формируются на реках в течение нескольких лет; в отдельные годы и даже группы лет они могут достигать очень больших размеров. В одних районах земного шара в результате разливов рек затопляются селения,

города и сельскохозяйственные угодья, а в других районах длительные маловодья сопровождаются засухами и неурожаями.

Наступившее в 30-х годах текущего столетия исключительное по степени и продолжительности маловодье в бассейне р. Волги привело к невиданному в истории падению уровня Каспийского моря. С начала XX в. и особенно с 30-х годов уровень моря упал на 2,6 м. Падение уровня Каспия, сопровождавшееся сокращением площади моря и уменьшением его глубин, причинило большой ущерб народному хозяйству. В настоящее время уровень Каспия занимает самое низкое положение за последние 400 лет.

Колебания климата и водности рек приносят огромный ущерб народному хозяйству и в других районах нашей страны и земного шара. Так, например, в последние годы катастрофические наводнения имели место в Европе, Азии, Северной и Южной Америке.

Зональность многолетних колебаний стока до сих пор не была, да и не могла быть выявлена вследствие того, что эти колебания изучались преимущественно на больших реках, сток которых обладает сложным (полизональным) режимом и не отражает (или отражает слабо) зональные закономерности.

Выполненное в настоящей работе исследование многолетних колебаний стока, основанное преимущественно на данных по стоку средних рек, позволяет вскрыть зональный характер этих колебаний.

Учет многолетних циклических колебаний стока и характера их пространственно-временны́х изменений в практике гидрологических и водохозяйственных расчетов важен для кольцевания (объединения) энергосистем с преобладанием гидроэлектростанций и переброски стока из водообильных районов в засушливые в связи с орошением, обводнением и водоснабжением.

Асинхронность многолетних и внутригодовых колебаний речного стока, основанная на различии водности и водного режима рек, создает благоприятные возможности взаимной компенсации в работе водноэнергетических систем, расположенных на реках разных районов, и может способствовать получению дополнительного водноэнергетического эффекта путем их объединения. Например, по существующим подсчетам, при учете асинхронности годового стока общая гарантированная мощность объединения Волжско-Камского и Ангаро-Енисейского каскадов ГЭС может увеличиться на 1,2 млн. квт (Шимельмиц и др., 1967).

Исследование колебаний стока весьма удаленных друг от друга водосборов и особенно рек разных континентов имеет важное значение для познания общих закономерностей многолетних колебаний речного стока. Особенно большое значение эта проблема приобретает в настоящее время, когда создается

Единая энергетическая система СССР и закладываются основы Единой энергетической системы социалистических стран, объединяющие гидравлические и тепловые электростанции.

При исследовании циклических колебаний до сих пор рассматривались преимущественно годовые значения стока. В данной же работе сделана попытка исследовать также и колебания стока за многоводные и маловодные периоды года, т. е. стока половодья и стока межени.

Изучение законов, учитывающих цикличность и асинхронность речного стока, а также обусловливающих факторов, важно для будущих сверхдолгосрочных прогнозов водности. Возможность предвидеть будущие изменения речного стока позволила бы сэкономить огромные материальные ресурсы при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений и заранее, до наступления катастрофических засух и наводнений, принять необходимые меры.

Изучать географическое распространение сухих и дождливых периодов, их цикличность и асинхронность целесообразно по колебаниям стока и осадков, учитывая при этом колебания температуры воздуха. Исследование многолетних колебаний стока и осадков — проблема комплексная. Поэтому в ее изучении должны участвовать, помимо гидрологов, климатологи, синоптики, геофизики, географы.

Проблема многолетних циклических колебаний водности рек есть проблема глобальная, в решении которой, помимо советских ученых, заинтересованы и гидрологи других стран. Она настолько сложна и многообразна, что охватить ее в разных аспектах в рамках одного исследования не представляется возможным. Поэтому главное внимание в данной работе было обращено на выявление территориальных (географических) закономерностей в распределении количественных показателей синхронных и асинхронных колебаний стока без привлечения гелиосиноптических характеристик.

В целях унификации используемых терминов приводятся следующие их определения.

Циклические многолетние колебания стока — изменения водности, характеризующиеся чередованием маловодных и многоводных группировок различной продолжительности и разной величиной отклонения от среднего многолетнего значения стока за рассматриваемый период.

Под циклами водности понимается ряд смежных лет стока, включающий по одной маловодной и многоводной группе лет одного порядка продолжительности.

Под фазой водности понимается группа смежных лет в основном однозначной водности — маловодных, средних или многоводных. Однако внутри многоводной фазы могут встречаться отдельные маловодные годы, и наоборот.

Синхронность колебаний стока сравниваемых рек — однозначный ход водности, т. е. совпадение во времени водности отдельных соответственных лет.

Асинхронность колебаний стока сравниваемых рек — противоположный ход водности отдельных соответственных лет.

Синфазность и асинфазность колебаний стока — однозначный или противоположный ход водности не отдельных лет, а целых фаз. Синфазность стока — это синхронность фаз стока.

Вопросы цикличности, синхронности и асинхронности стока в настоящей работе рассматриваются на материалах равнинных рек, сначала для территории СССР (Европейская и Азиатская части), а затем для зарубежных стран северного полушария (Западная Европа, зарубежная Азия, Северная Америка и Северная Африка).

Техническая обработка материалов выполнялась в разное время сотрудниками ГГИ З. Ф. Вевель, Т. Е. Григоркиной, С. Б. Дерибизовой, Н. М. Лобановой, В. И. Мурановой, З. Г. Тихомировой и др.

Автор выражает искреннюю благодарность д-ру техн. наук В. Г. Андреянову, взявшему на себя труд по редактированию рукописи, и д-ру геогр. наук проф. Г. П. Калинину за просмотр рукописи и сделанные замечания.

ГЛАВА 1

КРАТКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ СТОКА РЕК СССР

Проблема изучения многолетних колебаний водоносности рек сложна, обширна и имеет большое научное и практическое значение, поэтому она издавна привлекала внимание многих исследователей. Было выполнено немало интересных работ, среди которых ценные исследования принадлежат нашим выдающимся ученым А. И. Воейкову, Л. С. Бергу, Е. А. Гейнцу, А. А. Каминскому, Е. В. Оппокову, Ю. М. Шокальскому и др. В связи с тем, что многолетние колебания водоносности рек тесно связаны с проблемой колебания климата, еще не получившей полного своего разрешения, вполне естественно, что и проблема колебаний водоносности рек также остается еще нерешенной.

Одним из первых ученых, отметивших циклический характер колебаний стока на реках Европейской России, является Е. А. Гейнц (1898), который выявил интересное свойство группирования маловодных, засушливых лет по два—четыре года и даже до семи лет подряд.

Среди трудов, посвященных исследованию колебаний водоносности рек, особого внимания заслуживают работы Е. В. Оппокова (1906, 1911, 1933), давшего на основании выборки из русских летописей М. А. Боголепова (1907, 1908) и иностранных источников хронологическую сводку с начала текущего тысячелетия засушливых (маловодных) и многоснежных или дождливых (многоводных) лет на обширном пространстве Восточной Европы. В своих исследованиях Оппоков пришел к важному выводу о неизменности водоносности рек за историческую эпоху при наличии колебаний ее в более или менее широких пределах в отдельные годы и периоды в зависимости от климатических элементов, подверженных таким же колебаниям.

Полученные Оппоковым выводы не противоречат тому, что и на коротких отрезках времени, измеряемых десятками и сотнями лет, и на очень длительных промежутках, измеряемых тысячелетиями, климат и увлажненность территории подвержены существенным колебаниям.

Исследованиями многих ученых доказано наличие коротких и длительных (многовековых) циклов колебаний климата, наступаний и отступаний ледников, поднятий и опусканий уровня озер, колебаний водоносности рек и др.

В Советском Союзе еще в 1930—1940 гг. в связи с изучением причин падения уровня Каспийского моря и особенно после Великой Отечественной войны эти исследования получили широкое развитие как в общегидрологическом направлении (работы Б. Д. Зайкова, Л. К. Давыдова, П. С. Кузина, Т. Н. Кочуковой, В. Г. Андреянова, К. П. Воскресенского, А. В. Шнитникова и др.), так и в связи с решением конкретных водохозяйственных задач (работы А. Ш. Резниковского, Н. В. Сомова, М. С. Торгомян, Н. С. Шарашкиной и др.).

Существенный вклад в познание циклических колебаний стока рек был сделан Б. Д. Зайковым в его работах, посвященных колебаниям стока р. Камы (1940), колебаниям уровня Каспийского моря (1941) и его водному балансу (1946). В этих работах в результате географического анализа гидрологических материалов и построения соответствующих картограмм был показан циклический характер колебаний стока и отмечено, что на территории Европейской части СССР — в бассейнах рек Волги, Урала и Дона, а также в Западной Сибири — в бассейнах рек Иртыша и Тобола, в 1920—1929 гг. наблюдался многоводный период (с модульными коэффициентами годового стока 1,2—1,3), а в 1930—1939 гг. и в последующие годы — маловодный период (с модульными коэффициентами 0,6—0,7).

Кроме того, Зайковым в результате сопоставления колебаний годового стока на разных реках была показана асинхронность стока на территории СССР, при которой в те годы, когда в бассейнах Волги и Иртыша наблюдается низкий сток, в бассейнах рек Днепра, Ангары и Шилки отмечается повышенный сток. Причиной этих явлений он считал не местные особенности, а атмосферные процессы крупного масштаба, одновременно охватывающие обширные области, в пределах которых климатические элементы, а следовательно, и речной сток характеризуются противоположными изменениями. Эти разработки, осветившие в некоторой мере особенности колебаний водоностности рек СССР, в последующее время были продолжены другими учеными.

В работе Л. К. Давыдова (1947), посвященной исследованию водоносности рек СССР, рассматривается вопрос о колебаниях стока 20 крупных речных артерий. Автор показал отсут-

ствие периодичности в колебаниях годового стока и отметил наличие в этих колебаниях смены циклов маловодных и многоводных лет разной продолжительности. Выполненная Давыдовым статистическая обработка данных по средним годовым расходам воды ряда крупных рек СССР с использованием так называемых коэффициентов относительной водности и метода корреляции свидетельствует о незначительно выраженной корреляционной зависимости. Было отмечено, что вероятность синхронных колебаний средних годовых расходов крупных рек мала, а отсутствие синхронности свойственно не только крупным рекам, но и их притокам, что, по мнению автора, объясняется непостоянством границ областей, охватываемых однородными условиями погоды.

Анализ скользящих десятилетних средних годовых расходов воды позволил Давыдову сделать вывод о том, что, несмотря на отклонения стока рек от средних значений в отдельные десятилетия, все же могут быть намечены группы рек со сходной сменой маловодных и многоводных циклов. В смене этих циклов отмечается тенденция к противоположным, т. е. асинхронным, колебаниям стока в западной (к западу от р. Енисей) и в восточной (к востоку от р. Енисей) частях СССР.

Автором настоящей работы еще в 1947 г. (Кузин, 1953) были исследованы многолетние колебания водоносности 42 преимущественно крупных рек СССР с продолжительными рядами наблюдений. В этой работе была рассмотрена продолжительность, повторяемость и характер распределения маловодных и многоводных периодов, а также распределение по территории модульных коэффициентов стока этих периодов. Оценка синхронности и асинхронности колебаний годового стока выполнена по скользящим трехлеткам с использованием так называемых коэффициентов связи водоносности рек. Этот способ определения тесноты связи двух переменных является облегченным по сравнению с методом корреляции.

В итоге исследования на территории СССР было выявлено 12 гидросиноптических районов с синхронными колебаниями стока и составлена схематическая карта этих районов. Была конкретизирована обнаруженная Б. Д. Зайковым и подтвержденная Л. К. Давыдовым асинхронность стока рек западной и восточной частей нашей страны (в пределах Волго-Иртышской и Ангаро-Амурской областей). Была выявлена асинхронность стока рек северной и южной частей СССР, точнее рек северо-запада Европейской части СССР и Кавказа. Кроме того, были сделаны следующие выводы:

1. Имеющимися наблюдениями над стоком основных рек СССР в первой половине текущего столетия (продолжительностью 40—60 лет) были охвачены самые маловодные и самые многоводные годы, имевшие место в последние 100—150 лет;

выявлены группировки маловодных и многоводных лет продолжительностью 6—8 лет, а на отдельных реках — до 11—15 лет.

2. Самые маловодные и самые многоводные годы на реках обычно не наступают внезапно, а являются результатом соответствующей подготовки в течение ряда лет. В связи с тем, что самые маловодные и самые многоводные годы наблюдаются весьма редко, вероятность совпадения их в смежных годах очень мала.

В работе Т. Н. Кочуковой (1955) исследовано колебание годового стока на 179 реках СССР, имеющих продолжительность наблюдений от 20 до 70 лет. Ею рассмотрена изменчивость стока и построена карта коэффициентов вариации годового стока рек СССР, прослежены колебания стока в связи с циркуляцией атмосферы и, наконец, выделены районы с синхронными колебаниями годового стока. Кроме того, выявлено распределение относительной водности по территории, цикличность и асинхронность годового стока.

Районирование территории СССР, выполненное Кочуковой, было произведено применительно к климатическому районированию Б. П. Алисова (1950, 1956).

В этой работе был подтвержден сделанный ранее (Кузин, 1953) вывод о том, что гидрометрическими наблюдениями в первую половину текущего столетия на реках Европейской части СССР были действительно охвачены самые маловодные и многоводные годы, являющиеся экстремными за последние 100—150—200 лет.

Рассмотренные выше работы, выполненные в общегидрологическом направлении, выявили очень важные закономерности в распределении цикличности и асинхронности стока, а также компенсационные области и гидросиноптические районы. Эти работы, имеющие как теоретическое, так и практическое значение, послужили базой для дальнейших исследований и вызвали появление целого ряда новых работ, посвященных изучению данной проблемы.

Интересным исследованием, связывающим гидрологические и водохозяйственные направления в части изучения многолетних колебаний стока, являются работы В. Г. Андреянова (1957, 1959). В связи с тем, что успех исследований циклических колебаний стока в существенной мере зависит от способов графической интерпретации материалов по колебаниям стока и от обоснованности применяемых при их расчетах методов математической статистики, Андреянов подробно рассмотрел способы анализа циклических колебаний стока и предложил использовать для этой цели так называемые нормированные разностные интегральные кривые модульных коэффициентов, которые более показательны по сравнению с обычным способом скользящего осреднения.

В целях исследования циклических колебаний стока им были построены интегральные кривые для 24 пунктов с наиболее длинными рядами наблюдений в Европейской части и для 10 пунктов в Азиатской части СССР.

Кроме того, были также построены интегральные кривые чисел Вольфа и трех основных типов атмосферной циркуляции по Г. Я. Вангенгейму (1948).

В результате этого исследования было прослежено постепенное изменение циклических колебаний стока (сдвиг фаз) по территории СССР и влияние на эти колебания основных типов атмосферной циркуляции. Ценный итог представляют практические рекомендации по учету цикличности при определении нормы стока. Главным в этой работе является предложение по использованию такого расчетного периода, который состоит из равного числа соразмерных многоводных и маловодных фаз в колебаниях стока, выявленных с помощью разностных интегральных кривых.

К. П. Воскресенским (1962) при обобщении данных по водным ресурсам была также выявлена синхронность в многолетнем ходе колебаний годового стока рек разных районов СССР. Для этой цели им были использованы разностные интегральные кривые для 30 рек, с помощью которых рассмотрены изменения стока по одному широтному профилю с запада на восток (от Балтийского до Охотского морей) и по четырем меридиональным профилям, расположенным с севера на юг (один — в Европейской части и три — в Азиатской части СССР).

Воскресенский отметил, что колебания стока рек на обширном пространстве от Прибалтики до восточных склонов Урала в большинстве случаев являются не синхронными, а синфазными, характеризующимися лишь однородностью фаз колебаний водности с возможным сдвигом их начала и окончания на 1—2 года. Было указано, что изменения водности рек по территории и во времени происходят плавно и что многоводность на реках запада (Западная Двина, Ока) по мере движения на восток сменяется сначала средней водностью (Кама), а за Уралом — маловодностью (Тура, Тобол).

На интегральных кривых более отчетливо проявляются фазы с резко выраженными изменениями водности (например, многоводный период 1924—1928 гг. и маловодный 1930—1940 гг.). Было отмечено также, что циклические колебания стока рек Восточной Сибири и Дальнего Востока не синхронны колебаниям речного стока Европейской части СССР, Западной Сибири и Казахстана.

В результате анализа было показано, что многолетние колебания стока рек северных и южных районов преимущественно асинхронны. Кроме того, было подтверждено положение о том, что в северной половине Европейской части СССР колебания

стока рек примерно синхронны между собой и что исключительно многоводные или маловодные годы одновременно наблюдаются на больших территориях. Было также отмечено, что границы районов с синхронными или синфазными колебаниями стока в связи с изменением атмосферной циркуляции меняются от года к году, сохраняясь более или менее постоянными для средних многолетних условий.

Исследования А. В. Шнитникова (1951) по выявлению особенностей колебания уровней степных озер Западной Сибири и Казахстана показали, что изменения водности этих водоемов также имеют циклический характер. Было обнаружено, что в течение последних 250 лет наблюдалось шесть циклов частичного или полного высыхания и наполнения озер продолжительностью от 20 до 40—45 лет, что является результатом колебания общей увлажненности данной территории. Автор подтвердил, что циклы колебаний уровней озер хорошо согласуются с климатическими циклами Брикнера.

В последующем Шнитниковым (1957) было выполнено исследование многолетних колебаний увлажненности территории северного полушария, в котором он пришел к выводу о наличии многовековых 600- и 1800-летних циклов колебаний обводненности материков.

Н. В. Сомов (1963) с целью усовершенствования методики водноэнергетических расчетов изучал колебания стока 22 крупных рек СССР. При этом он определял показатели степени асинхронности, пригодные для оценки эффективности объединения гидростанций в крупные энергосистемы. В этой работе рассмотрены многолетние колебания годового и квартального стока.

Помимо исследования асинхронности, большое внимание уделено корреляционному анализу рядов стока отдельных рек и суммарного стока по нескольким рекам с массовым вычислением коэффициентов корреляции между годовым и квартальным стоком за смежные годы.

Представляет интерес выявленная Сомовым зависимость коэффициентов корреляции между годовым стоком крупных рек и расстоянием между центрами их бассейнов и попытка обоснования этой зависимости. В работе показано выравнивающее влияние суммирования стока по районам, каждый из которых охватывает ряд крупных речных бассейнов.

Предложенный автором способ оценки степени асинхронности стока заключается в сравнении кривых обеспеченности суммарного хронологического и суммарного равнообеспеченного стока рек отдельных районов. Оценивая в целом положительно указанную работу, необходимо все же подчеркнуть, что территориальные изменения асинхронности стока в ней освещены недостаточно.

Следует также отметить, что оценка Сомовым предыдущих работ, посвященных исследованию многолетних колебаний стока рек СССР, не вполне справедлива. Несмотря на недостаточность исходных материалов и отсутствие в то время быстродействующих счетных машин, работы предшествующих авторов явились определенным этапом в развитии исследований стока и впервые позволили выявить ряд важных закономерностей в циклических колебаниях и распределении асинхронности стока рек на территории СССР.

Полученные гидрологами выводы об асинхронности стока рек Волго-Иртышской и Ангаро-Амурской областей, Северо-Запада ЕТС и Кавказа, а также отдельных крупных речных артерий (например, верхнего течения рек Енисея и Ангары) указали на возможность большой экономической эффективности объединения отдельных энергетических узлов, расположенных на реках с асинхронным режимом стока, в единую энергетическую систему СССР.

Обширным исследованием по изучению колебаний годового стока рек и его связей с обусловливающими гелиогеофизическими процессами является работа И. П. Дружинина, З. П. Коноваленко, В. П. Кукушкиной и Н. В. Хамьяновой (1966). В этой работе исследована внутривековая и вековая цикличность колебаний гидрометеорологических элементов в различных пунктах земной поверхности, обсуждаются вопросы методики оценки параметров и моделирования стоковых рядов.

Анализ внутривековой цикличности геофизических процессов, произведенный с помощью корреляционных функций, показал, что в речном стоке часто наблюдаются циклы, близкие к 5, 11 и 22-летним солнечным. Вековые циклы колебаний годового стока разнообразны; часть их повторяет солнечные, другие являются противоположными, а третьи имеют промежуточный характер. Сопоставление разностных интегральных кривых солнечной активности и различных геофизических элементов (осадков, стока, температуры воздуха и др.) показало, что из общего количества переломов интегральных кривых годового стока доля «солнечно-обусловленных» переломов (т. е. совпадающих с переломами на интегральной кривой чисел Вольфа) составила около 40%. Отсюда был сделан вывод, что многолетние колебания речного стока лишь частично определяются резкими изменениями солнечной активности.

Примерно к этому же направлению относится работа З. П. Коноваленко (1966) по исследованию внутривековой цикличности годового стока на реках СССР. Анализ цикличности с использованием корреляционных функций и спектральной плотности был произведен на основе данных по стоку 94 створов, годовых сумм осадков и средних годовых температур воздуха. Главный вывод работы состоит в том, что, несмотря

на сложное сочетание изменений фаз годового стока, в определенных географических районах наблюдается примерно одинаковая продолжительность внутривековых циклов, позволяющая районировать территорию. Эти данные также подтверждают, что циклические колебания стока подчинены тем же закономерностям территориального распределения, что и другие элементы водного режима рек.

Большая работа по исследованию колебаний элементов гидрометеорологического режима на территории СССР в последнее время была выполнена А. Н. Афанасьевым (1967). В этой монографии рассматриваются вопросы формирования циклических колебаний температуры воздуха, атмосферных осадков и речного стока. Составлен долгосрочный прогноз многолетних тенденций изменения климата и гидрологического режима для значительной части территории СССР, а также варианты долгосрочных прогнозов колебаний уровня оз. Байкал и Каспийского моря.

Наряду со специальными исследованиями многолетних колебаний водности преимущественно по данным для крупных рек, освещающими большие пространства, имеется много работ по изучению циклических колебаний стока отдельных рек или ряда их, характеризующих относительно небольшие территории, а также работ, посвященных другим гидрологическим проблемам, в которых попутно рассматриваются вопросы многолетних колебаний стока.

В числе этих исследований, содержащих сведения о цикличности и асинхронности стока, следует отметить: работы Л. К. Давыдова (1927), В. Л. Шульца (1949), М. Н. Большакова (1955), З. В. Джорджио (1957), А. Ш. Резниковского (1960), Н. В. Хамьяновой (1961), Е. В. Петряшевой (1967) и др., посвященные многолетним колебаниям стока рек Средней Азии; работы Г. И. Швеца (1957, 1960, 1964), С. С. Левковского (1965, 1966), Т. М. Красовской (1965) — по стоку рек Украины и Восточных Карпат; работы Н. И. Княгиничева (1966) и О. Ф. Саблиной (1966) по исследованию колебаний водности рек Западной Сибири; работы А. Г. Ковзеля (1960) и В. В. Голубцова (1965) — по колебаниям стока некоторых рек Северного и Центрального Казахстана; П. П. Кучерявого (1963) — по колебаниям стока рек Северного Кавказа; А. С. Шкляева (1964) — по стоку рек Среднего и Южного Урала; И. С. Яблонскиса (1964) — по стоку р. Немана; В. К. Ситникова (1964) — по стоку рек Южного Приморья и др.

В заключение следует сказать о работе гидрологического семинара (МГУ, февраль 1964 г.), посвященного проблеме многолетних колебаний стока и дальнейшего развития вероятностных методов расчета различных его характеристик (см. сб. «Многолетние колебания стока», 1967).

Изучением многолетних колебаний стока рек занимались многие исследователи. Однако полученные ими выводы еще нуждаются в дополнениях и уточнениях. Изучение циклических колебаний стока производилось большей частью по материалам наблюдений на крупных реках, водосборы которых охватывают огромные площади и расположены в различных физико-географических условиях, а иногда и по материалам наблюдений на отдельных реках или реках, расположенных в пределах отдельных административных областей. Поэтому во многих исследованиях не могли быть отражены зональные особенности циклических колебаний стока.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ПРИЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ СТОКА

При исследовании циклических колебаний стока в качестве исходных материалов по стоку рек Советского Союза были использованы данные, опубликованные в «Материалах по режиму рек СССР» и в Гидрологических ежегодниках по 1960 г. включительно, проверенные в Государственном гидрологическом институте (ГГИ) в связи с составлением справочника «Основные гидрологические характеристики», являющегося частью капитального издания «Ресурсы поверхностных вод СССР».

Опорные гидрометрические створы для выявления закономерностей в распределении циклических колебаний годового стока и его главнейших фаз — половодья (многоводная часть года) и межени (маловодная часть) — выбирались по следующим признакам:

1) преимущественно на средних реках, отражающих зональные особенности режима стока и являющихся типичными для того или иного района;

2) равномерное распределение водосборов по географическим зонам (тундры, леса, степи и полупустыни);

3) наличие длительных рядов наблюдений по стоку.

Разумеется, исследование колебаний стока в целях изучения природных закономерностей должно производиться на основе естественного режима стока, не измененного влиянием крупных водохранилищ и гидротехнических сооружений.

Для исследования многолетних колебаний водности и выявления закономерностей в формировании маловодных и многоводных периодов в пределах равнинной территории СССР был намечен ряд водосборов средних рек (опорные створы), отражающих зональные (север—юг) и внутризональные (запад—восток) особенности.

Продолжительность наблюдений над стоком рек СССР очень

различна: на крупных реках в настоящее время она достигает 60—80 лет, на средних не превышает 30—40 лет, а на малых — не более 10—20 лет. Наиболее продолжительные наблюдения по стоку имеются по пяти крупным рекам: р. Неман — г. Смалининкай (с 1812 г.), р. Днепр — с. Лоцманская Каменка (с 1818 г.), р. Вуокса — Иматра (с 1847 г.), р. Днестр — с. Каменка (с 1854 г.) и р. Нева — г. Петрокрепость (с 1859 г.). Разумеется, данные по стоку рек за старые годы (XIX в. и первая четверть XX в.) ввиду редких измерений расходов воды и наличия преимущественно только уровенных наблюдений являются приближенными.

Основные сведения о продолжительности наблюдений и годовом стоке рек, данные по которым использованы в работе, приводятся в табл. 1.

Несмотря на обилие гидрометрических створов в пределах СССР, количество средних рек, выбранных с соблюдением указанных выше условий, оказывается очень небольшим. И даже из этого ограниченного числа створов на средних реках, расположенных в различных географических зонах, очень немногие обладают более или менее продолжительными и непрерывными наблюдениями за стоком.

Если территория Европейской части СССР более или менее равномерно освещена данными наблюдений, то Азиатская часть изучена совершенно недостаточно. Особенно редка сеть наблюдений в северной части Сибири и на Северо-Востоке СССР, а также на Дальнем Востоке и в Приморье.

Наблюдения над стоком рек были начаты в разные годы. Однако при гидрологических расчетах для сравнимости результатов желательно пользоваться единым расчетным периодом. Поэтому в связи с ограниченностью продолжительных наблюдений на средних реках в Европейской части СССР был избран 40-летний ряд, с 1921 по 1960 г., а в Азиатской части — 30-летний ряд, с 1931 по 1960 г. включительно, в которые вошли как многоводные, так и маловодные годы.

В настоящей работе в основном исследуются колебания стока равнинных рек. Однако для восточной части Европейской территории СССР были использованы данные по стоку некоторых рек, стекающих с западных склонов Урала (реки Уса, Печора, Белая, Уфа), Мугоджар (р. Илек) и Восточных Карпат (р. Днестр). Для Азиатской части СССР использованы данные по стоку некоторых рек восточных склонов Урала (реки Северная Сосьва, Тавда, Тура, Исеть), северных склонов Алтая и Саян (реки Алей, Томь, Бирюса, Иркут), гор Путорана (р. Норильская), Патомского нагорья (р. Витим), Верхояно-Колымской горной дуги (реки Яна, Индигирка, Колыма), Чукотского хребта (р. Амгуема), хребта Сихотэ-Алинь (реки Уссури, Иман) и др.

Таблица 1

Основные сведения об использованных пунктах гидрометрических наблюдений на реках СССР

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм
			Европейская часть СССР		
Кола	1429-й км Окт. ж. д.	3 780	1928—33, 1936, 1960	31	337
Сула	д. Коткино	8 010	1929—30, 1932—33, 1936—60	29	365
Уса	с. Петрунь	31 200	1916, 1918, 1920—22, 1926—32, 1934—39, 1942—43, 1946—60	35	507
Кемь	с. Подужемье	27 900	1926—60	35	287
Пинега	с. Кулогоры	37 000	1915—22, 1927—44, 1946—60	41	298
Печора	с. Троицко-Печорск	35 400	1915—60	46	457
Пярну	с. Орекюла	5 180	1922—43, 1946—60	37	302
Луга	ст. Толмачево	6 320	1917—18, 1921—22, 1924—40, 1945—60	37	231
Сясь	д. Яхново	6 230	1920—24, 1926—29, 1931—60	39	266
Сухона	д. Рабаньга	15 900	1880—1920, 1922—36, 1943—49, 1954—55, 1957, 1959—60	55	283
Унжа	г. Макарьев	18 500	1896—1960	65	269
Вятка	г. Киров	48 300	1878—1929, 1931, 1933, 1934, 1936—43, 1945—60	79	246
Вента	г. Кулдига	8 320	1898—1914, 1922—59	55	244
Западная Двина	г. Витебск	27 300	1877—1917, 1919—40, 1945—60	79	264
То же	г. Даугавпилс	64 600	1881—1960	80	225
Неман	г. Смалининкай	81 200	1812—1960	149	217
Волга	г. Старица	21 100	1891—1939, 1943—60	67	238
Клязьма	г. Владимир	15 200	1919—60	42	163

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм
Березина	г. Бобруйск	20 200	1881—1917, 1921—39, 1945—60	72	183
Десна	г. Брянск	12 400	1895—1918, 1920—40, 1944—60	61	197
Уфа	г. Караидель	36 600	1913—58	46	214
Днестр	г. Залещики	24 600	1895—1914, 1918, 1920—33, 1942, 1943, 1947—60	50	291
Стырь	г. Луцк	7 200	1923—33, 1935—37, 1939—40, 1944—60	33	129
Синюха	с. Синюхин Брод	16 700	1925—31, 1933—40, 1943—60	33	54,8
Сула	с. Лубны	14 200	1915—19, 1923—40, 1942—60	42	80,9
Ворона	с. Чутановка	5 560	1915—19, 1923—35, 1938—60	41	117
Большой Черемшан	г. Мелекесс	11 800	1936, 1938—60	24	87,2
Белая	г. Стерлитамак	21 000	1919—60	42	177
Ингулец	с. Могиловка	9 280	1926—40, 1943, 1946—60	31	29,0
Чир	ст-ца Обливская	8 540	1924—26, 1929—60	35	47,9
Илек	г. Актюбинск	11 000	1939—60	22	54,8
Большой Узень	г. Новоузенск	7 480	1909—57, 1959, 1960	51	32,1
Сал	ст-ца Батлаевская	19 500	1928—55, 1957—60	32	18,9
Азиатская часть СССР					
Западная Сибирь и Казахстан					
Северная Сосьва	Сосьвинская культбаза	65 200	1938—60	23	293
Пур	п. Самбург	95 100	1939—60	22	296
Турухан	факт. Янов Стан	9 930	1939—60	22	333
Тавда	г. Тавда	81 000	1906—55	50	180
Тура	г. Тюмень	58 500	1896—1959	64	94

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм
Васюган	с. Васюган	31 700	1936—46, 1948—50, 1952—60	23	162
Тым	с. Напас	32 200	1937—60	24	178
Кеть	п. Максимкин Яр	38 400	1937—60	24	180
Исеть	с. Мехонское	52 300	1933—35, 1941—60	23	39,3
Омь	г. Калачинск	47 800	1934—36, 1939, 1941—60	24	41,2
Кия	г. Мариинск	9 820	1936—60	25	464
Томь	г. Томск	57 800	1918—60	43	595
Тобол	г. Кустанай	31 000	1931—60	30	17,6
„	г. Курган	138 000	1912—60	49	10,4
Ишим	г. Петропавловск	118 000	1931—60	30	16,2
Чидерты	свх. Экибастуз	12 100	1933—57	25	4,70
Джаксы-Сары-Су	с. Сарысу	570	1932—60	29	35,9
Алей	с. Хабазино	20 800	1936—60	25	53,5
		Средняя Сибирь			
Гравийка	г. Игарка	323	1938—45, 1947—58, 1960	21	502
Норильская	п. Валек	19 000	1937—58	22	772
Оленек	с. Сухона	127 000	1937—60	24	164
Большой Пит	база Брянка	15 100	1933, 1935—37, 1939—60	26	291
Вилюй	с. Сунтар	202 000	1929—30, 1932—60	31	118
Бирюса	р. п. Суетиха (д. Сполох)	24 700	1929—60	32	325
Иркут	с. Смоленщина	14 800	1931—60	30	303
Илим	д. Сотниково	29 300	1931—60	30	149
Нижняя Тунгуска	с. Подволошино	8 780	1921—27, 1929—32, 1936—39, 1941—60	30	128
Лена	с. Грузновка	41 700	1922—26, 1928—60	38	141

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм
Киренга	д. Шорохово	46 500	1927—60	34	435
Витим	г. Бодайбо	186 000	1925—31, 1933—34, 1936—60	34	257
Шилка	г. Сретенск	175 000	1897—1960	64	66,7
	Восточная Сибирь, Дальний Восток				
Яна	г. Верхоянск	45 300	1936—60	25	101
Колыма	п. Усть-Среднекан	99 400	1933—60	28	230
Камчатка	с. Ключи	45 600	1932—34, 1936, 1940—60	25	515
Алдан	г. Томмот	49 500	1926—27, 1930—32, 1935—60	31	330
Зея	уроч. Зейские Ворота	82 400	1902—26, 1928—60	58	278
Бурея	с. Каменка	67 400	1911—18, 1925—60	44	428
Иман	с. Картун	18 500	1925—60	36	392
Уссури	ст. Кировская (х. Степановский)	24 400	1928—60	33	268
	Дополнительные створы				
Пеледуй	п. Сользавод	12 300	1936—60	25	118
Эбитиэм	местн. Эбетем	1 000	1937, 1939, 1941—60	22	426
Мая	с. Чабда	163 000	1935—44, 1950—60	21	222
Адыча	местн. Урдюк-Кумах	89 600	1940—50, 1952—60	20	165
Сугой	3,2 км ниже впадения р. Омчикчан	5 880	1941—60	20	309
Пыркакай	устье р. Песцовый	103	1942—52, 1954—60	18	268
Амгуема	устье р. Шумный	26 700	1947—49, 1951—55, 1957, 1959—60	11	318
Хасын	Колымское шоссе	682	1942—60	19	410

В ряде случаев были использованы дополнительные данные по стоку средних рек, не имеющих полных 40-летних (в Европейской части СССР) и полных 30-летних (в Азиатской части) рядов наблюдений над стоком. Недостающие данные по стоку некоторых из этих рек за отдельные годы восстановлены по соответствующим аналогам: для тех рек, для которых нельзя было подобрать надежные аналоги, ряды не восстанавливались (реки Кемь, Сула — д. Коткино, Большой Черемшан, Ингулец, Илек).

Для Азиатской части СССР вследствие ее более слабой гидрологической изученности были дополнительно привлечены реки (створы) и с менее продолжительными наблюдениями (реки Гравийка, Эбитиэм, Мая, Адыча, Сугой, Пыркакай, Амгуема и др.), сток которых за недостающие годы также не восстанавливался.

Кроме указанных средних рек, в работе были использованы и другие преимущественно крупные реки Европейской и Азиатской частей СССР, хотя они, как указывалось выше, в отличие от средних, обладают сложным режимом. Крупные реки судоходны, и поэтому наблюдения над стоком этих рек более продолжительны, чем на средних. Использованные водосборы, за исключением самых крупных, показаны на схематической карте (рис. 1).

В работе было уделено внимание восстановлению данных при пропусках наблюдений над годовым и весенним стоком, так как для анализа циклических колебаний стока необходимы непрерывные ряды. С этой целью для рек (створов) с пропусками наблюдений подбирались в тех же физико-географических районах реки-аналоги с более или менее сходными колебаниями стока.

Восстановление пропусков значений годового стока и стока половодья с помощью графиков связи по рекам-аналогам производилось в тех случаях, когда продолжительность пропусков не превышала 5 лет. И только в отдельных случаях, на некоторых реках Азиатской части СССР, восстанавливались ряды, имеющие пропуски в наблюдениях более 5 лет.

В ряде случаев были приближенно восстановлены пропуски в наблюдениях, обусловленные более поздним открытием того или иного гидроствора по сравнению с принятым расчетным периодом (в Европейской части СССР — реки Кола, Пярну, Стырь, Синюха, Чир, Сал; в Азиатской части — реки Северная Сосьва, Пур, Турухан, Васюган, Тым, Кеть, Кия, Алей, Норильская, Оленек, Яна).

В настоящей работе исследованы циклические колебания не только годовых величин стока, но и стока двух основных периодов года: многоводного (половодье) и маловодного (меженъ).

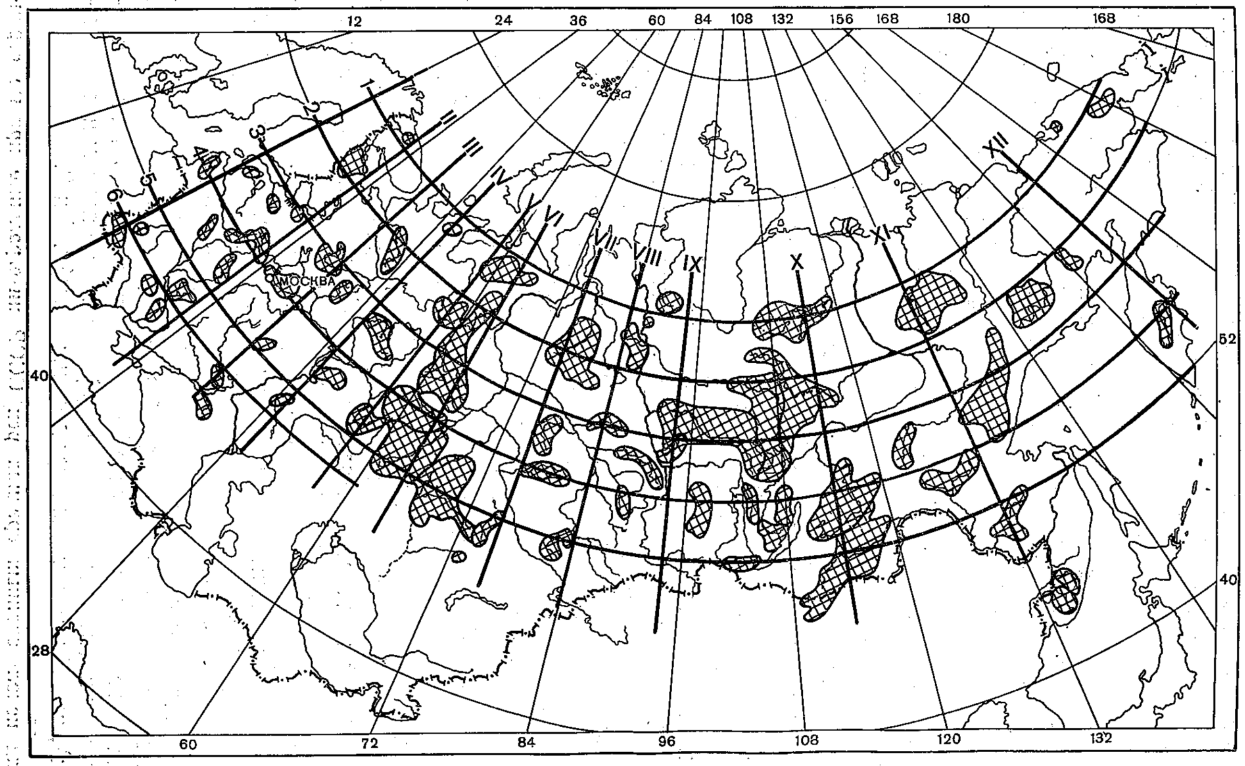


Рис. 1. Схематическая карта речных бассейнов СССР, меридиональных (I, II, III и т. д.) и широтных (1, 2, 3 и т. д.) профилей.

В связи с тем, что на значительной части территории СССР, характеризующейся континентальным климатом, преобладают реки снегового и смешанного питания с весенним и весенне-летним половодьем, для большинства районов в качестве основных периодов года принимались половодье и межень (летняя и зимняя), вполне отражающие многоводную и маловодную части года.

На реках крайнего запада (Прибалтика) и юго-запада Европейской части СССР с неустойчивым зимним режимом и частыми осенними и зимними паводками (реки Пярну, Вента, Неман, Стырь и др.) понятия «половодье» и «межень» как бы стираются. Здесь можно выделить лишь многоводную и маловодную части года. Во избежание излишних пересчетов в работе были приняты обычные календарные годы, единые для всех районов.

Исследование динамики многолетних колебаний стока, как отмечено выше, предусматривает анализ двух важных сторон этих колебаний, а именно цикличность и синфазность или асинфазность стока.

Анализ многолетнего хода годовых величин стока разных рек показывает, что какой-либо периодичности в колебаниях стока не наблюдается. Колебания стока от года к году носят циклический характер, при котором отдельные годы или группы лет с высоким стоком чередуются с отдельными годами или группами лет с низким стоком. Значения годового стока колеблются около средней многолетней величины, не обнаруживая при этом какой-либо закономерной последовательности.

Использование разностных интегральных кривых позволяет в сравнительно наглядной форме исследовать циклические колебания стока рек разных районов, т. е. выявлять степень их синфазности или асинфазности. Степень синхронности или асинхронности стока может быть выявлена с помощью корреляции, а также более простым способом, с помощью коэффициентов относительной водности (Давыдов, 1947) или коэффициентов связи водоносности рек (Кузин, 1953).

В данной работе при изучении закономерностей циклических колебаний стока были использованы нормированные разностные интегральные кривые. При исследовании же синхронности и асинхронности стока использовался метод корреляции.

Для выявления циклических колебаний годового, половодного и меженного стока рек СССР вычислены ординаты и построены интегральные кривые [1] с определением основных параметров стока (нормы стока, коэффициентов вариации и асимметрии), значения которых приведены в табл. 2 и 3.

[1] Для использованных средних рек СССР интегральные кривые строились для годового, половодного и меженного стока; для дополнительных створов и крупных рек — только для годового стока.

В этих таблицах даны характеристики годового стока за период наблюдений, а также годового, половодного и меженного стока рек Европейской части СССР за 40-летний период (1921—1960), а рек Азиатской части за 30-летний период (1931—1960). Статистические параметры (норма стока, коэффициенты вариации и асимметрии) годового стока указанных рек за период наблюдений приняты по данным К. П. Воскресенского (1962), а за расчетные 40 и 30-летние периоды были вычислены графо-аналитическим способом (Алексеев, 1960). В подавляющем большинстве случаев эмпирические кривые обеспеченности удовлетворяли соотношению $C_s=2C_v$. Как видно из таблиц, основные параметры годового стока за фактический ряд наблюдений и вычисленные за расчетные периоды, за редким исключением, оказываются довольно близкими между собой.

Анализ многолетних колебаний стока с помощью разностных интегральных кривых дает основание считать период 1921—1960 гг. более или менее репрезентативным для определения нормы стока. Справедливость этого положения подтверждается близостью средних значений годового стока с многолетними нормами, полученными Воскресенским (1962) также с учетом циклических колебаний стока.

Одновременно были определены относительные средние квадратичные ошибки 40 и 30-летних «норм» годового, половодного и меженного стока (по формуле $\sigma_n=\frac{100C_v}{\sqrt{n}}\%$, где C_v — коэффициент вариации, а n — число лет наблюдений), которые составляют для годового стока рек тундровой и лесной зон 3—6%, для рек лесостепной зоны 6—9% и для рек степной и полупустынной зон 11—17%. Примерно в таких же пределах располагаются средние квадратичные ошибки норм стока половодья и межени.

Как известно, максимальные ошибки могут в два-три раза превышать среднюю ошибку, т. е. достигать $2\div3\,\sigma_n$. Однако при выборе расчетного периода с учетом циклических колебаний максимальные ошибки устраняются.

Сток на реках Советского Союза изменяется в значительных пределах. Зональные показатели параметров стока на средних равнинных реках Европейской части СССР приведены в табл. 4.

Определенные закономерности отмечаются и в изменении коэффициентов асимметрии стока. Закономерный характер территориального распределения коэффициентов асимметрии вытекает уже из того, что для большинства рек его величина оказывается равной удвоенному значению коэффициентов вариации, которые сами имеют зональный характер пространственного распределения.

На реках Азиатской части СССР значения параметров годового стока подвержены более существенным изменениям (табл. 5).

Параметры годового, половодного

Река	Пункт	Средний годовой за время наблюдений (по К. П. Воскресенскому)		
		сток, мм	C_v	C_s
				Европейская
Кола	1429-й км Окт. ж. д.	338	0,23	0
Сула	д. Коткино	364	0,16	$2C_v$
Уса	с. Петрунь	507	0,20	$4C_v$
Кемь	с Подужемье	293	0,22	0
Пинега	с. Кулогоры	298	0,24	0
Печора	с. Троицко-Печорск	458	0,16	0
Пярну	д. Орекюла	302	0,35	$2C_v$
Луга	ст. Толмачево	231	0,27	$2C_v$
Сясь	д. Яхново	266	0,27	$2C_v$
Сухона	д. Рабаньга	283	0,29	$2C_v$
Унжа	г. Макарьев	269	0,28	$2C_v$
Вятка	г. Киров	246	0,23	$2C_v$
Вента	г. Кулдига	244	0,26	$2C_v$
Неман	г. Смалининкай	213	0,17	$2C_v$
Западная Двина	г. Витебск	264	0,27	$2C_v$
То же	г. Даугавпилс	229	0,23	$2C_v$
Волга	г. Старица	239	0,25	$2C_v$
Клязьма	г. Владимир	163	0,28	$2C_v$
Березина	г. Бобруйск	183	0,21	$2C_v$
Десна	г. Брянск	197	0,24	$2C_v$
Уфа	г. Караидель	213	0,33	$2C_v$
Днестр	г. Залещики	291	0,33	$2C_v$
Стырь	г. Луцк	129	0,27	$2C_v$
Синюха	с. Синюхин Брод	55	0,42	$2C_v$
Сула	г. Лубны	81	0,50	$2C_v$
Ворона	с. Чутановка	117	0,40	$2C_v$
Большой Черемшан	г. Мелекесс	87	0,39	$2C_v$
Белая	г. Стерлитамак	177	0,44	$2C_v$
Ингулец	с. Могиловка	29	0,70	$2C_v$
Чир	ст-ца Обливская	48	0,73	$2C_v$
Илек	г. Актюбинск	55	0,88	$2C_v$
Большой Узень	г. Новоузенск	32	0,74	$2C_v$
Сал	ст-ца Батлаевская	19	1,03	$2C_v$
				Азиатская
				Западная Сибирь
Северная Сосьва	Сосьвинская культбаза	290	0,29	$2C_v$
Пур	пос. Самбург	290	0,13	$2C_v$
Турухан	факт. Янов Стан	320	0,13	$2C_v$
Тавда	г. Тавда	180	0,44	$3C_v$
Тура	г. Тюмень	94	0,44	$2C_v$
Васюган	с. Васюган	153	0,25	$2C_v$
Тым	с. Напас	175	0,20	$2C_v$
Кеть	п. Максимкин Яр	186	0,19	$2C_v$
Исеть	с. Мехонское	41	0,67	$2C_v$

Таблица 2

и меженного стока рек СССР

Средний за период									Средняя квадратическая ошибка среднего за период стока σ%		
годовой			половодье			межень					
сток, мм	C_v	C_s	сток, мм	C_v	C_s	сток, мм	C_v	C_s	годового	половодья	меженного
часть СССР											
342	0,23	C_v	188	0,29	C_v	154	0,30	$2C_v$	3,6	4,6	4,7
362	0,17	$2C_v$	236	0,22	0	126	0,35	$2C_v$	2,7	3,5	5,5
505	0,18	$4C_v$	345	0,22	$3C_v$	160	0,34	$2C_v$	2,8	3,5	5,4
287	0,24	0	139	0,38	0	148	0,32	$2C_v$	3,8	6,0	5,1
302	0,26	0	165	0,28	$2C_v$	137	0,50	$3C_v$	4,1	4,4	7,9
448	0,20	0	263	0,21	0	185	0,34	C_v	3,2	3,3	5,4
296	0,37	$2C_v$	214	0,38	$2C_v$	82	0,56	$3C_v$	5,8	6,0	8,8
232	0,27	$2C_v$	122	0,40	$3C_v$	110	0,45	$3C_v$	4,3	6,3	7,1
269	0,28	$2C_v$	129	0,34	$3C_v$	140	0,44	$3C_v$	4,4	5,4	6,9
266	0,27	$2C_v$	146	0,35	$2C_v$	120	0,42	$2C_v$	4,3	5,5	6,6
274	0,32	$2C_v$	159	0,34	$2C_v$	115	0,59	$3C_v$	5,0	5,4	9,3
227	0,24	$2C_v$	147	0,26	$2C_v$	80	0,42	$3C_v$	3,8	4,1	6,6
244	0,28	$2C_v$	184	0,31	$2C_v$	60	0,29	$3C_v$	4,4	4,9	4,6
220	0,17	$2C_v$	132	0,22	$2C_v$	87	0,25	$2C_v$	2,7	3,5	4,0
262	0,27	$2C_v$	146	0,34	$2C_v$	116	0,48	C_v	4,3	5,4	7,5
234	0,23	$2C_v$	129	0,32	$2C_v$	105	0,38	$2C_v$	3,6	5,1	6,0
231	0,23	$2C_v$	110	0,30	$2C_v$	121	0,34	C_v	3,6	4,7	5,4
165	0,27	$2C_v$	90	0,41	$2C_v$	75	0,41	$2C_v$	4,3	6,5	6,5
180	0,25	$2C_v$	84	0,37	$2C_v$	96	0,31	$2C_v$	3,9	5,8	4,9
195	0,28	$2C_v$	107	0,37	$2C_v$	88	0,35	$3C_v$	4,4	5,8	5,5
209	0,34	$2C_v$	120	0,34	$2C_v$	89	0,52	$3C_v$	5,4	5,4	8,2
277	0,28	$2C_v$	—	—	—	—	—	—	4,4	—	—
141	0,41	$2C_v$	86	0,42	$2C_v$	55	0,42	$3C_v$	6,5	6,6	6,6
62	0,50	$2C_v$	36	0,78	$2C_v$	26	0,45	$2C_v$	7,9	12,3	7,1
72	0,53	$2C_v$	44	0,55	$2C_v$	28	0,62	$2C_v$	8,3	8,7	9,8
110	0,42	$2C_v$	74	0,54	$2C_v$	36	0,30	$3C_v$	6,6	8,5	4,7
85	0,44	$2C_v$	62	0,49	$2C_v$	23	0,42	$2C_v$	7,0	7,8	6,6
180	0,46	$2C_v$	128	0,41	$2C_v$	52	0,62	$3C_v$	7,3	6,5	9,8
32	0,84	$2C_v$	24	1,00	$2C_v$	8	0,66	$2C_v$	13,4	15,8	10,5
46	0,69	$2C_v$	34	0,90	$2C_v$	12	0,53	$3C_v$	11,0	14,1	8,3
56	0,78	$2C_v$	50	0,84	$2C_v$	6	0,41	0	12,4	13,4	6,5
29	0,86	$2C_v$	29	0,86	$2C_v$	—	—	—	13,7	13,7	—
21	0,83	$2C_v$	18	1,07	$2C_v$	3	1,09	$2C_v$	13,1	16,9	17,2
часть СССР и Казахстан											
289	0,25	$2C_v$	222	0,30	$2C_v$	67	0,24	$2C_v$	4,6	5,5	4,4
301	0,10	0	225	0,12	0	76	0,15	$2C_v$	1,8	2,2	2,7
340	0,14	0	244	0,18	$2C_v$	96	0,40	$2C_v$	2,6	3,3	7,3
166	0,48	$3C_v$	127	0,55	$3C_v$	39	0,94	$2C_v$	8,8	10,0	17,2
93	0,50	$3C_v$	59	0,60	$2C_v$	34	0,82	$2C_v$	9,1	11,0	15,0
154	0,32	$2C_v$	98	0,33	$2C_v$	56	0,53	$2C_v$	5,8	6,0	9,7
166	0,26	C_v	96	0,31	C_v	70	0,35	0	4,8	5,7	6,4
171	0,26	$2C_v$	123	0,29	$2C_v$	48	0,53	$2C_v$	4,8	5,3	9,7
35	0,70	$3C_v$	21	0,88	$3C_v$	14	0,63	$3C_v$	12,8	16,1	11,5

Река	Пункт	Средний годовой за время наблюдений (по К. П. Воскресенскому)		
		сток, мм	C_v	C_s
Омь	г. Калачинск	40	0,79	$2C_v$
Кия	г. Мариинск	420	0,27	$2C_v$
Томь	г. Томск	595	0,21	$2C_v$
Тобол	г. Кустанай	18	1,11	$2C_v$
„	г. Курган	10,4	1,04	$2C_v$
Ишим	г. Петропавловск	16,5	0,98	$2C_v$
Чидерты	свх. Экибастуз	4,7	1,11	$2C_v$
Джаксы-Сары-Су	с. Сарысу	36	1,04	$2C_v$
Алей	с. Хабазино	51	0,28	$2C_v$
				Средняя
Гравийка	г. Игарка	491	0,19	$2C_v$
Норильская	пос. Валек	765	0,13	$2C_v$
Оленек	с. Сухана	168	0,24	0
Большой Пит	база Брянка	282	0,16	$2C_v$
Вилюй	с Сунтар	117	0,26	$2C_v$
Бирюса	р. п. Суетиха (д. Сполох)	325	0,20	$2C_v$
Иркут	с. Смоленщина	300	0,17	$2C_v$
Илим	д. Сотниково	146	0,20	$2C_v$
Нижняя Тунгуска	с. Подволошино	125	0,23	$2C_v$
Лена	с. Грузновка	141	0,32	$2C_v$
Киренга	д. Шорохово	438	0,16	$2C_v$
Витим	г. Бодайбо	256	0,26	$2C_v$
Шилка	г. Сретенск	67	0,39	$2C_v$
				Восточная Сибирь,
Яна	г. Верхоянск	103	0,35	0
Колыма	п. Усть-Среднекан	231	0,23	0
Камчатка	с. Ключи	510	0,09	$2C_v$
Алдан	г. Томмот	328	0,21	$2C_v$
Зея	уроч. Зейские Ворота	274	0,32	$2C_v$
Бурея	с. Каменка	422	0,25	0
Иман	с. Картун	384	0,25	0
Уссури	ст. Кировская (х. Степановский)	287	0,26	$2C_v$
				Дополнитель
Пеледуй	пос. Сользавод	113	0,24	$2C_v$
Эбитиэм	местн. Эбетем	438	0,18	$2C_v$
Мая	с. Чабда	222	0,26	$2C_v$
Адыча	местн. Урдюк-Кумах	162	0,21	0
Сугой	3,2 км ниже впадения р. Омчикчан	313	0,25	$2C_v$
Пыркакай	Устье р. Песцовый	277	0,34	$4C_v$
Амгуема	Устье р. Шумный	316	0,24	$2C_v$
Хасын	Колымское шоссе	404	0,37	$2C_v$

Примечания: 1. Средние за период параметры стока вычислены для 1960 гг.

2. Для дополнительных створов сток половодья и межени не подсчитывался.

Средний за период									Средняя квадратическая ошибка среднего за период стока σ%		
годовой			половодье			межень					
сток, мм	C_v	C_s	сток, мм	C_v	C_s	сток, мм	C_v	C_s	годового	половодья	меженного
39	0,85	$2C_v$	23	0,80	$2C_v$	16	1,10	$2C_v$	15,5	14,6	20,1
448	0,27	$3C_v$	401	0,29	$3C_v$	47	0,30	$3C_v$	4,9	5,3	5,5
576	0,20	$2C_v$	400	0,20	$2C_v$	176	0,28	$2C_v$	3,7	3,7	5,1
18	1,19	$2C_v$	15	1,36	$2C_v$	3	0,67	$2C_v$	21,7	24,8	12,2
11	1,11	$2C_v$	8	1,30	$2C_v$	3	1,00	$2C_v$	20,2	23,7	18,3
16	1,28	$2C_v$	15	1,26	$2C_v$	1	0,62	$2C_v$	23,4	23,0	11,3
5	1,20	$2C_v$	4,5	1,23	$2C_v$	0,5	0,84	$2C_v$	21,9	22,4	15,3
36	1,04	$2C_v$	32	1,15	$2C_v$	4	1,21	$2C_v$	19,2	21,0	22,0
51	0,38	$3C_v$	42	0,42	$3C_v$	9	0,42	$3C_v$	6,9	7,7	7,7
Сибирь											
484	0,21	$3C_v$	425	0,23	$2C_v$	59	0,32	$3C_v$	3,8	4,2	5,8
772	0,12	0	666	0,16	0	106	0,13	$3C_v$	2,2	2,9	2,4
164	0,26	0	158	0,28	0	6	0,20	$3C_v$	4,7	5,1	3,7
283	0,22	$2C_v$	246	0,24	$2C_v$	37	0,22	0	4,0	4,4	4,0
118	0,27	$2C_v$	108	0,27	$2C_v$	10	0,17	$3C_v$	4,9	4,9	3,1
333	0,20	$2C_v$	263	0,25	$2C_v$	70	0,14	$2C_v$	3,7	4,6	2,6
303	0,16	$2C_v$	274	0,17	0	29	0,19	$2C_v$	2,9	3,1	3,5
149	0,20	0	81	0,27	0	68	0,22	0	3,7	4,9	4,0
127	0,25	0	82	0,29	0	45	0,29	$2C_v$	4,6	5,3	5,3
153	0,29	$2C_v$	117	0,35	$2C_v$	36	0,22	$2C_v$	5,3	6,4	4,0
449	0,16	C_v	386	0,17	0	63	0,11	0	2,9	3,1	2,0
258	0,26	$2C_v$	246	0,27	$2C_v$	12	0,21	$3C_v$	4,8	4,9	3,8
74	0,32	$2C_v$	72	0,30	$3C_v$	2	0,37	$3C_v$	4,7	5,5	6,8
Дальний Восток											
101	0,32	$2C_v$	99	0,33	$2C_v$	2	0,60	$2C_v$	5,8	6,0	11,0
230	0,23	0	219	0,25	0	11	0,63	$3C_v$	4,3	4,7	11,5
508	0,10	$2C_v$	293	0,14	$2C_v$	215	0,08	$2C_v$	1,8	2,6	1,5
329	0,22	$2C_v$	286	0,26	$2C_v$	43	0,22	$3C_v$	4,0	4,7	4,0
290	0,34	$2C_v$	229	0,33	$2C_v$	61	0,34	$2C_v$	6,2	6,0	6,2
419	0,23	0	371	0,24	0	48	0,27	$2C_v$	4,2	4,4	4,9
392	0,29	0	364	0,28	$2C_v$	28	0,22	$3C_v$	5,3	5,1	4,0
268	0,24	$3C_v$	248	0,28	$3C_v$	20	0,33	$3C_v$	4,3	5,1	6,0
ные створы											
118	0,28	$2C_v$	—	—	—	—	—	—	5,1	—	—
423	0,20	$2C_v$	—	—	—	—	—	—	3,6	—	—
214	0,26	$3C_v$	—	—	—	—	—	—	4,7	—	—
168	0,23	$2C_v$	—	—	—	—	—	—	4,2	—	—
309	0,25	$2C_v$	—	—	—	—	—	—	4,6	—	—
264	0,35	$3C_v$	—	—	—	—	—	—	6,4	—	—
324	0,22	$3C_v$	—	—	—	—	—	—	4,0	—	—
410	0,32	$2C_v$	—	—	—	—	—	—	5,8	—	—

рек Европейской части за 1921—1960 гг., а для рек Азиатской части за 1931—

Таблица 3

Параметры годового стока больших рек СССР

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока	Средняя квадратическая ошибка стока σ %	C_v	C_s
Европейская часть СССР								
Северная Двина	с. Усть-Пинега	350 000	1881—1960	80	304	2,3	0,20	$2C_v$
Днепр	г. Киев	328 000	1881—1960	80	131	2,7	0,24	C_v
Припять	г. Мозырь	97 200	1881—1960	80	119	3,6	0,31	C_v
Дон	г. Калач	222 000	1881—1960	80	92	4,1	0,37	$2C_v$
Волга	г. Куйбышев	1 210 000	1881—1958	78	199	2,2	0,19	$2C_v$
Кама	г. Пермь	168 000	1881—1960	80	304	2,2	0,20	$2C_v$
Урал	пос. Кушум	180 000	1921—60	40	57	11,1	0,70	$2C_v$
Азиатская часть СССР								
Тобол	с. Липовка	392 000	1894—1960	67	66	4,9	0,40	$2C_v$
Иртыш	г. Тобольск	956 000	1892—1960	69	71	3,2	0,27	$2C_v$
Енисей	г. Енисейск	1 420 000	1903—60	58	171	1,4	0,11	$2C_v$
Подкаменная Тунгуска	факт. Черный Остров	241 000	1938—60	23	220	2,1	0,10	$2C_v$
Нижняя Тунгуска	пос. Тура	172 000	1939—60	22	268	2,1	0,10	$2C_v$
Лена	с. Табага	913 000	1938—60	23	233	3,5	0,17	$2C_v$
Алдан	Охотский Перевоз	497 000	1936—60	25	259	3,4	0,17	$2C_v$
Яна	местн. Джангкы	217 000	1938—60	23	134	4,2	0,20	0
Индигирка	местн. Воронцово	300 000	1937—60	24	159	3,4	0,17	0
Амур	г. Хабаровск	1 620 000	1896—1960	65	154	3,0	0,24	$2C_v$

Таблица 4

Зональные показатели параметров стока на средних реках Европейской части СССР

Географическая зона	Годовой сток		Сток половодья		Меженный сток	
	слой, мм	коэффициент вариации C_v	слой, мм	коэффициент вариации C_v	слой, мм	коэффициент вариации C_v
Тундровая	400—300	0,15—0,20	250—200	0,20—0,30	150—100	0,20—0,30
Лесная	300—150	0,20—0,30	200—100	0,30—0,40	100—50	0,30—0,50
Лесостепная	150—50	0,40—0,70	100—40	0,40—0,80	50—10	0,50—0,70
Степная и полупустынная	50—5	0,80—1,20	40—5	0,90—1,20	10—0	0,70—1,00

Примечание: Средний годовой сток в горных тундрах северо-западной части Кольского полуострова достигает 500—600 мм.

Таблица 5

Зональные показатели параметров годового стока на средних реках Азиатской части СССР

Географическая зона	Западная Сибирь и Казахстан		Средняя Сибирь		Восточная Сибирь		Дальний Восток и Приморье	
	слой стока, мм	коэффициент вариации C_v	слой стока, мм	коэффициент вариации C_v	слой стока, мм	коэффициент вариации C_v	слой стока, мм	коэффициент вариации C_v
Тундровая . . .	200—250	0,12—0,15	250—300	0,15—0,20	100—250	0,15—0,20	250—300	0,20—0,30
Лесная	250—50	0,20—0,40	300—100	0,20—0,30	250—200	0,20—0,30	300—400	0,20—0,30
Лесостепная . .	50—10	0,50—0,80	100—30	0,40—0,50	200—100	0,30—0,40	400—200	0,30—0,40
Степная	10—5	0,80—1,00	30—10	0,50—0,80	—	—	—	—
Полупустынная	5—3	1,00—1,20	—	—	—	—	—	—

Примечание. Средний годовой сток в горных районах Алтая, Саян, Путорана, Станового хребта и Камчатки достигает 600—1000 мм.

Приступая к анализу распределения по территории маловодных и многоводных фаз циклических колебаний и их показателей (времени наступления, продолжительности n, средних модульных коэффициентов $K_{ср}$, коэффициентов вариации $C_{v\,n}$ и обеспеченности $P\%$), желательно сначала сравнить статистические параметры 40-летнего ряда (1921—1960) для стока за год, половодье и межень с более продолжительными 60—80-летними рядами, средние значения стока которых могут быть приняты за многолетние нормы.

Указанное сравнение возможно только для небольшого числа преимущественно крупных рек, на которых имеются длительные 60—80-летние наблюдения над стоком. Как видно из табл. 6, различие в значениях нормы годового, половодного и меженного стока за 40-летний и более продолжительный ряд (60—80-летний) не превышает 7—10%.

Аналогичные сопоставления статистических параметров 30 и 60-летних рядов произведены и для некоторых средних и больших рек Азиатской части СССР (табл. 7). Как видно из этих данных, водность на реках западной части территории (к западу от р. Енисей) за расчетный период была меньше многолетней нормы ($K=0{,}92\div0{,}98$), а восточной части (к востоку от р. Енисей) — больше ($K=1{,}04\div1{,}07$).

Сравнение коэффициентов вариации годового стока 40-летнего и длительного 80-летнего периодов возможно только для ограниченного числа средних рек (реки Сухона, Вятка, Западная Двина, Неман, Березина, Волга, Ока, Большой Узень), а также для некоторых больших водосборов (реки Днепр, Припять, Волга).

Как видно из табл. 8, коэффициенты вариации 40 и 80-летних рядов стока средних рек очень близки между собой. Наибольшая разница между ними не превышает 0,02. Поэтому коэффициенты вариации, вычисленные по годовым значениям 40-летних рядов стока, без больших погрешностей могут считаться тождественными с коэффициентами, полученными из более длительных рядов.

Если 40-летние ряды рассматривать как n-летки в многолетнем аспекте в ряду таких же 40-леток, то величины коэффициентов вариации стока 40-леток, определенные по формуле $C_{v\,n}=\frac{C_v}{\sqrt{n}}$ (где $n=40$), как для средних, так и для больших рек не превышают 0,03—0,05. Только для р. Большого Узеня, где изменчивость годового стока велика ($C_v=0{,}86$), вариация стока 40-леток ($C_{v\,n}$) повышается до 0,13.

Обеспеченность модульных коэффициентов 40-леток для большей части указанных рек располагается в пределах средних значений (25—75%). Обеспеченность стока 40-летнего ряда

Таблица 6

Отношение годового стока, стока половодья и межени за расчетный период (1921—1960 гг.) к многолетнему (за период наблюдений) на реках Европейской части СССР

Река	Пункт	Площадь бассейна, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм: за период наблюдений: годовой	за период наблюдений: половодье	за период наблюдений: межень	за 1921—60 гг.: годовой	за 1921—60 гг.: половодье	за 1921—60 гг.: межень	Отношение стока за 1921—60 гг. к многолетнему: годовой	половодье	межень
Средние реки													
Сухона	с. Рабанька . .	15 900	1881—1960	80	278	164	114	266	145	120	0,96	0,88	1,05
Тихвинка	с. Горелуха . . .	2 200	1881—1960	80	279	123	156	279	115	164	1,00	0,94	1,05
Западная Двина	г. Витебск . . .	27 300	1881—1960	80	258	144	114	262	146	116	1,02	1,01	1,02
„ „	г. Даугавпилс . .	64 600	1881—1960	80	224	126	98	234	129	105	1,04	1,02	1,07
Неман	г. Смалининкай .	81 200	1881—1960	80	218	123	95	220	132	88	1,01	1,07	0,93
Березина	г. Бобруйск . . .	20 200	1881—1960	80	180	84	96	180	84	96	1,00	1,00	1,00
Десна	г. Брянск . . .	12 400	1895—1960	66	194	105	89	195	107	88	1,00	1,02	0,99
Днестр	г. Залещики . .	24 600	1881—1960	80	290	—	—	277	—	—	0,95	—	—
„	г. Бендеры . . .	66 100	1881—1960	80	147	45	102	137	41	96	0,93	0,91	0,94
Волга	г. Старица . . .	21 100	1891—1960	70	238	113	125	231	110	121	0,97	0,96	0,98
Ока	г. Калуга . . .	54 900	1881—1960	80	170	102	68	162	92	70	0,95	0,90	1,03
Вятка	г. Киров	48 300	1881—1960	80	244	156	88	227	147	80	0,93	0,94	0,91
Большой Узень	г. Новоузенск . .	7 480	1909—60	52	32	—	—	29	—	—	0,91	—	—
Большие реки													
Северная Двина	с. Усть-Пинега . .	350 000	1882—1960	79	302	—	—	298	184	114	0,99	—	—
Днепр	г. Киев	328 000	1881—1960	80	131	68	63	132	71	61	1,01	1,04	0,97
Припять	г. Мозырь	97 200	1881—1960	80	120	72	48	117	71	46	0,98	0,99	0,96
Дон	ст-ца Казанская	102 000	1891—1960	70	102	62	40	103	63	40	1,01	1,01	1,00
Волга	г. Куйбышев . .	1 210 000	1881—1958	78	199	—	—	192	—	—	0,97	—	—
Кама	г. Пермь	168 000	1881—1960	80	304	191	113	301	184	117	0,99	0,96	1,04
Урал	с. Кушум . . .	180 000	1884—1960	77	59	—	—	57	39	18	0,97	—	—

Таблица 7

Отношение годового стока, стока половодья и межени за расчетный период (1931—1960 гг.) к многолетнему (за период наблюдений) на реках Азиатской части СССР

Река	Пункт	Площадь бассейна, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм						Отношение стока за 1931—60 гг. к многолетнему		
					за период наблюдений			за 1931—60 гг.					
					годовой	половодье	межень	годовой	половодье	межень	годовой	половодье	межень
Средние реки													
Тавда	г. Тавда	81 000	1906—55	50	180	—	—	166	—	—	0,92	—	—
Тура	г. Тюмень . . .	58 500	1896—1959	64	94	—	—	93	—	—	0,99	—	—
Лена	с. Грузновка . .	41 700	1922—60	39	141	107	34	153	117	36	1,07	1,09	1,05
Зея	уроч. Зейские Ворота	82 400	1902—60	59	278	219	59	290	229	61	1,04	1,04	1,03
Большие реки													
Тобол	с. Липовка . . .	392 000	1894—1960	67	66	—	—	64,5	—	—	0,98	—	—
Иртыш	г. Тобольск . . .	956 000	1892—1960	69	71	—	—	68	—	—	0,96	—	—
Енисей	г. Енисейск . . .	1 420 000	1903—60	58	171	—	—	175	—	—	1,02	—	—
Амур	г. Хабаровск . .	1 620 000	1896—1960	65	154	—	—	162	—	—	1,06	—	—

Таблица 8

Сравнение коэффициентов вариации 40 и 80-летних рядов годового стока рек Европейской части СССР

Река	Пункт	Площадь бассейна, км²	$C_{v\ 40}$	$C_{v\ 80}$	C_{v_n}	$K_{ср\ n}$	P_n%
		Средние реки					
Сухона	д. Рабаньга	15 900	0,27	0,28	0,04	0,96	85
Тихвинка	с. Горелуха	2 200	0,26	0,25	0,04	1,00	50
Западная Двина	г. Витебск	27 300	0,27	0,27	0,04	1,02	40
Западная Двина	г. Даугавпилс	64 600	0,23	0,25	0,04	1,04	15
Березина	г. Бобруйск	20 200	0,25	0,23	0,04	1,00	50
Волга	г. Старица	21 100	0,23	0,25	0,04	0,97	75
Ока	г. Калуга	54 900	0,25	0,27	0,04	0,95	85
Вятка	г. Киров	48 300	0,24	0,23	0,04	0,93	90
Большой Узень	г. Новоузенск	7 480	0,86	0,84	0,13	0,91	75
		Большие реки					
Днепр	г. Киев	328 000	0,28	0,24	0,04	1,01	40
Припять	г. Мозырь	97 200	0,35	0,32	0,05	0,98	60
Волга	г. Куйбышев	1 210 000	0,21	0,18	0,03	0,97	80

только некоторых рек (Сухона, Вятка, Ока, Волга), равная 80—90%, свидетельствует о некоторой маловодности данного ряда, а обеспеченность рек запада (Западная Двина), равная 15%, — наоборот, о многоводности ряда.

Для выявления общих закономерностей циклических колебаний во избежание излишней детализации при дифференциации стока по обеспеченности были приняты только три основные градации: многоводные, средние и маловодные годы.

При разбивке водности лет на эти группы были приняты следующие градации: многоводные 1—25%, средние 26—74% и маловодные 75—99%. Такие градации, при которых на долю лет средней водности приходится 50% всех лет, применялись и ранее, при исследовании циклических колебаний стока (Кузин, 1953).

Значения модульных коэффициентов принятых градаций водности по биноминальной кривой обеспеченности (при $C_s = 2C_v$) в зависимости от величины коэффициентов вариации приводятся в табл. 9.

Сопоставлять модульные коэффициенты стока отдельных лет, фаз или циклов можно только с учетом коэффициентов вариации стока сравниваемых рек, так как при различных коэффициентах вариации модульные коэффициенты одной и той же

Таблица 9

Модульные коэффициенты отдельных градаций водности

Коэффициент вариации C_v	Многоводные годы $P = (1 \div 25\%)$	Средние годы $P = (26 \div 74\%)$	Маловодные годы $P = (75 \div 99\%)$
0,10	1,25—1,06	1,06—0,93	0,93—0,78
0,20	1,52—1,13	1,12—0,86	0,86—0,59
0,30	1,82—1,18	1,17—0,78	0,78—0,44
0,40	2,16—1,23	1,22—0,72	0,71—0,30
0,50	2,51—1,28	1,26—0,64	0,63—0,21
0,60	2,89—1,31	1,29—0,57	0,56—0,13
0,70	3,29—1,34	1,32—0,50	0,49—0,07
0,80	3,71—1,37	1,34—0,43	0,42—0,04
0,90	4,15—1,38	1,35—0,37	0,35—0,02
1,00	4,60—1,39	1,35—0,30	0,29—0,01

обеспеченности сильно различаются между собой. Как видно из табл. 9, модульные коэффициенты стока 1 и 99%-ной обеспеченности в северных увлажненных районах при коэффициентах вариации порядка 0,10 составляют соответственно 1,25 и 0,78, а в южных засушливых районах при коэффициентах вариации порядка 1,0 они достигают 4,60 и 0,01.

Для определения коэффициентов вариации и обеспеченности средних модульных коэффициентов стока n-леток, т. е. выделенных многоводных, средних и маловодных фаз, служит следующая формула:

$$C_{v\,n} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} K_r,$$

где C_v — коэффициент вариации длинного ряда (в данном случае 40 или 30-летнего; $C_{v\,n}$ — коэффициент вариации выделенных n-леток (или фаз); n — продолжительность n-летки (фазы); K_r — коэффициент, учитывающий коррелятивную связь между смежными величинами стока, определяемый по формуле С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля (1950)

$$K_r = \sqrt{1 + \frac{2}{n} \cdot \frac{r}{1-r}\left(n - \frac{1-r^n}{1+r}\right)},$$

где r — коэффициент корреляции между величинами стока смежных лет.

Величины $C_{v\,n}$ в зависимости от коэффициентов вариации длительного ряда C_v и продолжительности n-летки (фазы) при отсутствии или незначительности коррелятивной связи между смежными величинами стока (r близко к нулю), когда можно принять коэффициент $K_r = 1{,}0$, приведены в табл. 10.

Таблица 10

Коэффициенты вариации n-леток в зависимости от коэффициентов вариации годового стока (при $r=0$)

C_v годового стока	Продолжительность n									
	4	6	8	10	15	20	30	40	50	60
0,10	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
0,20	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
0,30	0,15	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
0,40	0,20	0,16	0,14	0,13	0,10	0,09	0,07	0,06	0,06	0,05
0,50	0,25	0,20	0,18	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06
0,60	0,30	0,25	0,21	0,19	0,15	0,13	0,11	0,09	0,08	0,08
0,70	0,35	0,28	0,25	0,22	0,18	0,16	0,13	0,11	0,10	0,09
0,80	0,40	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10
0,90	0,45	0,37	0,32	0,28	0,23	0,20	0,16	0,14	0,13	0,12
1,00	0,50	0,41	0,35	0,32	0,26	0,22	0,18	0,16	0,14	0,13
1,20	0,60	0,49	0,42	0,38	0,31	0,27	0,21	0,19	0,17	0,16
1,50	0,75	0,62	0,53	0,48	0,39	0,34	0,27	0,24	0,21	0,19

Для некоторых рек коэффициенты корреляции между стоком смежных лет имеют существенное положительное значение ($r=0{,}3 \div 0{,}5$). При подсчетах коэффициентов вариации n-леток ($C_{v\,n}$) приходится считаться с величинами K_r только в тех случаях, когда они существенно превышают единицу.

Значения коэффициентов K_r, подсчитанные по указанной выше формуле в зависимости от величины коэффициентов корреляции r и от числа членов ряда n, приведены в табл. 11.

Таблица 11

Значения коэффициентов K_r в зависимости от коэффициентов корреляции стока смежных лет r и числа членов ряда n

r	n					
	2	5	10	20	40	60
0,10	1,06	1,08	1,09	1,10	1,10	1,10
0,20	1,14	1,19	1,21	1,21	1,22	1,22
0,30	1,25	1,31	1,34	1,35	1,35	1,36
0,40	1,39	1,46	1,50	1,51	1,52	1,52
0,50	1,58	1,65	1,69	1,71	1,72	1,72

Коэффициенты корреляции между стоком смежных лет большинства рек заключаются в пределах 0—0,25, причем величина вероятной ошибки $\sigma_r=0{,}674\,\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$ нередко превосходит

величину самого коэффициента корреляции. Для рек, сток которых значительно зарегулирован озерами или карстовыми образованиями, а также для некоторых больших рек (например, р. Волга — г. Куйбышев) значения коэффициентов корреляции могут достигать 0,40—0,50 и более.

Теснота внутрирядной связи годовых, половодных и меженных значений стока рек Европейской и Азиатской частей СССР определялась с помощью коэффициентов корреляции стока смежных лет r (табл. 12 и 13).

На реках Европейской части СССР значения r в подавляющем большинстве случаев (около 80%) не выходят за пределы 0,30—0,40. Лишь на реках с большой зарегулированностью стока коэффициенты корреляции стока смежных лет более 0,50 (реки Белая, Уфа и др.).

Реки Азиатской части СССР отличаются более высокими значениями коэффициентов корреляции r по сравнению с реками Европейской части. Количество случаев с низкими значениями коэффициентов корреляции годового стока смежных лет, в пределах 0—0,40, на реках Азиатской части СССР составляют около 60%. Наиболее высокие значения этих коэффициентов, превышающие 0,50, отмечаются для рек Тобола, Оми, Вилюя и Витима. Коэффициенты корреляции стока смежных лет для половодья и межени, как правило, оказываются ниже, чем для годового стока.

Обеспеченность стока n-летки (или фазы) определяется по соответствующему среднему модульному коэффициенту стока этой n-летки (фазы), который вычисляется по разностным интегральным кривым [1] и коэффициенту вариации стока данной n-летки $C_{v\,n}$ с помощью таблицы Фостера—Рыбкина. Определив обеспеченность среднего модульного коэффициента данной n-летки или фазы, нетрудно установить с помощью табл. 9 градацию водности этой фазы (многоводный, средний, маловодный год).

Вычисленные обеспеченности модульных коэффициентов многоводных и маловодных n-леток в отдельных случаях получались очень малыми (порядка 0,1 или 99,9%). Учитывая невысокую надежность вычислений в связи с ограниченной продолжительностью наблюдений, очень малые значения обеспеченности округлялись до 1%, а очень большие — до 99%.

---

[1] Определение средних модульных коэффициентов многоводных, средних и маловодных фаз стока производится по интегральным кривым с помощью выражения $K_{ср} = \frac{t_к - t_н}{n} + 1$, где $t_к$ и $t_н$ — конечная и начальная ординаты данной фазы и n — число лет в этой фазе. Начальная и конечная ординаты определяются по данным графы $\Sigma(K-1)$ в таблице для вычисления интегральной кривой.

Таблица 12

Коэффициенты корреляции стока смежных лет ($r \pm \sigma_r$) рек Европейской части СССР 1921—1960 гг.

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Годовой сток	Сток половодья	Сток межени
Кола	1429-й км Окт. ж. д.	3 780	0,02—0,10	0,15—0,10	0,24—0,10
Луга	ст. Толмачево	6 320	0,40—0,09	—0,02—0,11	0,15—0,10
Сясь	д. Яхново	6 230	0,35—0,09	0,16—0,10	0,10—0,10
Сухона	д. Рабанька	15 900	0,16—0,10	0,01—0,11	0,20—0,10
Пярну	д. Орекюла	5 180	0,29—0,10	0,23—0,10	0,35—0,09
Вента	г. Кулдига	8 320	0,29—0,10	0,27—0,10	0,24—0,10
Западная Двина	г. Витебск	27 300	0,19—0,10	—0,05—0,11	0,07—0,10
Волга	г. Старица	21 100	0,09—0,10	—0,16—0,10	0,15—0,10
Клязьма	г. Владимир	15 200	0,25—0,10	—0,09—0,10	0,10—0,10
Березина	г. Бобруйск	20 200	0,12—0,10	—0,29—0,10	0,54—0,08
Десна	г. Брянск	12 400	0,16—0,10	—0,05—0,11	0,08—0,10
Стырь	г. Луцк	7 200	0,26—0,10	0,25—0,11	0,24—0,10
Сула	г. Лубны	14 200	0,20—0,10	—0,01—0,11	0,43 —
Синюха	с. Синюхин Брод	16 700	—0,04—0,11	0,07—0,10	0,07—0,10
Чир	ст-ца Обливская	8 540	—0,04—0,11	—0,07—0,10	0,24—0,10
Сал	ст-ца Батлаевская	19 500	—0,02—0,11	0,05—0,11	0,24—0,10
Уса	с. Петрунь	31 200	—0,08—0,10	—0,05—0,11	0,08—0,10
Печора	с. Троицко-Печорск	35 400	0,45—0,08	0,29—0,10	0,18—0,10
Пинега	с. Кулогоры	37 000	0,40—0,09	—0,14—0,10	0,40—0,09
Унжа	г. Макарьев	18 500	0,45—0,08	0,20—0,10	0,40—0,09
Вятка	г. Киров	48 300	0,51—0,08	0,28—0,10	0,22—0,10
Ворона	с. Чутановка	5 560	0,18—0,10	0,07—0,10	0,56—0,07
Уфа	г. Караидель	36 600	0,54—0,08	0,11—0,10	0,45—0,08
Белая	г. Стерлитамак	21 000	0,53—0,08	0,50—0,08	0,24—0,10
Большой Узень	г. Новоузенск	7 480	0,15—0,10	0,15—0,10	— —

Примечание. Величины среднего годового стока и коэффициента вариации за период 1921—1960 гг. приведены в табл. 2.

Таблица 13

Коэффициенты корреляции стока смежных лет ($r \pm \sigma_r$) рек Азиатской части СССР
1931—1960 гг.

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Годовой сток	Сток половодья	Сток межени
Северная Сосьва	Сосьвинская культбаза	65 200	—0,10—0,12	—0,11—0,12	—0,02—0,12
Пур	п. Самбург	95 100	0,35—0,11	0,32—0,11	0,08—0,12
Турухан	факт. Янов Стан	9 930	—0,25—0,11	—0,42—0,10	—0,12—0,11
Тавда	г. Тавда	81 000	0,46—0,10	0,45—0,10	—0,14—0,12
Тура	г. Тюмень	58 500	0,46—0,10	0,44—0,10	0,04—0,12
Васюган	с. Васюган	31 700	0,45—0,10	0,32—0,11	0,14—0,12
Тым	с. Напас	32 200	0,16—0,12	0,47—0,10	0,36—0,11
Кеть	с. Максимкин Яр	38 400	0,39—0,10	0,38—0,10	0,22—0,12
Исеть	с. Мехонское	52 300	0,58—0,08	0,38—0,10	0,02—0,12
Омь	г. Калачинск	47 800	0,64—0,07	0,41—0,10	0,53—0,09
Кия	г. Мариинск	9 820	0,26—0,11	0,23—0,12	0,11—0,12
Тобол	г. Кустанай	31 000	0,53—0,09	0,41—0,10	0,53—0,09
„	г. Курган	138 000	0,43—0,10	0,44—0,10	0,18—0,12
Ишим	г. Петропавловск	118 000	0,39—0,10	0,46—0,10	0,58—0,08
Чидерты	свх. Экибастуз	12 100	0,24—0,12	0,27—0,11	0,26—0,11
Алей	с. Хабазино	20 800	0,00—0,12	—0,10—0,12	0,14—0,12
Большой Пит	база Брянка	15 100	0,06—0,12	0,09—0,12	—0,02—0,12
Бирюса	р-п Суетиха	24 700	—0,18—0,12	—0,17—0,12	—0,09—0,12

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	Годовой сток	Сток половодья	Сток межени
Иркут	с. Смоленщина	14 800	0,19—0,12	0,15—0,12	0,30—0,11
Илим	д. Сотниково	29 300	0,10—0,12	0,06—0,12	0,34—0,11
Нижняя Тунгуска	с. Подволошино	8 780	0,08—0,12	0,08—0,12	0,08—0,12
Лена	с. Грузновка	41 700	0,06—0,12	—0,02—0,12	0,32—0,11
Киренга	д. Шорохово	46 500	—0,20—0,12	—0,19—0,12	0,12—0,12
Витим	г. Бодайбо	186 000	0,52—0,09	0,51—0,09	0,36—0,11
Вилюй	с. Сунтар	202 000	0,50—0,09	0,49—0,09	0,37—0,11
Колыма	п. Усть-Среднекан	99 400	0,24—0,12	0,22—0,12	0,22—0,12
Камчатка	с. Ключи	45 600	—0,02—0,12	—0,11—0,12	0,03—0,12
Алдан	г. Томмот	49 500	0,13—0,12	0,14—0,12	0,10—0,12
Зея	уроч. Зейские Ворота	82 400	0,08—0,12	0,07—0,12	0,08—0,12
Бурея	с. Каменка	67 400	—0,03—0,12	—0,07—0,12	0,02—0,12
Иман	с. Картун	18 500	0,04—0,12	0,01—0,12	0,36—0,11
Уссури	ст. Кировская (х. Степановский)	24 400	—0,11—0,12	—0,08—0,12	0,24—0,12

Примечание. Величины среднего годового стока и коэффициента вариации за период 1931—1960 гг. приведены в табл. 2.

ГЛАВА 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ СТОКА РЕК СССР

Характеристика маловодных и многоводных фаз циклических колебаний годового, половодного и меженного стока

В связи с тем, что водность отдельных лет может зависеть от местных погодных условий (например, от выпадения больших осадков на ограниченной площади), территориальные изменения водности этих лет часто не отражают зональные закономерности. Поэтому зональные закономерности многолетних колебаний водности по территории целесообразнее изучать по колебаниям стока не отдельных лет, а групп лет, осредняющих случайные отклонения (маловодные или многоводные фазы либо осредненные значения водности по *n*-леткам).

Выделение маловодных, средних и многоводных фаз циклических колебаний годового, половодного и меженного стока произведено на разностных интегральных кривых по основным переломным точкам (рис. 2).

Основные переломные точки (годы) намечались по ряду рек, т. е. по их совокупности, так как переломы водности отдельных лет или очень коротких фаз на некоторых реках, не подтвержденные такими же переломами на соседних реках, могут иметь случайный характер.

Наличие внутри выделенных маловодных (или многоводных) фаз одного или нескольких многоводных (маловодных) лет нередко служит причиной для разделения этих фаз на группы меньшей продолжительности. Однако при выявлении наиболее выраженных и продолжительных маловодных (многоводных) группировок такие переломные точки являются несущественными и без ущерба могут не учитываться. Малые волны в изменениях водности вызываются не макросиноптическими процессами, а, по-видимому, местными погодными аномалиями

(например, выпадение осадков на небольшой площади, не характерное для всего района).

Выделять маловодные и многоводные фазы циклических колебаний стока на разностных интегральных кривых довольно сложно, так как требуется увязка не только между соседними реками, но и между годовым стоком и его частями (половодье, межень) на каждом отдельном створе.

Анализ маловодных и многоводных фаз удобнее начать с годового стока, а затем рассмотреть соответствующие изменения в стоке половодья и межени. Этот анализ имеет целью выявле-

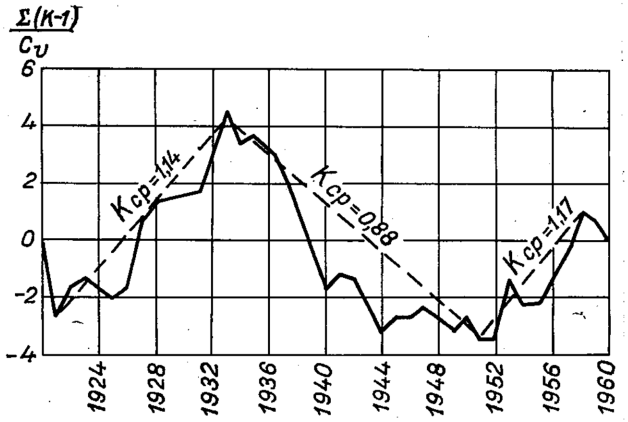


Рис. 2. Нормированная разностная интегральная кривая модульных коэффициентов годового стока р. Западной Двины у г. Витебска (C_v=0,27).

ние как общих закономерностей, так и частных различий в колебаниях стока. В результате анализа интегральных кривых были выделены достаточно четко выраженные маловодные, средние и многоводные фазы как малой (2—8 лет), так и большой продолжительности (10—20 и даже 30 лет).

Показатели продолжительности маловодных, многоводных и средневодных фаз стока на реках Европейской части СССР даны в табл. 14.

Как видно из этой таблицы, продолжительность маловодных фаз годового стока колеблется от 2—3 до 22 лет, многоводных — до 13 лет и средних — до 18 лет [1]. Наибольшая продолжительность различных фаз стока половодья изменяется в тех же пределах, что и годового стока. Наибольшая же длитель-

[1] Распределение группировок по продолжительности, полученное из коротких рядов наблюдений (30—40 лет), в известной мере имеет случайный характер, а определение фаз большой продолжительности является недостаточно обоснованным.

Таблица 14

Количество маловодных, многоводных и средневодных фаз стока различной продолжительности на реках Европейской части СССР

Фаза стока	Число лет в фазе																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Годовой сток																														
Маловодная	4	16	1	1	10	1	1	1	—	1	4	3	1	1	1	1	1	8	3	—	1	2								
Многоводная	—	3	7	4	—	1	12	10	3	5	4	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
Средняя	—	7	1	—	1	—	1	2	—	3	—	3	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—								
Сток половодья																														
Маловодная	2	11	1	2	8	3	1	1	1	5	3	3	2	—	—	2	—	8	—	—	1	3								
Многоводная	—	1	9	9	3	3	3	9	2	6	6	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
Средняя	4	6	1	—	3	—	—	—	1	2	—	2	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—								
Меженный сток																														
Маловодная	3	6	1	3	6	2	—	1	—	2	3	4	2	1	—	—	3	3	2	—	1	2	—	2	1	1	—	2	—	1
Многоводная	1	3	4	3	2	1	7	8	8	2	2	5	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Средняя	1	8	1	—	1	—	—	4	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ность маловодных фаз меженного стока достигает 28—30 лет, тогда как для многоводных и средневодных фаз она не выходит за пределы 15—16 лет.

Однако наиболее часто встречающиеся продолжительности маловодных фаз годового стока не превышают 18 лет (92% всех случаев), многоводных и средневодных фаз — до 10—12 лет (85—98% всех случаев). Наиболее часто встречающиеся маловодные группировки стока половодья также не превышают 18 лет (93% всех случаев), а аналогичные группировки меженного стока — 20 лет (81% всех случаев). Характеристики продолжительности и модульных коэффициентов маловодных, многоводных и средневодных фаз годового, половодного и меженного стока рек Европейской части СССР, обобщенные по географическим зонам, приведены в табл. 15.

В качестве общего вывода можно отметить, что маловодные фазы годового стока на реках западных и центральных районов Европейской части СССР (свыше 18 лет) оказываются продолжительнее, чем на реках восточных районов. Модульные же коэффициенты маловодных фаз на реках восточных районов существенно ниже, чем на реках западных районов. Самые низкие модульные коэффициенты годового стока были отмечены на реках Сале ($K_{ср.\ 1935-39}=0{,}58$), Чире ($K_{ср.\ 1933-39}=0{,}55$), Большом Черемшане ($K_{ср.\ 1935-40}=0{,}53$) и Большом Узене ($K_{ср.\ 1933-40}=0{,}17$). Модульные коэффициенты маловодных фаз стока изменяются в зависимости от продолжительности фазы: коротким фазам соответствуют меньшие значения, а длительным — большие.

Существенно отметить, что наинизшие и наивысшие значения модульных коэффициентов маловодных, многоводных и средневодных фаз половодья и меженного стока оказываются очень близкими между собой.

Показатели продолжительности маловодных, многоводных и средневодных фаз стока на реках Азиатской части СССР приведены в табл. 16.

Как видно из этой таблицы, наибольшая продолжительность фаз годового и половодного стока достигает 14—15 лет, а меженного — 20—22 года. Наиболее часто встречающиеся продолжительности различных фаз годового стока не превышают 10—12 лет, различных фаз стока половодья — не более 8—10 лет и различных фаз меженного стока — не свыше 13—15 лет.

При сопоставлении наибольших продолжительностей маловодных, многоводных и средневодных фаз годового, половодного и меженного стока на реках Европейской и Азиатской частей СССР наглядно проявляется их различие (табл. 17).

Наиболее резко различия проявляются в маловодных фазах, которые на реках Европейской части СССР оказываются более продолжительными, чем на реках Азиатской части. Причина

Таблица 15

Наибольшая продолжительность фаз (n), наименьшие модульные коэффициенты маловодных фаз (K_1) и наибольшие модульные коэффициенты многоводных фаз (K_2) на реках Европейской части СССР

Географическая зона	Годовой сток				
	маловодная		многоводная		средняя
	n	K_1	n	K_2	n
Тундровая	12—18	0,6—0,9	11—13	1,2—1,5	10—12
Лесная	18—22	0,6—0,9	11—13	1,2—1,5	10—12
Лесостепная	15—18	0,5—0,8	8—12	1,4—2,5	10—12
Степная	15—18	0,4—0,7	6—12	1,5—2,6	12—18
Полупустынная	8—10	0,2—0,5	6—10	1,5—2,6	12—18

Географическая зона	Сток половодья				
	маловодная		многоводная		средняя
	n	K_1	n	K_2	n
Тундровая	12—13	0,6—0,9	12—13	1,2—1,5	10—12
Лесная	20—22	0,6—0,9	12—13	1,2—1,5	10—12
Лесостепная	15—18	0,5—0,8	8—9	1,3—2,5	16—19
Степная	15—18	0,4—0,8	8—9	1,5—2,6	16—19
Полупустынная	8—10	0,3—0,8	8—9	1,5—2,6	12—18

Географическая зона	Меженный сток				
	маловодная		многоводная		средняя
	n	K_1	n	K_2	n
Тундровая	18—24	0,5—0,8	8—12	1,2—1,6	8
Лесная	20—28	0,5—0,8	10—12	1,2—1,6	8—12
Лесостепная	20—30	0,3—0,7	8—9	1,6—2,6	8—15
Степная	20—30	0,3—0,7	8—9	1,6—2,6	8
Полупустынная	—	—	—	—	—

Таблица 16

Количество маловодных, многоводных и средневодных фаз стока различной продолжительности на реках Азиатской части СССР

Фаза стока	Число лет в фазе																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Годовой сток																						
Маловодная . .	—	5	8	7	7	12	6	5	4	18	2	5	1	—	2							
Многоводная . .	2	8	8	11	10	9	7	12	2	8	2	3	—	2	—							
Средняя	—	3	3	3	6	5	6	2	3	2	2	3	—	—	—							
Сток половодья																						
Маловодная . .	—	3	6	4	7	6	6	6	3	16	1	6	1	—	2							
Многоводная . .	1	8	6	13	8	9	4	9	3	4	3	2	1	1	—							
Средняя	—	1	1	6	4	4	3	1	1	4	3	2	—	1	—							
Меженный сток																						
Маловодная . .	—	1	4	7	1	3	4	3	1	13	4	3	2	1	2	—	1	—	—	1	—	1
Многоводная . .	—	1	6	6	3	3	5	7	6	4	—	3	1	1	2	—	—	1	—	2	—	—
Средняя	—	—	—	1	—	1	—	2	4	2	4	2	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—

Таблица 17

Наибольшая продолжительность (годы) фаз различной водности на реках Европейской (числитель) и Азиатской частей СССР (знаменатель)

Вид стока	Маловодные	Многоводные	Средней водности
Годовой	22/15	13/14	18/12
Половодный	22/15	13/14	19/14
Меженный	30/22	16/20	15/17

этого явления, по-видимому, не связана с различными периодами наблюдений (40 и 30 лет), так как продолжительность многоводных фаз в обоих случаях оказывается почти одинаковой.

Значения модульных коэффициентов маловодных и многоводных группировок (фаз) годового, половодного и меженного стока рек Азиатской части СССР, обобщенные по географическим зонам, приведены в табл. 18.

Таблица 18

Модульные коэффициенты маловодных (K_1) и многоводных (K_2) фаз стока на реках Азиатской части СССР

Географическая зона	Годовой сток		Сток половодья		Меженный сток	
	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
Тундровая . .	0,6—0,8	1,1—1,2	0,8—0,9	1,1—1,2	0,7—0,9	1,1—1,2
Лесная . . .	0,6—0,8	1,2—1,5	0,6—0,8	1,2—1,4	0,5—0,9	1,2—1,6
Степная . . .	0,4—0,6	1,5—2,5	0,5—0,7	1,6—2,5	0,4—0,8	1,5—2,4
Полупустынная	0,3—0,4	1,5—2,5	0,3—0,4	1,6—2,5	0,3—0,6	1,5—2,4

Характерной особенностью модульных коэффициентов маловодных и многоводных фаз годового, половодного и меженного стока в пределах отдельных зон являются весьма устойчивые их значения. Модульные коэффициенты маловодных фаз к югу убывают, а многоводных возрастают. Самые низкие модульные коэффициенты маловодных 10-леток (1931—1940 гг.) были отмечены на реках Тоболе (г. Кустанай) — 0,33, Ишиме — 0,32 и Чидерты — 0,31.

В связи с тем, что полученные эмпирические данные о продолжительности фаз водности вследствие кратковременности рядов наблюдений имеют ограниченное значение, было целесообразно сравнить полученные данные с соответствующими характеристиками, вычисленными с помощью метода статистических испытаний (метод Монте-Карло).

Имея в виду, что методы математической статистики позволяют выявлять повторяемость группировок различной продолжительности и степени отклонений от среднего лишь для случайных рядов корреляционно не связанных членов, в настоящее время для исследования многолетних колебаний речного стока широко применяется моделирование длительных рядов годового стока (1000 лет и более) с учетом параметров кривых обеспеченности и корреляционной связи между смежными членами реального ряда. Такая работа была выполнена в Государственном гидрологическом институте (Андреянов и др., 1965).

Произведенное сравнение повторяемости и продолжительности реальных n-леток годового стока, определенных по интегральным кривым, с вычисленными методом статистических испытаний показало их близкую сходимость.

Географическое распределение маловодных и многоводных фаз циклических колебаний стока

Для исследования пространственно-временны́х (зональных и внутризональных) изменений маловодных и многоводных фаз циклических колебаний стока на территории СССР был выбран ряд водосборов, расположенных вдоль меридиональных и широтных профилей (см. рис. 1).

Анализ зональных изменений маловодных и многоводных фаз стока в пределах Европейской части СССР [1] произведен по данным, относящимся к пяти профилям (I—V), имеющим меридиональное направление (табл. 19).

Реки первых двух профилей расположены в западной, а последних двух — в восточной половине территории. Реки северной части профиля III (Пинега, Унжа) тяготеют к западной половине, а реки южной части (Ворона, Чир, Сал) — к восточной половине данной территории.

Реки, относящиеся к первым четырем профилям, расположены на равнинной территории, а реки профиля V — на западных склонах Урала. Реки указанных профилей (I—V), располагаясь в меридиональном направлении, обрисовывают зональные особенности колебаний стока, и в своем чередовании с запада на восток отражают влияние нарастания континентальности.

Анализ пространственного распределения многоводных и маловодных фаз в зональном направлении указывает на сложные особенности их изменения.

---

[1] Территориальное распределение отдельных маловодных и многоводных лет здесь не рассматривается, так как оно с использованием большого материала наблюдений было ранее показано Т. Н. Кочуковой (1955).

Таблица 19

Распределение водосборов рек по меридиональным профилям (I—V) на территории Европейской части СССР

I	II	III	IV	V
Тундровая зона				
—	Кола	—	Сула (Печорская)	Уса
Лесная зона				
Пярну, Вента	Кемь, Сясь, Волга, Десна	Пинега, Унжа	Вятка	Печора, Уфа
Лесостепная зона				
Стырь, Днестр	Сула (Днепровская)	Ворона	Большой Черемшан	Белая
Степная зона				
—	Ингулец	Чир	Большой Узень	Илек
Полупустынная зона				
—	—	Сал	—	—

Смена многоводных и маловодных фаз стока, судя по интегральным кривым, более резко проявляется на реках восточной половины и юга Европейской части СССР и менее резко — на реках западной половины и севера этой территории.

В пределах 40-летнего ряда годового стока, если не считать кратковременных (1—2 года) группировок в начале и в конце ряда, можно выделить несколько групп рек с более или менее однородными сменами фаз водности.

Для рек тундровой и лесной зон западной части Европейской территории СССР (профили I—II), а также для некоторых рек лесной зоны профиля III (Пинега, Унжа и др.) характерно наличие трех фаз: двух многоводных, первой в начале данного ряда (с 1922—1923 по 1932—1934 г.) и второй в конце его (с 1947—1952 по 1958 гг.) продолжительностью по 8—12 лет, и одной между указанными многоводными фазами очень длительно маловодной — от 15 до 22 лет (реки Кола, Пинега, Сясь, Сухона, Унжа, Вента, Западная Двина, Волга, Клязьма, Березина, Десна и др.).

Для рек лесной и лесостепной зон восточной части (Вятка, Уфа, Белая, Ворона) характерны уже четыре фазы различной водности: многоводная (1922—1929 гг.), маловодная (1930—1940 гг.), многоводная (в лесной — 1941—1948 гг., в лесостепной — 1940—1942 гг.) и маловодная (1943—1960 гг.).

Если на западе лесной зоны (профили I и II) многоводные фазы наблюдались в начале и конце 40-летнего ряда, то на востоке этой зоны (профили IV и V) многоводные фазы отмечены в начале и середине данного ряда, а в конце его были фазы средней водности.

Первая многоводная фаза (1923—1932 гг.) охватила почти всю Европейскую часть СССР, последняя же многоводная фаза (1951—1958 гг.) получила распространение преимущественно на западе и севере территории, а на реках Урала ее вообще не было. Продолжительная маловодная фаза (1933—1950 гг.) охватила реки тундровой и лесной зон.

По мере движения на юг количество фаз увеличивается за счет сокращения их продолжительности. Фазы водности на реках юга характеризуются большой пестротой их распределения. В лесостепной и степной зонах юго-запада и юго-востока выявляется до пяти фаз различной водности.

Здесь уместно отметить, что в западной половине и в центральной части Европейской территории СССР (профили I, II и III) примерно на широте водосборов Немана, Березины, Десны и Вороны в водности последнего 15-летия (1945—1960 гг.) произошел резкий перелом. К северу от указанной линии наблюдалось увеличение водности, а к югу от нее — уменьшение [1].

В целях иллюстрации зональных изменений фаз годового стока для водосборов некоторых меридиональных профилей приведены интегральные кривые стока (рис. 3).

Зональные изменения модульных коэффициентов ($K_{ср}$) и обеспеченности стока ($P\%$) многоводных и маловодных фаз вследствие неполного совпадения времени их наступления и неодинаковой продолжительности на разных реках проследить затруднительно. Поэтому анализ мог быть произведен лишь по отдельным рекам некоторых профилей.

Влияние континентальности на Европейской части СССР, как известно, нарастает в южном и восточном направлениях. Это находит свое отражение и в распределении показателей водности.

Значения модульных коэффициентов стока многоводных фаз циклических колебаний с севера на юг обычно увеличиваются (их обеспеченность уменьшается). Значения модульных коэффициентов стока маловодных фаз циклических колебаний с севера на юг, наоборот, уменьшаются (их обеспеченность увеличивается) (табл. 20).

---

[1] Возможно, что этот перелом, вызванный циклическими колебаниями водности, послужил некоторым авторам основанием для вывода об уменьшении стока рек южных районов за счет агротехнических мероприятий.

Зональные изменения модульных коэффициентов и обеспеченности маловодных и многоводных фаз стока на реках имеют довольно плавный характер.

Анализ зональных изменений маловодных и многоводных фаз годового стока в Азиатской части СССР произведен по рекам семи меридиональных профилей (VI—XII, табл. 21).

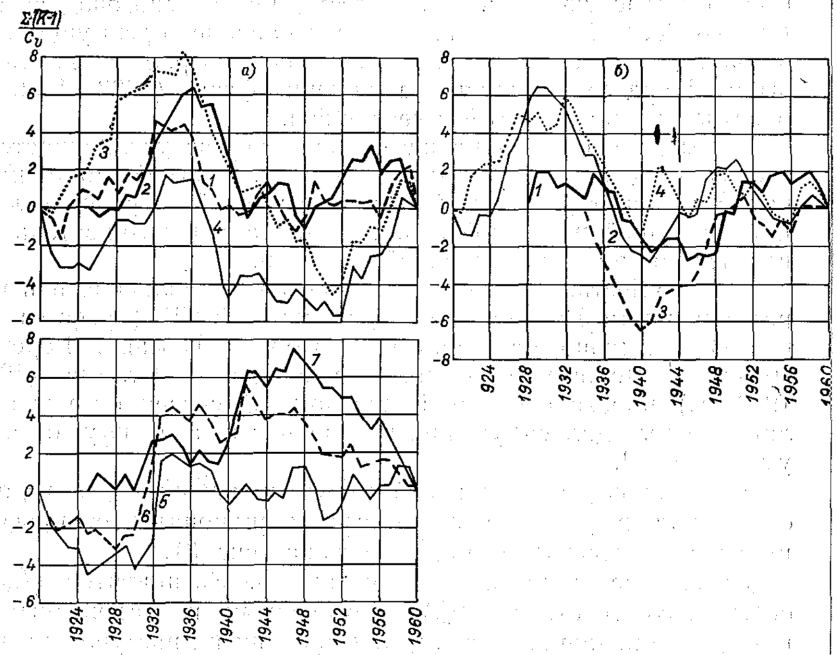


Рис. 3. Нормированные разностные интегральные кривые

а — меридиональный профиль II: *1* — р. Кола — 1429-й км Окт. ж. д. (C_v=0,23), *4* — р. Волга — г. Старица (C_v=0,23), *5* — р. Десна — г. Брянск (C_v=0,28), *6* —

б — меридиональный профиль IV: *1* — р. Сула — д. Коткино (C_v=0,17), *2* — р. *4* — р. Б. Узень — г.

в — меридиональный профиль VI: *1* — р. Северная Сосьва — Сосьвинская культ (C_v=0,50), *4* — р. Исеть — с. Мехонское (C_v=0,70),

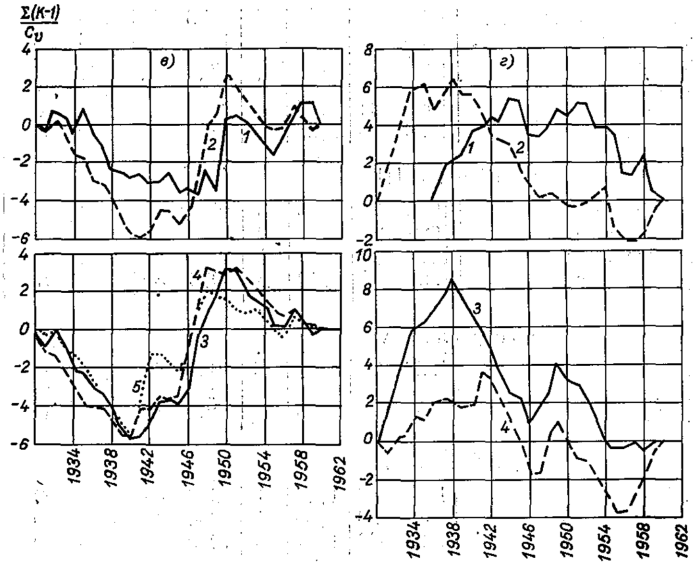
г — меридиональный профиль X: *1* — р. Оленек — с. Сухона (C_v=0,26), *2* — р. *4* — р. Шилка — г. Ср

Профиль VI освещает реки восточного склона Урала, VII и VIII — реки Западно-Сибирской низменности и Казахстана, IX и X — реки Среднесибирского плоскогорья и Забайкалья, XI и XII — реки Восточной Сибири и Дальнего Востока. Реки, относящиеся к профилям VII и VIII, расположены на равнинах и низменностях, а всех остальных профилей — на среднегорных возвышенностях.

Число ландшафтных зон в Азиатской части СССР, за исключением Западной Сибири и Казахстана, вследствие особенно-

стей орографического строения меньше, чем в Европейской части, так как здесь почти полностью (за исключением некоторых районов Забайкалья, Якутии и юга Дальнего Востока) отсутствуют лесостепная и степная зоны.

Для рек лесной и степной зон Зауралья, Западной Сибири и Казахстана (профили VI, VII, VIII) в пределах 30-летнего ряда характерно наличие трех фаз: двух маловодных — в начале (1931—1940 гг.) и в конце (1949—1960 гг.) этого ряда — и одной многоводной (1941—1948 гг.).



модульных коэффициентов годового стока рек.

2 — р. Кемь — с. Подужемье (C_v=0,24), 3 — р. Сясь — д. Яхново (C_v=0,28), р. Сула — г. Лубны (C_v=0,53), 7 — р. Ингулец — с. Могиловка (C_v=0,84); Вятка — г. Киров (C_v=0,24), 3 — р. Б. Черемшан — г. Мелекесс (C_v=0,44), Новоузенск (C_v=0,86);
база (C_v=0,25), 2 — р. Тавда — г. Тавда (C_v=0,48), 3 — р. Тура — г. Тюмень 5 — р. Тобол — г. Кустанай (C_v=1,19);
Вилюй — с. Сунтар (C_v=0,27), 3 — р. Витим — г. Бодайбо (C_v=0,26), етенск (C_v=0,32).

Заслуживает внимания четко выраженный противоположный ход водности речного стока в северной части Западной Сибири (реки Пур, Турухан) по сравнению с колебаниями водности рек остальной части этой территории.

В пределах Средней и Восточной Сибири, а также Дальнего Востока в связи с особенностями циркуляции атмосферы и орографии местности соотношение хода водности на реках становится сложнее.

Таблица 20

Зональные изменения показателей $K_{ср}$ и $P\%$ многоводных и маловодных фаз годового стока на реках Европейской части СССР

Река	Пункт	Многоводные фазы			Маловодные фазы		
		годы	$K_{ср}$	$P\%$	годы	$K_{ср}$	$P\%$
		Профиль II					
Кола	1429-й км Окт. ж. д.	1923—35	1,10	5	1936—47	0,89	95
Кемь	с. Подужемье	1926—35	1,15	2	1936—48	0,86	98
Сясь	д. Яхново	1921—32	1,17	2	1933—51	0,83	99
Волга	г. Старица	1926—32	1,15	4	1934—51	0,91	97
Десна	г. Брянск	1926—34	1,16	4	1935—51	0,95	75
Сула	г. Лубны	1929—34	1,68	1	1935—39	0,80	80
		Профиль III					
Пинега	с. Кулогоры	1923—32	1,15	3	1933—46	0,83	99
Унжа	г. Макарьев	1922—29	1,25	2	1930—51	0,82	99
Ворона	с. Чутановка	1923—29	1,40	1	1930—40	0,72	99
Чир	ст-ца Обливская	1924—32	1,40	5	1933—39	0,55	97
		Профиль IV					
Вятка	г. Киров	1923—29	1,28	1	1930—40	0,80	99
Б. Черемшан	г. Мелекесс	—	—	—	1935—40	0,53	99
Б. Узень	г. Новоузенск	1921—32	1,59	2	1933—40	0,17	99
		Профиль V					
Печора	с. Троицко-Печорск	1923—32	1,17	1	1933—42	0,83	99
Уфа	г. Караидель	1923—29	1,35	1	1930—40	0,75	99
Белая	г. Стерлитамак	1922—29	1,32	3	1930—40	0,69	99

На реках западной части Среднесибирского плоскогорья (профиль IX) наблюдался в общем согласный ход фаз водности. Здесь также отмечались две маловодные фазы (1931—1943 и 1949—1958 гг.) и одна многоводная (1943—1949 гг.). Наряду с этим на реках, стекающих с северо-западных склонов Восточных Саян (р. Бирюса), отмечался преимущественно обратный ход водности по сравнению с реками Среднесибирского плоскогорья и даже юго-восточных склонов тех же Восточных Саян (р. Иркут).

На реках восточной части Среднесибирского плоскогорья, Патомского нагорья и Забайкалья (профиль X) в колебаниях стока выделяются три многоводные (1931—1938, 1947—1949 или 1950—1954 и 1955—1960 гг.) и две маловодные фазы. На реках северной части плоскогорья (р. Оленек) в эти же годы наблюдался в основном противоположный ход водности.

Зональные изменения фаз стока на реках западной части Восточной Сибири и юга Дальнего Востока (профиль XI) от-

Таблица 21

Распределение водосборов рек по меридиональным профилям (VI—XII) на территории Азиатской части СССР

VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Западная Сибирь			Средняя Сибирь и Забайкалье		Восточная Сибирь и Дальний Восток	
Тундровая зона						
—	—	—	Гравийка	Оленек	Эбитиэм Яна	Амгуема Пыркакай
Лесная зона						
Северная Сосьва	Пур	Туруханн	Большой Пит	Вилюй	Мая	Сугой
Тавда	Васюган	Тым	Бирюса	Витим	Зея	Колыма
Тура	—	Кеть	—	—	Бурея	Камчатка
Исеть	—	Кия	—	—	Уссури	—
Лесостепная зона						
—	Омь	Алей	—	Шилка	—	—
Степная зона						
Тобол	Чидерты	—	—	—	—	—

личаются своей сложностью. На реках северных районов (Яна, Эбитиэм) отмечены четыре многоводные фазы (1935—1936, 1941—1945, 1952—1954, 1957—1959 гг.) и три маловодные (1937—1941, 1946—1948, 1955—1957 гг.). На реках же южных районов (Зея, Бурея) отмечались две фазы маловодья (1931—1934 и 1939—1945 гг.), две фазы многоводья (1935—1938 и 1955—1960 гг.) и одна — средней водности (1946—1954 гг.). В самой южной части этого профиля (р. Уссури) были две основные фазы: многоводная (1931—1942 гг.) и маловодная (1943—1960 гг.), на фоне которых наблюдались второстепенные фазы циклических колебаний.

О зональных изменениях колебаний водности рек крайнего Северо-Востока СССР и Камчатки (профиль XII) ввиду отсутствия продолжительных наблюдений судить трудно.

Рассматривая колебания стока рек Азиатской части СССР в целом, следует отметить, что наиболее частые и резкие переломы водности наблюдаются на водосборах, расположенных в зоне многолетней мерзлоты с малой регулирующей способностью бассейнов.

Зональные изменения показателей маловодных и многоводных фаз на реках Западной и Средней Сибири (профили

Таблица 22

Зональные изменения показателей $K_{ср}$ и $P\%$ маловодных и многоводных фаз годового стока на реках Азиатской части СССР

Река	Пункт	Маловодные фазы			Многоводные фазы		
		годы	$K_{ср}$	$P\%$	годы	$K_{ср}$	$P\%$
Западная Сибирь							
Профиль VI							
Северная Сосьва	Сосьвинская культ-база	1931—45	0,94	80	1946—50	1,20	4
Тавда	г. Тавда	1931—40	0,72	98	1941—50	1,40	1
Тура	г. Тюмень	1931—40	0,72	97	1941—50	1,46	1
Исеть	с. Мехонское	1931—40	0,60	98	1941—48	1,79	1
Тобол	г. Кустанай	1931—40	0,33	99	1941—48	2,14	2
Профиль VII							
Пур	п. Самбург	1931—44	1,05	16	—	—	—
Васюган	с. Васюган	1931—40	0,74	99	1941—50	1,19	3
Омь	г. Калачинск	1931—40	0,79	77	1941—50	1,66	2
Чидерты	свх. Экибастуз	1931—40	0,31	99	1941—47	1,12	34
Профиль VIII							
Турухан	факт. Янов Стан	1931—40	1,06	6	1941—46	0,92	91
Тым	с. Напас	1931—40	0,79	99	1941—50	1,21	1
Кеть	с. Максимкин Яр	1931—45	0,86	99	1946—49	1,17	1
Кия	г. Мариинск	1931—40	0,84	97	1946—49	1,34	1,5
Алей	с. Хабазино	1931—36	0,80	90	1946—50	1,14	20
Средняя Сибирь							
Профиль IX							
Гравийка	г. Игарка	1940—46	0,92	84	1947—52	1,16	4
Большой Пит	база Брянка	1931—43	0,90	96	1944—49	1,15	5
Бирюса	р. п. Суэтиха	1931—34	0,89	86	1950—55	1,13	6
Профиль X							
Оленек	с. Сухона	1945—47	0,82	90	1937—44	1,17	3,5
Вилюй	с. Сунтар	1939—47	0,83	97	1931—38	1,21	2
Витим	г. Бодайбо	1939—46	0,75	99	1931—38	1,28	1
Шилка	г. Сретенск	1942—46	0,66	99	1931—41	1,10	14
Восточная Сибирь и Дальний Восток							
Профиль XI							
Эбитиэм	местн. Эбетем	1931—45	0,88	90	1948—55	1,07	16
Яна	г. Верхоянск	1936—41	0,83	90	1949—54	1,27	4
Мая	с. Чабда	1947—50	0,76	98	1951—56	1,11	14
Зея	уроч. Зейские Ворота	1939—48	0,81	97	1949—54	1,01	50
Бурея	с. Каменка	1936—43	1,06	22	1944—54	0,94	80
Уссури	ст. Кировская	1931—42	1,09	10	1943—54	0,89	95

VI—X) выражены достаточно четко. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке (профиль XI) колебания водности имели в основном противоположный характер (табл. 22).

Для исследования внутризональных изменений многоводных и маловодных фаз годового стока на территории Европейской части СССР были использованы реки шести профилей (1—6), расположенных в широтном направлении в пределах отдельных ландшафтных зон (табл. 23).

Таблица 23

Распределение водосборов рек по широтным профилям (1—6) на территории Европейской части СССР

			Тундровая зона			
1	Кола	—	Сула (Печорская)	—	—	Уса
			Лесная зона			
2	Кемь	—	Пинега	—	—	Печора
3	Пярну	Луга	Сясь	Сухона	Унжа	Вятка
4	Вента	Западная Двина	Волга	Клязьма	—	Уфа
			Лесостепная зона			
5	Стырь	Сула (Днепровская)	—	Ворона	Большой Черемшан	Белая
			Степная зона			
6	Ингулец	Чир	Большой Узень	—	—	Илек

Реки первых четырех профилей характеризуют северные и центральные области (тундровая и лесная зоны), а последних двух — южные области (лесостепная и степная зоны). Водосборы западных и центральных участков этих профилей расположены на равнине, а водосборы восточных участков — на западных склонах Урала.

Внутризональные изменения фаз водности годового стока рек выражены не менее отчетливо, чем их зональные изменения. Во внутризональном изменении стока на реках тундровой и лесной зон были отмечены три основные фазы различной водности (многоводная, маловодная и многоводная или средняя), а на реках лесостепной и степной зон — четыре основные фазы (многоводная, маловодная, многоводная и маловодная или средняя).

Первая многоводная фаза, охватившая почти всю Европейскую часть СССР, за исключением Северного Урала и юго-за-

падной части, имела различную продолжительность. В западной части лесной зоны продолжительность этой фазы была больше (1921—1932 гг.), а в центральной части — меньше (1923—1929 гг.). В соответствии с этим и продолжительность следующей маловодной фазы на западе была меньше (1934—1950 гг.), а в центральной части — больше (1930—1951 гг.).

Вторая многоводная фаза отмечена преимущественно на реках севера (1948—1958 гг.) и запада (1952—1958 гг.), за исключением рек Пярну и Луги, на которых в эти годы наблюдалась средняя водность.

Наряду с этим, маловодная фаза на реках восточных частей лесной (Вятка, Уфа) и лесостепной зон (Ворона, Большой Черемшан, Уфа, Белая) была прервана многоводной фазой (1941—1948 гг.), по-видимому, восточного происхождения (со стороны Урала), разделившей длительный маловодный период на две маловодные фазы (1930—1940 и 1949—1960 гг.).

Аналогично этому маловодный период на реках западной части лесостепной зоны и на всех реках степной зоны был прерван наступившей, по-видимому, с запада многоводной фазой (1940—1942 гг.). На больших реках юго-запада (р. Днепр — г. Киев и р. Припять — г. Мозырь) в эти годы отмечалось такое же распределение фаз водности.

Внутризональные изменения модульных коэффициентов и обеспеченности многоводных фаз на реках лесной зоны довольно устойчивы. Так, например, модульные коэффициенты ($K_{ср}$) первой многоводной фазы на реках всех трех профилей (2, 3, 4-й) изменяются здесь от 1,15 до 1,35, а обеспеченность их ($P\%$) — от 1 до 8%. Модульные коэффициенты и обеспеченность длительной маловодной фазы были также устойчивы ($K_{ср}=0{,}75 \div 0{,}91$ и $P=95 \div 99\%$, табл. 24).

Таблица 24

Внутризональные изменения показателей $K_{ср}$ и $P\%$ многоводных и маловодных фаз годового стока рек Европейской части СССР (профиль 4)

Период	р. Вента — г. Кулдига		р. Зап. Двина — г. Витебск		р. Волга — г. Старица		р. Клязьма — г. Владимир		р. Уфа — с. Караидель	
	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$
1923—32	1,17	3	1,14	5	1,15	4	1,15	8	1,35	1
1933—51	0,89	97	0,88	97	0,91	97	0,90	95	0,75	99
1952—58	1,15	7	1,17	5	1,21	1	1,24	1	0,90	82

Внутризональные изменения фаз водности на реках лесостепной и степной зон характеризуются большой пестротой распределения. Однако и здесь прослеживается четкая их смена.

Для иллюстрации внутризональных изменений годового стока интегральные кривые приведены только по водосборам широтных профилей 3 и 4 (рис. 4).

Модульные коэффициенты и их обеспеченность для первой фазы, маловодной или средней в западных районах лесостепной и степной зон, следующие: $K_{ср}=1{,}01 \div 0{,}78$, $P=50 \div 90\%$; многоводной в восточных районах: $K_{ср}=1{,}40 \div 1{,}47$, $P=1 \div 5\%$. Модульные коэффициенты и их обеспеченность для второй фазы, маловодной в западных районах, $K_{ср}=0{,}74 \div 0{,}80$, $P=75 \div 92\%$, а в восточных районах $K_{ср}=0{,}72 \div 0{,}53$, $P=97 \div 99\%$.

Во внутризональном изменении фаз циклических колебаний стока по территории прослеживается тенденция противоположной водности. В то время, когда на западе на реках продолжаются длительные маловодные фазы (1933—1951 гг.), на востоке на реках наступают многоводные фазы (1941—1948 гг.).

Зональные и внутризональные изменения многоводных, маловодных и средневодных фаз стока половодья и межени были рассмотрены по тем же речным водосборам и профилям (меридиональным и широтным), которые использовались при исследовании колебаний фаз годового стока.

Произведенный анализ интегральных кривых, несмотря на отдельные отклонения, показывает довольно близкое сходство выделенных фаз различной водности в стоке года, половодья и межени [1]. Поэтому ниже приводятся лишь краткие указания о сходстве и различиях в изменениях этих фаз.

Во-первых, фазы годового стока многоводные, маловодные и средней водности в подавляющем большинстве случаев подтверждаются такими же фазами в стоке половодья и межени. Во-вторых, на некоторых реках полного совпадения маловодных и многоводных фаз в колебаниях стока года, половодья и межени не наблюдается. Так, например, при многоводных фазах годового стока и половодья межень может быть средней водности или маловодной (реки Кола, Сухона, Ворона, Чир). При многоводных фазах года и межени половодье может быть средним или маловодным (реки Сула, Пинега, Западная Двина, Волга, Березина, Десна, Ворона, Сал). При многоводных фазах половодья годовой и меженный сток могут быть средней водности или маловодными (реки Пярну, Луга, Вятка). Наконец, при средней водности или даже маловодности годового и половодного стока межень может быть многоводной (реки Печора, Илек, Чир, Сал). При исследовании внутризонального хода маловодных и многоводных фаз годового стока в Азиатской части СССР использованы реки, водосборы которых расположены близ указанных пяти широтных профилей (табл. 25).

[1] Синхронность в циклических колебаниях поверхностного и подземного стока средних рек Азиатской части СССР была также недавно отмечена в работе А. З. Амусьи и др. (1967).

Реки, относящиеся к первому профилю, расположены в тундровой зоне. Реки профилей 2, 3 и 4 освещают лесную зону, а реки, тяготеющие к профилю 5 — лесостепную и степную зоны.

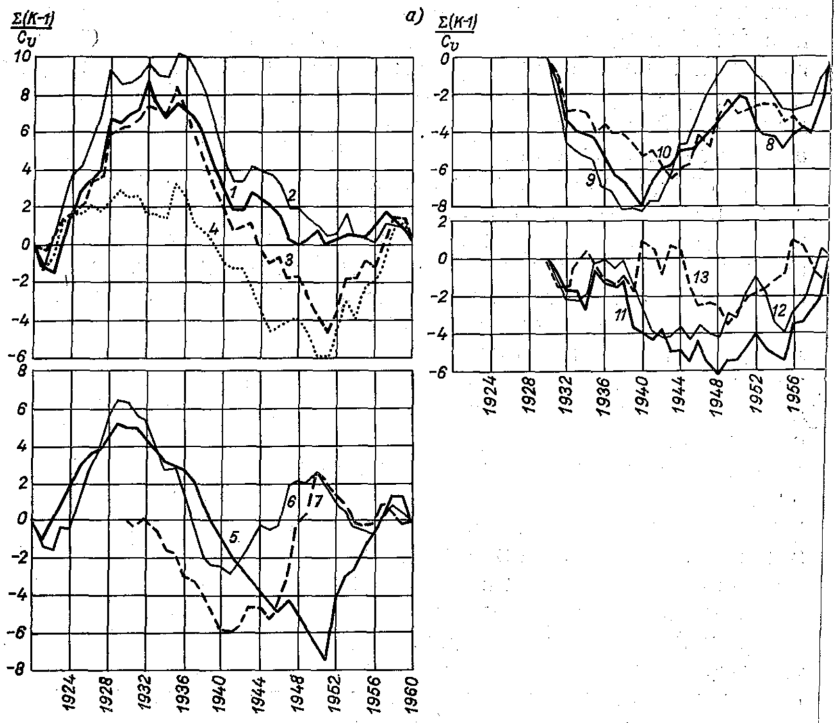


Рис. 4. Нормированные разностные интегральные кривы

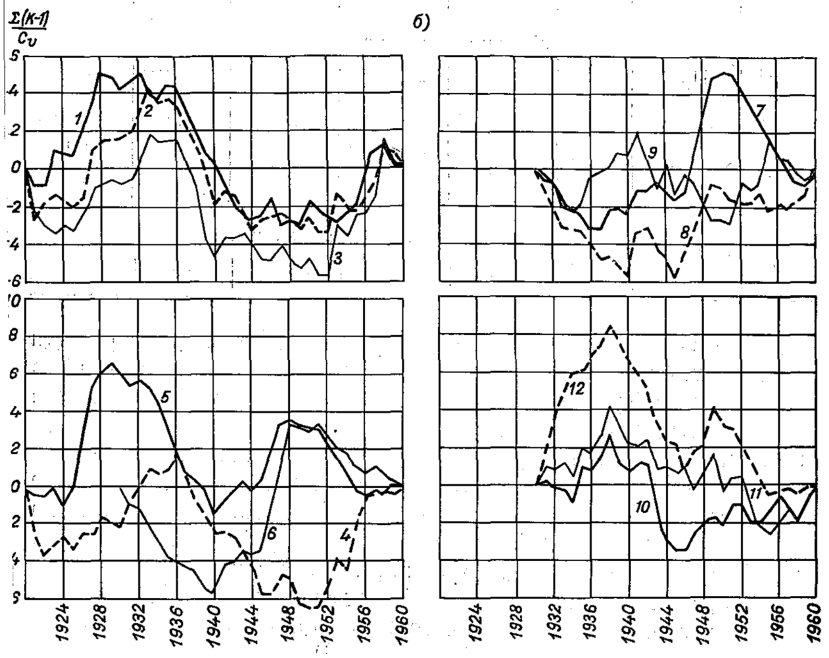
а — широтный профиль 3: *1* — р. Пярну — д. Орекюла (C_v=0,37), *2* — р. Луга — с (C_v=0,27), *5* — р. Унжа — г. Макарьев (C_v=0,32), *6* — р. Вятка — г. Киров (C_v=0,24 *9* — р. Тым — с. Напас (C_v=0,26), *10* — р. Большой Пит — база Брянка (C_v=0,22), *11* (C_v=0,22), *13* — р. Камча

б — широтный профиль 4: *1* — р. Вента — г. Кулдига (C_v=0,28), *2* — р. Зап. Двина — мир (C_v=0,27), *5* — р. Уфа — с. Караидель (C_v=0,34), *6* — р. Исеть — с. Мехонское (*9* — р. Бирюса — р. п. Суетиха (C_v=0,20), *10* — р. Илим — д. Сотниково (C_v=0,20),

Западные участки профилей (Западная Сибирь и Казахстан) характеризуют колебания водности равнинных рек, а восточные участки (Средняя и Восточная Сибирь) — колебания стока рек среднегорных возвышенностей.

Внутризональные изменения годового стока рек Азиатской части СССР отличаются некоторыми особенностями. Колебания фаз водности рек западной части первого наиболее северного профиля (реки Уса, Гравийка) довольно однородны. На реках центральной части этого профиля (р. Оленек) колебания стока

не сходны ни с реками западной части (Уса, Гравийка), ни с реками восточной его части (Яна, Амгуема). На р. Оленек были четыре фазы: две многоводные и две маловодные. На реках Восточной Сибири (Яна, Амгуема) колебания фаз водности имеют часто меняющийся характер: на р. Яне отмечены три



одульных коэффициентов годового стока рек.

лмачево (C_v=0,27), *3* — р. Сясь — д. Яхново (C_v=0,28), *4* — р. Сухона — д. Рабаньга — р. Тавда — г. Тавда (C_v=0,48), *8* — р. Васюган — с. Васюган (C_v=0,32), Нижняя Тунгуска — с. Подволошино (C_v=0,25), *12* — р. Алдан — г. Томмот с. Ключи (C_v=0,10);

итебск (C_v=0,27), *3* — р. Волга — г. Старица (C_v=0,23), *4* — р. Клязьма — г. Влади-),70), *7* — р. Омь — г. Калачинск (C_v=0,85), *8* — р. Кия — г. Мариинск (C_v=0,27), р. Киренга — д. Шорохово (C_v=0,16), *12* — р. Витим — г. Бодайбо (C_v=0,26).

маловодные (1937—1941, 1946—1948 и 1955—1957 гг.) и три многоводные фазы.

Циклические колебания водности на реках профиля 2 также неоднородны. Колебания фаз стока рек Северной Сосьвы и Пура имеют четко выраженный обратный ход. На реках центральной (р. Вилюй) и восточной частей профиля (р. Колыма) в первом 20-летии также наблюдался обратный ход водности.

Ход циклических колебаний годового стока на реках профиля 3 на большом протяжении, от восточных склонов Урала

Таблица 25

Распределение водосборов рек по широтным профилям (1—5) на территории Азиатской части СССР

				Тундровая зона				
1	Уса	—	—	Гравийка	Оленек	—	Яна	Амгуема
				Лесная зона				
2	Северная Сосьва	Пур	—	—	Вилюй	—	Колыма	Сугой
3	Тавда	Васюган	Тым	Большой Пит	Нижняя Тунгуска	Алдан	Мая	Камчатка
4	Исеть	Омь	Кия	Бирюса	Илим	Киренга	Витим	—
				Лесостепная и степная зоны				
5	Тобол	Чидерты	Алей	Иркут	Шилка	—	—	—

до Енисейского кряжа, является однородным. По мере перехода на восток количество основных фаз сначала сокращается до двух (р. Нижняя Тунгуска), а затем увеличивается до шести и более (реки Алдан, Мая, Камчатка).

Основными чертами внутризональных колебаний стока рек профиля 4 является четко выраженная смена фаз на западе и востоке. Если, вообще говоря, в первой половине 30-летнего периода на реках западной части этого профиля (Исеть, Омь, Кия) наблюдалась маловодная фаза, а во второй половине — многоводная, то на реках восточной части (Бирюса, Илим, Витим), наоборот, в первой половине периода была многоводная фаза, а во второй — маловодная (табл. 26).

Таблица 26

Внутризональные изменения показателей $K_{ср}$ и $P\%$ маловодных и многоводных фаз годового стока рек Азиатской части СССР (профиль 4)

Период	р. Исеть — с. Мехонское		р. Омь — г. Калачинск		р. Кия — г. Мариинск		р. Бирюса — д. Сполох		р. Илим — д. Сотниково		р. Витим — г. Бодайбо	
	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$
1931—40	0,60	98	0,79	77	0,84	97	1,12 *	7	1,19 *	4	1,28 *	1
1941—50	1,79 *	1	1,66	2	1,34 *	2	0,91 *	90	0,84 *	99	0,75 *	99

* Неполный ряд лет.

Колебания водности на реках профиля 5 в его западной части (Тобол, Ишим, Чидерты, Алей) очень близки к колебаниям

стока рек профиля 4 (Исеть, Омь, Кия). По мере перехода на восток (р. Шилка) колебания водности приобретают противоположный характер.

Внутризональные изменения показателей маловодных фаз стока, если проследить их колебания одновременно по рекам всех пяти профилей Азиатской части СССР, несмотря на весьма сложные природные условия, обнаруживают также вполне закономерный характер. Изменения модульных коэффициентов и обеспеченности маловодных фаз, во-первых, имеют с запада на восток и обратно как бы ступенчатый (т. е. выше, ниже и т. д.) характер чередования по всем профилям. Во-вторых, по мере перехода с севера на юг происходит уменьшение модульных коэффициентов: 0,8—0,9 на севере (профили 1 и 2), 0,7—0,9 (профиль 3), 0,6—0,9 (профиль 4), 0,3—0,8 на юге (профиль 5). В таком же направлении отмечается возрастание обеспеченности маловодных циклов: 85—95% на реках севера (профиль 1), 80—98% (профиль 2), 90—99% (профили 3 и 4), 95—99% на реках юга (профиль 5).

Внутризональные изменения количественных показателей многоводных фаз также носят закономерный характер. Так, например, значения модульных коэффициентов многоводных фаз с запада на восток имеют ступенчатый характер чередования. Наряду с этим значения модульных коэффициентов резко убывают в восточном направлении: профиль 2 1,35—1,15; профиль 3 1,40—1,10; профиль 4 1,80—1,10; профиль 5 2,10—1,20. Значения обеспеченности многоводных фаз стока возрастают с запада на восток: на реках Западной Сибири примерно 1—3%, на реках юга Дальнего Востока до 5—10%, а на реках Северо-Востока до 10—20%.

Соотношение циклических колебаний годового стока средних и больших рек

Большой практический интерес представляет вопрос о том, в каких соотношениях находятся циклические колебания стока средних рек, отражающих зональные и районные особенности, с соответствующими колебаниями стока больших рек, интегрирующих сток с обширных территорий.

Вообще говоря, изменение циклических колебаний стока в зависимости от величины площади водосбора изучено еще недостаточно. Однако можно полагать, что с увеличением площадей водосборов возрастает вероятность объединения рек с различным характером многолетних колебаний. Поэтому на больших водосборах уменьшается вероятность совпадения фаз одинаковой водности.

Выполненный В. Г. Андреяновым (1959) анализ циклических колебаний годового стока некоторых больших рек Европейской части СССР (Волга, Днепр) и их составляющих позволил ему сделать существенный вывод о том, что циклические колебания стока очень крупных речных бассейнов, отдельные составляющие которых расположены в разных физико-географических условиях, не могут приниматься в расчет при изучении территориальных изменений многолетних колебаний и использоваться в целях аналогии.

Этот вывод находится в соответствии с выводом автора (Кузин, 1953, 1960) о том, что большие водосборы, сток которых формируется в различных климатических условиях и одновременно охватывает территории с водностью противоположных знаков, не могут служить для выявления зональных закономерностей. Однако указанный вывод справедлив только для очень больших рек, водосборы которых одновременно охватывают ряд зон (лесную, лесостепную, степную и др.). Крупные реки, расположенные в одной зоне (например, лесной), большей частью характеризуются однородной цикличностью, свойственной смежным средним рекам той же зоны.

Большие реки лесной зоны Европейской части СССР по характеру циклических колебаний годового стока хорошо согласуются с колебаниями стока средних рек (табл. 27). Так, например, многоводные и маловодные фазы годового стока большой реки — Северной Двины у с. Усть-Пинеги — повторяют соответствующие фазы таких средних рек, как Сула у д. Коткино, Пинега у с. Кулогоры, Мезень у д. Малонисогорской и Вычегда у г. Сыктывкара.

Колебания стока больших рек (р. Камы у г. Перми и р. Урала у с. Кушум) имеют согласованный ход с колебаниями стока таких средних рек, как Вятка у г. Кирова, Уфа у г. Караидель, Ворона у с. Чутановки, Большой Черемшан у г. Мелекесса и Белая у г. Стерлитамака, и, наоборот, асинхронны фазам стока рек Днепра и Припяти.

Отмечается интересное распределение фаз годового стока на больших реках — р. Днепре у г. Киева и р. Припяти у г. Мозыря. Во-первых, фазы стока рек Днепра и Припяти, в отличие от не вполне однородных колебаний их стока за отдельные годы, оказываются вполне одинаковыми не только за 40-летний (1921—1960 гг.), но и за более длительный 80-летний период наблюдений (1881—1960 гг.). Во-вторых, фазы стока рек Днепра и Припяти отлично согласуются с фазами стока средних рек — Стыри у г. Луцка, Синюхи у с. Синюхин Брод, Сулы у г. Лубны, Ингульца у с. Могиловки, на которых в рассматриваемый период были две многоводные (1931—1934 и 1940—1942 гг.) и три маловодные (1921—1930, 1935—1939, 1943—1960 гг.) фазы. На реках же Днепре и Припяти сверх того была

Таблица 27

Сравнение показателей маловодных и многоводных фаз годового стока средних и больших рек Европейской части СССР

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	C_v год	Маловодная, 1921—22 гг.		Многоводная, 1923—32 гг.		Маловодная, 1933—47 гг.		Многоводная, 1948—58 гг.		Маловодная, 1959—60 гг.	
				$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%
Средние реки													
Сула	д. Коткино	8 010	0,16	—	—	—	—	0,95	90	1,07	8	0,82	95
Пинега	с. Кулогоры	37 000	0,24	0,76	92	1,15	3	0,89	99	1,15	3	0,80	88
Мезень	д. Малонисогорская	56 400	0,19	0,95	65	1,09	5	0,92	95	1,07	10	0,80	95
Вычегда	г. Сыктывкар	66 900	0,20	0,97	55	1,16	1	0,87	99	1,08	10	0,79	95
Большая река													
Северная Двина	с. Усть-Пинега	350 000	0,20	0,78	80	1,17	1	0,89	97	1,06	20	0,71	97

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	C_v год	Маловодная, 1921—22 гг.		Многоводная, 1923—29 гг.		Маловодная, 1930—40 гг.		Многоводная, 1941—48 гг.		Маловодная, 1949—60 гг.	
				$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%
Средние реки													
Вятка	г. Киров	48 300	0,24	0,82	85	1,28	1	0,80	99	1,14	5	0,95	70
Уфа	г. Караидель	36 600	0,34	0,90	60	1,35	1	0,75	99	1,21	5	0,90	82
Белая	г. Стерлитамак	21 000	0,44	0,68	75	1,32	3	0,69	99	1,32	3	0,84	90
Ворона	с. Чутановка	5 560	0,40	0,78	75	1,40	1	0,72	99	1,15	15	0,96	60
Большие реки													
Кама	г. Пермь	168 000	0,20	0,78	95	1,18	1	0,82	99	1,10	10	0,94	80
Урал	с. Кушум	180 000	0,70	0,62	62	1,32	14	0,56	98	1,53	4	0,87	70

Сравнение показателей маловодных и многоводных фаз годового

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	C_v год	Маловодная, 1896—1907 гг.		Многоводная, 1908—16 гг.	
				$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$
Западная							
Средние							
Тавда	г. Тавда	81 000	0,44	—	—	—	—
Тура	г. Тюмень	58 500	0,44	—	—	—	—
Омь	г. Калачинск	47 800	0,79	—	—	—	—
Большие							
Тобол	с. Липовка	392 000	0,40	0,91	77	1,14	15
Иртыш	г. Тобольск	956 000	0,27	0,94	77	1,11	12
						Средняя	
Алтай							
Средние							
Бирюса	р. п. Суетиха	24 700	0,20	—	—	—	—
						1903—08 гг.	
Большие							
Енисей	г. Енисейск	1 420 000	0,11	—	—	1,04	28
Восточная							
Средние							
Киренга	д. Шорохово	46 500	0,16	—	—	—	—
Витим	г. Бодайбо	186 000	0,26	—	—	—	—
Большие							
Лена	с. Табага	913 000	0,17	—	—	—	—

[1] 1939—46; [2] 1947—49; [3] 1938—47; [4] средневодная фаза.

Таблица 28

стока средних и больших рек Азиатской части СССР

Маловодная, 1917—21 гг.		Многоводная, 1922—29 гг.		Маловодная, 1930—40 гг.		Многоводная, 1941—50 гг.		Маловодная, 1951—60 гг.	
$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%	$K_{ср}$	P%
Сибирь									
реки									
—	—	—	—	0,72	98	1,40	1	0,88	78
—	—	—	—	0,72	97	1,46	1	0,82	87
—	—	—	—	0,79	77	1,66	2	0,55	97
реки									
0,70	96	1,29	3	0,69	99	1,41	1	0,85	88
0,78	97	1,15	7	0,78	99	1,26	1	0,89	88

Маловодная, 1931—34 гг.		Многоводная, 1935—41 гг.		Маловодная, 1942—49 гг.		Многоводная, 1950—55 гг.		Средняя, 1956—60 гг.	
и Саяны									
реки									
0,89	86	1,12	8	0,91	90	1,13	6	0,94	74

1909—34 гг.		1935—41 гг.		1942—45 гг.		1946—54 гг.		1955—60 гг.	
реки									
0,90	79	1,13	2	0,89	95	1,04	21	0,98	60

Многоводная, 1931—38 гг.		Маловодная, 1939—47 гг.		Многоводная, 1948—49 гг.		Маловодная, 1950—55 гг.		Многоводная, 1956—60 гг.	
Сибирь									
реки									
1,08	9	0,92	95	1,16	5	0,90	93	1,08	13
1,28	1	0,75	99[1]	1,28	4[2]	0,80	97	1,02	42[4]
реки									
—	—	0,94	88[3]	1,14	13	0,92	87	1,16	3

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	C_v год	Маловодная, 1921—25 гг.			
				$K_{ср}$	$P\%$		
							Средние
Березина	г. Бобруйск	20 200	0,21	0,90	80		
Десна	г. Брянск	12 400	0,24	0,83	93		
				Средняя, 1921—30 гг.			
							Средние
Стырь	г. Луцк	7 200	0,27	0,94	65		
Синюха	с. Синюхин Брод	16 700	0,42	1,03	40		
Ингулец	с. Могиловка	9 280	0,70	1,01	50		
				Средняя или маловодная, 1921—30 гг.		Многоводная, 1931—34 гг.	
							Большие
Днепр	г. Киев	328 000	0,24	0,90	85	1,44	1
Припять	г. Мозырь	97 200	0,31	1,02	40	1,45	1

еще третья многоводная фаза (1955—1958 гг.), которая сформировалась в верхней части бассейна Днепра, в том числе на реках Березине и Десне.

Циклические колебания годового стока больших рек Азиатской части СССР также обнаруживают весьма большое сходство с изменениями фаз годового стока средних рек этой же территории (табл. 28).

Как показывает анализ интегральных кривых годового стока р. Тобола у с. Липовки и р. Иртыша у г. Тобольска, получающих основное питание на Урале и Алтае, колебания стока за длительный 65-летний ряд оказываются синфазными. Следует отметить, что выделенные на интегральных кривых годового стока семь фаз (четыре маловодные и три многоводные) на обоих водосборах как по продолжительности, так и по значениям средних модульных коэффициентов и обеспеченности оказываются совершенно идентичными. Некоторое исключение представляют лишь первые два года в начале наблюдений (1894 и 1895), которые на р. Тоболе были маловодными, а на р. Иртыше — многоводными. Однако это расхождение вызвано,

Многоводная, 1926—34 гг.		Маловодная, 1935—55 гг.		Многоводная, 1956—58 гг.		Маловодная, 1959—60 гг.	
$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$	$K_{ср}$	$P\%$
реки							
1,14	5	0,91	97	1,40	1	0,98	65
1,16	4	0,95	75	1,11	15	0,81	79

Многоводная, 1931—34 гг.		Маловодная, 1935—39 гг.		Многоводная, 1940—42 гг.		Маловодная, 1943—60 гг.	
реки							
1,12	25	0,75	92	1,66	1	0,89	90
1,47	5	0,82	80	1,78	1	0,80	96
1,61	5	0,74	75	2,48	1	0,69	95

Маловодная, 1935—39 гг.		Многоводная, 1940—42 гг.		Маловодная, 1943—54 гг.		Многоводная, 1955—58 гг.		Маловодная, 1959—60 гг.	
реки									
0,91	76	1,27	5	0,87	95	1,18	10	0,69	95
0,88	76	1,29	10	0,86	90	1,24	10	0,80	78

по-видимому, не столько различием водности данных лет, сколько неточностью подсчетов стока за старые годы.

Совершенно синфазны с циклическими колебаниями годового стока больших рек (р. Тобол — с. Липовка и р. Иртыш — г. Тобольск) колебания стока таких рек, как Тавда, Тура, Омь и др. Несколько менее синфазны, но также весьма близки к колебаниям стока рек Тобола и Иртыша колебания стока рек Васюгана и Тыма. И наконец, еще менее синфазные колебания со стоком указанных больших водных артерий обнаруживают реки южных районов Западной Сибири (Кеть), предгорий Алтая (Алей и Кия) и Казахстана (Чидерты, Джаксы-Сары-Су и др.), у которых многоводный период 1941—1950 гг., наблюдавшийся на больших реках, был размыт маловодьем 1943—1945 или 1944—1946 гг.

Колебания годового стока р. Енисея у г. Енисейска довольно хорошо согласуются с колебаниями стока р. Бирюсы. Особенно синфазны колебания годового стока, с одной стороны, на такой крупной реке, как Лена у с. Табага, а с другой — на реках Киренге и Витиме.

ГЛАВА 4

ТЕСНОТА СВЯЗИ СТОКА РЕК СССР

Анализ интегральных кривых позволяет не только проследить цикличность колебаний стока, но и подметить их синфазность или асинфазность. Однако вполне объективным средством выявления степени синфазности и тесноты связи стока является обычная корреляция.

Для выявления тесноты связи стока рек СССР были произведены массовые вычисления примерно 2000 коэффициентов корреляции между значениями годового стока, стока половодья и стока межени разных рек, а также между стоком года и половодья, стоком года и межени, стоком половодья и межени для каждой отдельной реки [1].

Кроме того, для анализа тесноты связи были использованы коэффициенты корреляции между значениями годового стока 22 преимущественно крупных водосборов СССР, вычисленные тоже за 40-летний период (1916—1955 гг.) Н. В. Сомовым. Для выявления тесноты связи между величинами стока года и его частей (годовой — половодье, годовой — межень, половодье — межень) были также использованы подсчеты коэффициентов корреляции стока средних рек, приведенные в работе В. Г. Андреянова (1960).

При оценке коэффициентов корреляции необходимо учитывать ошибку их определения в зависимости от величины самого коэффициента корреляции r и числа лет одновременных наблюдений n в сравниваемых створах. Средняя квадратическая ошибка коэффициента корреляции σ_r определена по формуле

$$\sigma_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n-1}}.$$

[1] Вычисление коэффициентов корреляции на ЭВМ производилось в МГУ и в Гидрометцентре СССР.

Неслучайность (достоверность) значений коэффициентов корреляции оценивается с помощью коэффициента достоверности $K_д$, равного отношению коэффициента корреляции r к его среднему квадратическому отклонению σ_r,

$$K_д = \frac{r}{\sigma_r} = \frac{r\sqrt{n-1}}{1-r^2},$$

где r — коэффициент корреляции без учета его знака; n — число членов ряда.

Если величина r в два-три раза больше средней квадратической ошибки, то связь между коррелируемыми величинами является достоверной.

Пределы достоверных коэффициентов корреляции $r_д$ и недостоверных $r_н$ при разном числе членов ряда n приведены в табл. 29.

Таблица 29

Значения достоверных $r_д$ и недостоверных $r_н$ коэффициентов корреляции

Число членов ряда n . . .	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
$r_д$	0,51	0,47	0,45	0,42	0,40	0,38	0,37	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28
$r_н$	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,14	0,14	0,13	0,11	0,11	0,10	0,10

Теснота связи годового стока. Корреляционная связь между годовым стоком рек Европейской части СССР в значительном большинстве случаев (85%) оказывается положительной и только в небольшом числе случаев (15%) — отрицательной.

Для годового стока средних и крупных рек коэффициенты корреляции расположены в пределах —0,4, +0,9 [1]. Наибольшая теснота отмечается при положительных, т. е. прямых связях, при $r=0{,}5 \div 0{,}9$. Меньшая теснота обнаруживается при отрицательных, т. е. обратных связях, при r, равном от —0,3 до —0,4.

Существенных связей из общего числа 300 корреляций годового стока средних рек Европейской части СССР оказывается сравнительно немного. Так, например, число положительных связей составляет порядка 50, а число отрицательных — менее 10.

Анализ коэффициентов корреляции показывает, что наиболее тесные связи характерны для годового стока рек и менее тесные — для стока половодья и межени. Самые высокие положительные коэффициенты связи годового стока ($r=0{,}87 \div 0{,}79$)

[1] Как известно, полная синхронность колебаний стока соответствует коэффициенту корреляции, равному единице (т. е. $r_{x,y}=1$), а полная асинхронность — минус единице (т. е. $r_{x,y}=-1$). Все промежуточные значения коэффициентов корреляции характеризуют неполную синхронность или неполную асинхронность.

отмечены для рек Волга — Западная Двина, Луга — Сясь, Сал — Уфа, самые высокие отрицательные (r от —0,40 до —0,36) — для рек Уса—Волга, Уса—Вента, Уса—Стырь, Уса—Унжа, Уса—Белая.

По количеству выявленных существенных положительных связей между годовым стоком средних рек в пределах Европейской части СССР можно выделить группы рек:

— реки Северо-Западного района (Вента, Пярну, Луга), образующие существенные связи с тремя—семью соседними реками;

— реки Центрального района (Пинега, Сясь, Сухона, Унжа, Западная Двина, Волга, Клязьма), каждая из которых тесно связана с водосборами пяти—девяти рек;

— реки Северо-Восточного района (Печора, Вятка, Уфа, Белая, Ворона), каждая из которых тесно связана с водосборами четырех рек;

— реки южных районов (Синюха, Сула, Сал, Чир, Большой Узень), каждая из которых существенно связана с двумя-тремя водосборами смежных рек.

Малое число существенных связей между стоком смежных рек (двумя водосборами) наблюдается как на юге, так и на севере.

Таким образом, не только по характеру циклических колебаний стока, но и по тесноте связи годового стока рек могут быть выявлены группы рек или районы с синхронными колебаниями стока.

Среди преимущественно крупных рек, образующих наибольшее число связей с другими водосборами и обладающих более или менее высокой теснотой связи годового стока ($r=0{,}68 \div 0{,}51$), можно выделить группу рек, тяготеющих к Западной Двине (Неман, Нарва, Днепр, Волга, Северная Двина). Если взять в качестве опорного бассейна Волгу, то в числе рек, имеющих наиболее тесные связи стока с этой рекой ($r=0{,}63 \div 0{,}52$), оказываются водосборы Северной Двины, Западной Двины, Нарвы и Дона.

Как видно из приведенного примера, некоторые бассейны (реки Нарва, Северная Двина) одновременно образуют достаточно тесные связи и с Западной Двиной, и с Волгой, другие же бассейны по тесноте годового стока значительно сильнее тяготеют к Западной Двине (реки Неман, Днепр) или же к Волге (р. Дон).

Довольно тесные положительные связи между годовым стоком существуют и на реках других районов. Так, например, сток р. Северной Двины имеет явную связь ($r=0{,}80 \div 0{,}51$) со стоком рек Мезени, Волги и даже Западной Двины. Таким образом, у каждого водосбора оказывается своя группа рек, имеющая с ним наиболее тесную связь.

Большой интерес представляют обратные, т. е. отрицательные связи годового стока. Отрицательные связи отмечаются для рек значительно удаленных между собой водосборов.

Наиболее существенно и отчетливо отрицательные связи годового стока выражены на р. Усе (Северный Урал), которая, в отличие от всех других, не образует существенных положительных связей ни с одной из рассмотренных рек. Годовой сток р. Усы образует отрицательные связи со стоком почти всех рек, из них наибольшие значения r (от —0,31 до —0,40) получаются при связи со стоком рек Венты, Луги, Сяси, Волги, Унжи, Белой, Стыри и Большого Узеня.

Существенных связей из общего числа свыше 500 корреляций годового стока средних рек Азиатской части СССР отмечено очень немного. Число положительных связей составляет 46, отрицательных — 38.

Самые высокие положительные связи годового стока ($r = 0{,}93 \div 0{,}75$) обнаруживаются для рек Тавда—Тура, Васюган—Кеть, Васюган—Тым, Тобол—Исеть. Самые высокие отрицательные связи годового стока (r равен от —0,49 до —0,34) отмечены для рек Васюган—Туруханн, Витим—Колыма, Иркут—Алдан, Иркут—Зея, Исеть—Вилюй, Тым—Уссури, Илим—Бирюса, Туруханн—Нижняя Тунгуска.

По количеству существенных положительных связей между годовым стоком средних рек здесь выделяются такие группы:

— реки Зауральского района (Тавда, Тура, Исеть, Тобол) с наличием шести-семи связей;

— реки Васюганского района (Васюган, Тым, Омь) с наличием четырех — восьми связей;

— реки Казахстанского района (Ишим, Тобол, Исеть, Чидерты, Кеть, Кия);

— реки Восточно-Сибирского района (Киренга, Илим, Нижняя Тунгуска, Витим, Лена, Вилюй);

— реки Алдано-Зейского района (Алдан, Зея, Бурея).

Отрицательные связи годового стока четко выражены у многих рек Азиатской части СССР. Количество существенных отрицательных связей годового стока здесь значительно превышает число таких связей в Европейской части СССР.

В Азиатской части СССР существенные отрицательные связи годового стока отмечаются для следующих рек: Вилюй — Исеть ($r = -0{,}41$), Тобол ($r = -0{,}36$), Тура ($r = -0{,}29$), Ишим ($r = -0{,}29$), Тым ($r = -0{,}29$), Колыма ($r = -0{,}27$); Колыма — Витим ($r = -0{,}41$), Чидерты ($r = -0{,}39$), Киренга ($r = -0{,}32$), Вилюй ($r = -0{,}27$); Туруханн — Васюган ($r = -0{,}49$), Нижняя Тунгуска ($r = -0{,}32$), Кеть ($r = -0{,}28$); Иркут — Зея ($r = -0{,}43$), Тым ($r = -0{,}31$); Камчатка — Киренга ($r = -0{,}28$), Уссури ($r = -0{,}26$); Нижняя Тунгуска — Туруханн ($r = -0{,}32$); Уссури — Тым ($r = -0{,}39$).

Как видно из этих данных, наибольшее число существенных связей с другими реками образуют Колыма и Вилюй (пять-шесть), меньшее их число (две-три) отмечается для рек Туруханa, Иркута, Камчатки.

Важное значение имеет вопрос о выявлении корреляционных связей годового стока рек Европейской и Азиатской частей СССР. Эти связи рассматривались сначала по материалам Н. В. Сомова на примере крупных рек, а затем на основании новых вычислений на примере средних рек.

Среди крупных рек Европейской части СССР, характеризующихся близкими к противоположным колебаниями стока (отрицательные связи), можно выделить два основных очага этих колебаний — взаимокомпенсационные области, на которые еще раньше указывал автор (Кузин, 1953).

Первый очаг — это, с одной стороны, р. Нева, а с другой — р. Кубань ($r = -0{,}39$); второй — это, с одной стороны, р. Печора, а с другой — р. Западная Двина ($r = -0{,}33$).

Эти очаги, или группы бассейнов, с отрицательными связями колебаний стока располагаются по диагоналям на территории Европейской части СССР: Нева — Кубань, Печора — Западная Двина, как бы отражая этим основные пути движения циклонов и антициклонов.

Из общего количества всех корреляций годового стока крупных рек СССР на долю отрицательных приходится в Европейской части СССР $^1/_3$, а в Азиатской — $^1/_4$.

В колебаниях годового стока крупных рек Азиатской части СССР в большинстве случаев обнаруживаются положительные связи. Наиболее тесно связан ($r = 0{,}50 \div 0{,}82$) сток рек Средней Азии (Амударья, Зеравшан, Сырдарья, Чирчик и Или), каждая из которых имеет с соседними водосборами от трех до пяти существенных связей. Крупные реки Сибири образуют мало таких связей, и лишь сток рек Оби и Иртыша и Оби и Енисея довольно тесно связан между собой ($r = 0{,}78$ и $r = 0{,}59$). Существенных отрицательных связей стока крупных рек Азиатской части СССР не обнаруживается, если не считать невысокой связи стока рек Ангары и Иртыша ($r = -0{,}24$).

Не отмечается также существенных положительных связей стока крупных рек Европейской и Азиатской частей СССР. Имеются лишь положительные связи стока рек Мезени и Зеравшана ($r = 0{,}43$) и Днепра с Амуром ($r = 0{,}40$).

Наиболее контрастные различия колебаний стока отмечаются между крупными реками Европейской и Азиатской частей СССР. Здесь обнаруживается наибольшее количество существенных отрицательных связей. Основные очаги таких связей образуют водосборы рек Сырдарьи, Оби и Ангары, каждая из которых имеет пять-шесть существенных отрицательных связей с рядом рек Европейской части СССР.

Река Сырдарья образует существенные отрицательные связи годового стока (r равно от —0,25 до —0,33) с крупными реками запада, центра и юга Европейской части СССР (Неманом, Днепром, Волгой).

Река Обь имеет отрицательные связи годового стока (r составляет от —0,25 до —0,35) с реками северо-запада, запада (Невой, Западной Двиной) и северо-востока (Печорой). И наконец, р. Ангара также образует существенные отрицательные связи годового стока (r равно от —0,25 до —0,44) с некоторыми реками северо-запада (Нарвой, Невой), центра (Волгой) и северо-востока ЕТС (Северной Двиной, Мезенью).

Здесь уместно отметить, что по мере увеличения расстояния между бассейнами (Сомов, 1963) корреляционная связь между годовым стоком рек сначала уменьшается, а затем увеличивается. Это видно из следующих примеров: Нарва — Обь (r = —0,20), Нарва — Ангара (r = —0,41); Нева — Обь (r = —0,25), Нева—Ангара (r = —0,34); Волга—Енисей (r = —0,23), Волга—Ангара (r = —0,42) и т. д.

Если существенных положительных связей между годовым стоком крупных рек Европейской и Азиатской частей СССР не обнаружено, то для стока средних рек они появляются. Важно отметить, что все существенно положительные связи (при r = 0,83÷0,52) обнаружены только для стока рек юго-востока Европейской части СССР и рек восточного склона Урала и прилегающих к нему южных районов Западной Сибири (реки Белая — Тобол, r=0,83; Белая — Исеть, r=0,81; Уфа — Тобол, r=0,78; Уфа — Исеть, r=0,78; Уфа — Тура, r=0,68, Вятка — Тавда, r=0,69; Вятка — Тобол, r=0,69 и т. д.). Наряду с этим между годовым стоком средних рек Европейской части СССР и стоком рек Средней и Восточной Сибири и Дальнего Востока не обнаруживаются существенно положительные связи.

К числу основных очагов существенных отрицательных связей годового стока (при r, равном от —0,53 до —0,30) относятся водосборы рек Пура, Тыма, Оми, Большого Пита, Бирюсы, Лены, Колымы, каждая из которых образует от шести до десяти связей с некоторыми реками Европейской части СССР. Так, например, реки более северных районов Сибири (Пур, Колыма) образуют существенные отрицательные связи с реками тундровой и лесной зон Европейской части (Колой, Пярну, Лугой, Сясью, Сухоной, Пинегой и др.), а реки более южных районов Сибири (Омь, Тым, Большой Пит и др.) образуют соответственные связи как с упомянутыми реками лесной зоны, так и с некоторыми реками лесостепной зоны (Десной, Сулой, Синюхой и др.).

Теснота связи стока половодья. Коэффициенты корреляционной связи стока половодья рек Европейской части СССР колеблются в тех же пределах, что и годового стока

(r составляет от —0,40 до +0,86). Наиболее высокие значения коэффициентов положительных связей ($r=0{,}86 \div 0{,}81$) отмечены для рек Белая — Уфа, Луга—Сясь, Западная Двина — Волга, Западная Двина — Березина. Наиболее высокие значения r отрицательных связей (от —0,40 до —0,35) отмечены для рек Уса — Унжа, Уса — Волга и Пярну — Стырь.

Существенных положительных связей между стоком половодья средних рек оказывается значительно меньше, чем между годовым стоком.

Существенные отрицательные связи стока половодья, так же как и годового стока, отмечаются у р. Усы, сток которой связан обратной зависимостью со стоком рек Венты, Западной Двины, Волги, Сухоны, Пинеги, Унжи, Вороны, Стыри и Большого Узеня. Отмечаются также существенные обратные связи стока половодья р. Пярну с р. Стырью и р. Венты с р. Сулой.

Корреляционная связь стока половодья средних рек Азиатской части СССР находится в пределах от —0,47 до +0,81. Самые высокие значения коэффициентов положительных связей ($r=0{,}81 \div 0{,}72$) отмечены для рек Тобол — Исеть, Васюган — Тым, Тура — Исеть, Ишим — Кия. Самые высокие значения r отрицательных связей (от —0,47 до —0,30) выявлены для рек Иркут — Алдан, Иркут — Зея, Тобол — Вилюй, Большой Пит — Иркут, Тавда — Бирюса.

Корреляционные связи стока половодья средних рек Европейской и Азиатской частей СССР в основном повторяют связи годового стока, $r=0{,}83 \div 0{,}52$ и $r=(-0{,}53) \div (-0{,}30)$. Однако наибольшее количество существенных положительных и отрицательных связей здесь не превышает четырех — шести.

Теснота связи меженного стока. Коэффициенты корреляции меженного стока рек Европейской части СССР (от —0,40 до +0,82) довольно близки к соответствующим значениям тесноты связи годового и половодного стока. Наиболее тесными являются положительные связи меженного стока рек Волги и Западной Двины ($r=0{,}82$), Луги и Сяси ($r=0{,}78$), наиболее высокие значения r отрицательных связей — рек Усы и Белой ($r=-0{,}40$) и Усы и Сала ($r=-0{,}36$). Число существенных положительных связей стока межени еще меньше, чем стока половодья.

Наибольшее количество существенных отрицательных связей меженного стока с другими реками отмечается у р. Усы. Однако такие же связи, но с меньшим числом рек, образуют и реки Вятка, Уфа, Кола, Волга, Клязьма, Стырь и др.

Коэффициенты корреляции меженного стока рек Азиатской части (r равен от —0,57 до +0,79) сравнительно близки к соответствующим значениям для рек Европейской части СССР. Наиболее высокие значения коэффициентов положительных связей меженного стока отмечаются для рек Тавды и Туры

($r=0{,}79$), Тобола и Чидерты ($r=0{,}62$), Оми и Чидерты ($r=0{,}60$) и др. Наиболее высокие значения коэффициентов отрицательных связей меженного стока отмечены для рек Северной Сосьвы и Лены ($r=-0{,}57$), Северной Сосьвы и Оми ($r=-0{,}48$), Зеи и Колымы ($r=-0{,}47$) и др.

Корреляционная связь меженного стока средних рек Европейской и Азиатской частей СССР резко отличается от связей годового и половодного стока наличием малого числа положительных и большого числа отрицательных связей. Наиболее тесные положительные связи ($r=0{,}73\div0{,}60$) имеют реки юго-западных и юго-восточных склонов Урала (Вятка — Тура, Уфа — Тура, Уфа — Тобол, Белая — Тобол и др.). Наиболее высокие значения r отрицательных связей меженного стока средних рек достаточно высоки (от —0,51 до —0,30). Все реки Азиатской части СССР образуют с меженным стоком рек Европейской части существенные отрицательные связи. Наибольшее число таких связей отмечается для рек Оми, Нижней Тунгуски, Исети, Бирюсы.

Теснота связи между стоком года, половодья и межени. При исследовании синхронности и асинхронности колебаний стока за год, половодье и межень важной задачей является выявление тесноты связей между годовым стоком и его основными составляющими (стоком половодья, стоком межени), а также между стоком половодья и межени. Исследование тесноты связи между стоком отдельных частей года необходимо также для выявления соответствующих соотношений неизученных рек.

Условия формирования стока и соотношения между частями стока года — многоводной (половодье) и маловодной (межень) — вследствие различного влияния климатических факторов и неоднородного трансформирующего влияния водосборов не постоянны и существенно изменяются по годам. Наряду с этим средние значения указанных соотношений довольно устойчивы. Эта устойчивость соотношения между половодьем и меженью наглядно проявляется на средних реках, расположенных в однородных географических условиях, так как в ее основе лежат зональные соотношения между источниками питания.

Для выявления тесноты связи между годовым стоком и стоком половодья, годовым и стоком межени, стоком половодья и межени и характера их пространственного распределения, помимо новых вычислений (табл. 30 и 31), были использованы коэффициенты корреляции стока ряда средних рек Европейской части СССР, приведенные в работе В. Г. Андреянова (1960).

Как и следовало ожидать, наиболее тесные связи, т. е. высокие коэффициенты корреляции (порядка 0,8—0,9), обнаруживаются между годовым и весенним стоком, довольно высокие коэффициенты корреляции (порядка 0,6—0,8) — между годовым

Таблица 30

Коэффициенты корреляции годового (Г), половодного (П) и меженного (М) стока рек Европейской части СССР и их вероятные ошибки

1921—1960 гг.

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	$r_{ГП}$	$\pm\sigma_r$	$r_{ГМ}$	$\pm\sigma_r$	$r_{ПМ}$	$\pm\sigma_r$
Кола	1429-й км Окт. ж. д.	3 780	0,82	0,03	0,71	0,05	0,17	0,10
Луга	ст. Толмачево	6 320	0,67	0,06	0,72	0,05	0,04	0,10
Сясь	д. Яхново	6 230	0,54	0,07	0,81	0,04	0,05	0,10
Сухона	д. Рабаньга	15 900	0,77	0,04	0,74	0,05	0,14	0,10
Пярну	д. Орекюла	5 180	0,92	0,02	0,73	0,05	0,40	0,02
Вента	г. Кулдига	8 320	0,97	0,01	0,55	0,07	0,31	0,09
Западная Двина	г. Витебск	27 300	0,58	0,07	0,77	0,04	0,07	0,10
Волга	г. Старица	21 100	0,65	0,06	0,81	0,04	0,08	0,10
Клязьма	г. Владимир	15 200	0,76	0,04	0,64	0,06	0,01	0,10
Березина	г. Бобруйск	20 200	0,76	0,04	0,74	0,05	0,12	0,10
Десна	г. Брянск	12 400	0,72	0,05	0,79	0,04	0,14	0,10
Стырь	г. Луцк	7 200	0,96	0,01	0,91	0,02	0,76	0,04
Сула	с. Лубны	14 200	0,79	0,04	0,68	0,06	0,08	0,10
Синюха	с. Синюхин Брод	16 700	0,94	0,01	0,58	0,07	0,27	0,10
Чир	ст-ца Обливская	8 540	0,99	0,00	0,81	0,04	0,73	0,05
Сал	ст-ца Батлаевская	19 500	0,99	0,00	0,62	0,06	0,50	0,08
Уса	с. Петрунь	31 200	0,86	0,03	0,64	0,06	0,14	0,10
Печора	с. Троицко-Печорск	35 400	0,60	0,06	0,73	0,05	0,10	0,10
Пинега	с. Кулогоры	37 000	0,58	0,07	0,79	0,04	0,04	0,10
Унжа	г. Макарьев	18 500	0,65	0,06	0,80	0,04	0,05	0,10
Вятка	г. Киров	48 300	0,81	0,04	0,72	0,05	0,19	0,10
Ворона	с. Чутановка	5 560	0,97	0,01	0,62	0,06	0,41	0,09
Уфа	г. Караидель	36 600	0,80	0,04	0,86	0,03	0,34	0,09
Белая	г. Стерлитамак	21 100	0,94	0,01	0,85	0,03	0,62	0,06

Примечание. Значения среднего годового стока и коэффициенты вариации за период 1921—1960 гг. для указанных створов приведены в табл. 2.

Таблица 31

Коэффициенты корреляции годового (Г), половодного (П) и меженного (М) стока рек Азиатской части СССР и их вероятные ошибки

1931—1960 гг.

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	$r_{ГП}$	$\pm\sigma_r$	$r_{ГМ}$	$\pm\sigma_r$	$r_{ПМ}$	$\pm\sigma_r$
Северная Сосьва	Сосьвинская культ-база	65 200	0,98	0,00	0,18	0,12	0,38	0,11
Пур	п. Самбург	95 100	0,96	0,01	0,08	0,12	0,34	0,11

Река	Пункт	Площадь водосбора, км²	$r_{ГП}$	$\pm\sigma_r$	$r_{ГМ}$	$\pm\sigma_r$	$r_{ПМ}$	$\pm\sigma_r$
Турухан	факт. Янов Стан	9 930	0,63	0,07	0,43	0,09	0,34	0,11
Тавда	г. Тавда	81 000	0,99	0,00	0,37	0,11	0,38	0,11
Тура	г. Тюмень	58 500	0,82	0,04	0,66	0,07	0,10	0,12
Васюган	с. Васюган	31 700	0,85	0,03	0,77	0,05	0,33	0,11
Тым	с. Напас	32 200	0,85	0,03	0,77	0,05	0,32	0,11
Кеть	п. Максимкин Яр	38 400	0,42	0,10	0,14	0,12	0,08	0,12
Исеть	с. Мехонское	52 300	0,94	0,01	0,16	0,12	0,03	0,12
Омь	г. Калачинск	47 800	0,88	0,03	0,88	0,03	0,56	0,08
Кия	г. Мариинск	9 820	0,99	0,00	0,44	0,09	0,34	0,11
Тобол	г. Кустанай	31 000	0,99	0,00	0,81	0,04	0,83	0,03
„	г. Курган	138 000	0,99	0,00	0,81	0,04	0,73	0,05
Ишим	г. Петропавловск	118 000	0,91	0,02	0,24	0,12	0,25	0,11
Чидерты	свх. Экибастуз	12 100	0,97	0,01	0,50	0,09	0,46	0,10
Алей	с. Хабазино	20 800	0,91	0,02	0,77	0,05	0,52	0,09
Большой Пит	база Брянка	15 100	0,51	0,09	0,32	0,11	0,19	0,12
Бирюса	р. п. Суетиха	24 700	0,99	0,00	0,73	0,06	0,66	0,07
Иркут	с. Смоленщина	14 800	0,92	0,02	0,11	0,12	0,05	0,12
Илим	д. Сотниково	29 300	0,87	0,03	0,15	0,12	0,26	0,11
Нижняя Тунгуска	с. Подволошино	8 780	0,90	0,02	0,66	0,07	0,28	0,11
Лена	с. Грузновка	41 700	0,98	0,00	0,48	0,10	0,35	0,11
Киренга	д. Шорохово	46 500	0,99	0,00	0,37	0,11	0,27	0,12
Витим	г. Бодайбо	186 000	0,98	0,00	0,27	0,11	0,23	0,12
Вилюй	с. Сунтар	202 000	0,99	0,00	0,10	0,12	0,06	0,12
Колыма	п. Усть-Среднекан	99 400	0,99	0,00	0,06	0,12	0,04	0,12
Камчатка	с. Ключи	45 600	0,86	0,03	0,74	0,05	0,45	0,10
Алдан	г. Томмот	49 500	0,95	0,01	0,12	0,02	0,04	0,12
Зея	уроч. Зейские Ворота	82 400	0,99	0,00	0,93	0,02	0,85	0,03
Бурея	с. Каменка	67 400	0,98	0,00	0,11	0,12	0,21	0,12
Иман	с. Картун	18 500	0,99	0,00	0,15	0,12	0,51	0,09
Уссури	ст. Кировская	24 400	0,99	0,00	0,11	0,12	0,34	0,11

Примечание. Значения среднего годового стока и коэффициенты вариации за период 1931—1960 гг. для указанных створов приведены в табл. 2.

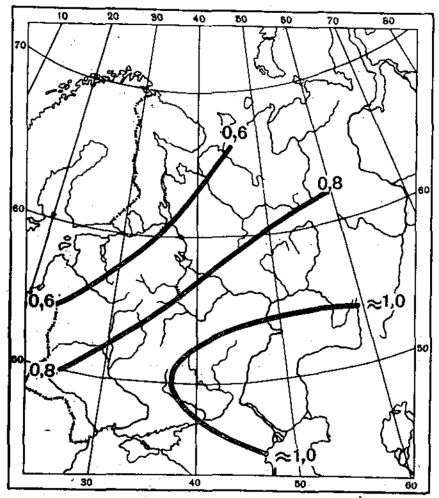


Рис. 5. Значения коэффициентов корреляции годового и весеннего стока рек Европейской части СССР.

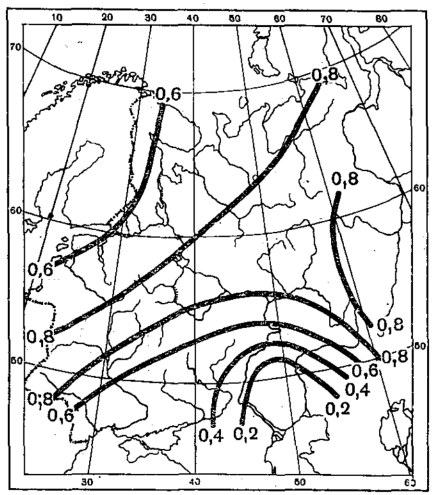


Рис. 6. Значения коэффициентов корреляции годового и меженного стока рек Европейской части СССР.

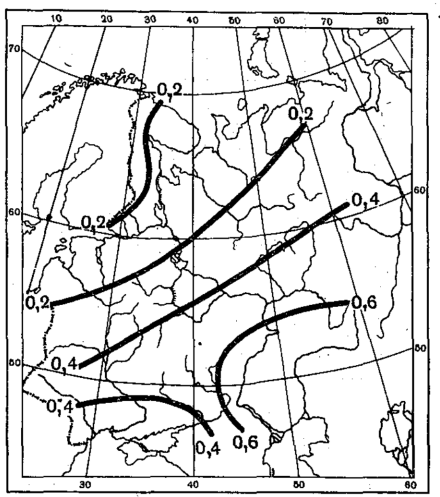


Рис. 7. Значения коэффициентов корреляции весеннего и меженного стока рек Европейской части СССР.

и меженным стоком и, наконец, менее тесные связи (порядка 0,4—0,6) — между весенним и меженным стоком.

Для более полного использования приведенных данных и более наглядного их изображения были построены схематические карты изолиний коэффициентов корреляции между годовым и весенним, годовым и меженным, а также весенним и меженным стоком рек Европейской части СССР [1] (рис. 5—7).

Следует подчеркнуть, что основное значение имеют коэффициенты корреляции между стоком половодья и межени, характеризующие инерцию стока (см. табл. 29 и 30). Необходимо учитывать, что коэффициенты корреляции стока за год и за половодье, отражающие связь между целым и его большей частью, в значительной мере зависят от соотношения их средних многолетних величин. Поэтому во многих случаях коэффициенты корреляции между стоком года и половодья достигают значений 0,98—0,99.

Коэффициенты корреляции между стоком половодья и межени существенно меньше. Однако значимость последних больше, так как они отражают внутреннюю связь между частями стока. Эти замечания не относятся к корреляции стока года и межени, так как доля меженного стока в годовом значительно меньше, чем весеннего стока.

[1] Построить аналогичные карты для Азиатской части СССР ввиду недостаточности материалов оказалось невозможным.

ГЛАВА 5

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ СССР ПО СИНФАЗНОСТИ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ СТОКА

Области с однородными изменениями стока рек, как показано многими исследователями, непостоянны. Контуры этих областей ежегодно меняются. Однако в средних условиях оказывается все же возможным выделить отдельные районы с более или менее синфазными колебаниями речного стока.

При выявлении районов с синфазными колебаниями водности прежде всего следует опираться на фактические материалы по стоку, характеризующие его колебания, и по мере необходимости учитывать другие существующие схемы районирования.

В этом отношении надо отметить, что широко известная схема климатического районирования территории СССР Б. П. Алисова (1954, 1956) нередко полностью используется при выделении районов с однородными колебаниями стока без достаточных к этому оснований, хотя в общем эта схема хорошо описывает пространственные климатические различия.

Не умаляя значения схемы Алисова, получившей большое распространение, а также нашей схемы гидрологического районирования (Кузин, 1960), необходимо отметить, что при их построении преследовались иные цели. Поэтому задача выявления областей с однородными (синфазными) и противоположными (асинфазными) колебаниями водности, естественно, требует разработки специальной схемы районирования. Главным условием такой схемы должна быть ее объективность и пригодность для решения практических задач.

Произведенный анализ разностных интегральных кривых стока показывает, что время наступления, продолжительность и другие характеристики маловодных и многоводных фаз на разных реках довольно различны. Однако, несмотря на индивидуальные особенности многолетних колебаний стока отдельных рек, в определенных областях и районах все же наблюдается сходный характер наступления и проявления этих фаз.

При сопоставлении и сравнении разностных интегральных

кривых стока в целях выделения районов с однородными его колебаниями нельзя предъявлять требований, чтобы эти колебания даже на реках одного района вполне совпадали друг с другом. Такие случаи не очень часты. Известно, что и на обычных графиках связи, например годового стока двух створов одной и той же реки, почти всегда наблюдается некоторый разброс точек. Если же на таких графиках приходится «связывать» сток разных, даже близко расположенных рек, то разброс точек значительно увеличивается. Поэтому при сравнении интегральных кривых стока рек, находящихся даже в пределах одного района, не может наблюдаться полное совпадение. Причиной этого является не только динамичность синоптических процессов, обусловливающих неоднородность выпадения по территории атмосферных осадков, но и различный характер рельефа и почво-грунтов водосборов, обладающих разными водопоглощающими и регулирующими свойствами.

При выделении районов с синфазными изменениями стока для более наглядного представления пространственных закономерностей этого распределения, помимо использования разностных интегральных кривых стока, были построены диаграммы, являющиеся преобразованием указанных кривых с изображением на них различными условными знаками фаз водности, их продолжительности и чередования (см. приложения 1 и 2). Кроме того, были дополнительно использованы показатели водности (средние модульные коэффициенты и значения обеспеченности), вычисленные по 10-летним периодам. Эти диаграммы и показатели водности наряду с интегральными кривыми были использованы в дальнейшем при сравнении циклических колебаний стока рек СССР и зарубежных стран. Анализ указанных диаграмм подтверждает синфазность стока рек в выделенных районах. Для обоснования этих районов учитывались также коэффициенты корреляции между стоком смежных рек.

Конечно, при наличии более продолжительных рядов наблюдений для определения их синфазности или асинфазности было бы правильнее коррелировать сток не отдельных лет, а фаз водности, так как связи между фазами стока должны быть теснее связей стока отдельных лет. Однако отсутствие длинных стоковых рядов не дает возможности произвести указанные сравнения. Учитывая недостаточную продолжительность наблюдений и слабую гидрологическую изученность, особенно северных и восточных областей Азиатской части СССР, районирование этой территории следует признать приближенным.

Районирование территории СССР по синфазности циклических колебаний водности выполнено, во-первых, для годового и половодного стока и, во-вторых, для меженного стока. Вначале рассматривается районирование годового и половодного стока

рек Европейской и Азиатской частей СССР, а затем районирование меженного стока этих же территорий. Выделенные районы (группы рек) с синфазными колебаниями годового и половодного стока в пределах Европейской части СССР приведены в табл. 32.

Таблица 32

Районы с синфазными колебаниями годового и половодного стока рек Европейской части СССР

Район и подрайон	Река
1. Северо-Западный	
а) северный	Кола, Кемь
б) южный	Луга, Пярну
2. Центральный	
а) северный	Сула, Пинега
б) центральный	Сясь, Сухона, Унжа
в) южный	Вента, Западная Двина, Волга, Клязьма, Березина, Десна
3. Северо-Восточный	Печора, Вятка, Уфа, Белая, Ворона, Большой Черемшан
4. Юго-Западный	Стырь, Сула, Синюха, Ингулец, Сал
5. Юго-Восточный	Чир, Большой Узень, Илек

Следует подчеркнуть, что эти районы представляют собой обширные области (макрорайоны) с более или менее однородными колебаниями фаз циклических колебаний, а не отдельных лет, колебания стока которых имеют более сложный характер.

На территории Европейской части СССР по характеру синфазности циклических колебаний годового и половодного стока оказалось возможным выделить пять основных районов и пять подрайонов с еще более близкими значениями синфазности стока.

Схематическая карта районов с синфазными циклическими колебаниями годового и половодного стока средних рек СССР показана на рис. 8. Здесь уместно отметить довольно близкое сходство выделенных на Европейской части СССР районов с определенными ранее, также по циклическим колебаниям стока, районами В. Г. Андреянова (1957).

Диаграммы, характеризующие изменения фаз циклических колебаний стока рек в пределах выделенных районов за период 1921—1960 гг., приведены на рис. 9.

Первая группа районов (1, 2, 3) охватывает в основном лесную и тундровую зоны, а вторая группа (4 и 5) — преимущественно степную и полупустынную зоны.[1]

[1] Реки лесостепной зоны входят в первую и вторую группы районов.

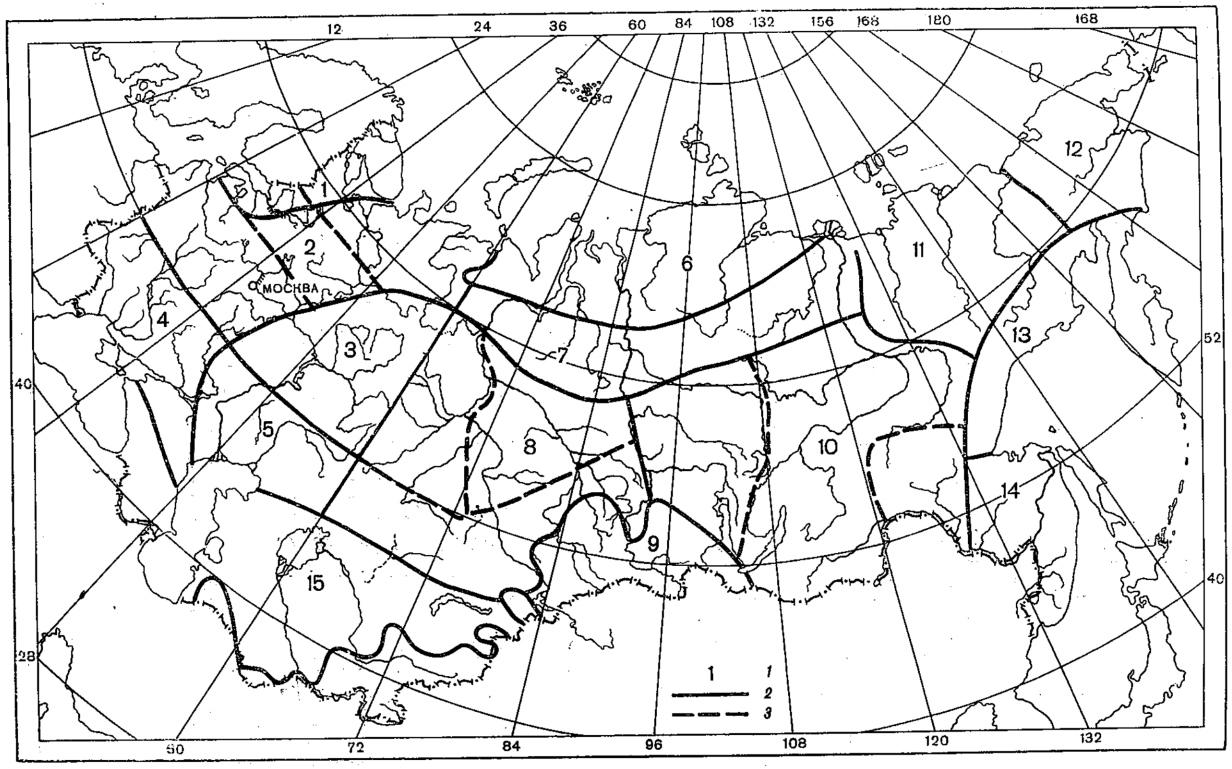


Рис. 8. Районы с синфазными циклическими колебаниями годового стока рек СССР.

1 — номера районов, *2* — границы районов, *3* — границы подрайонов.

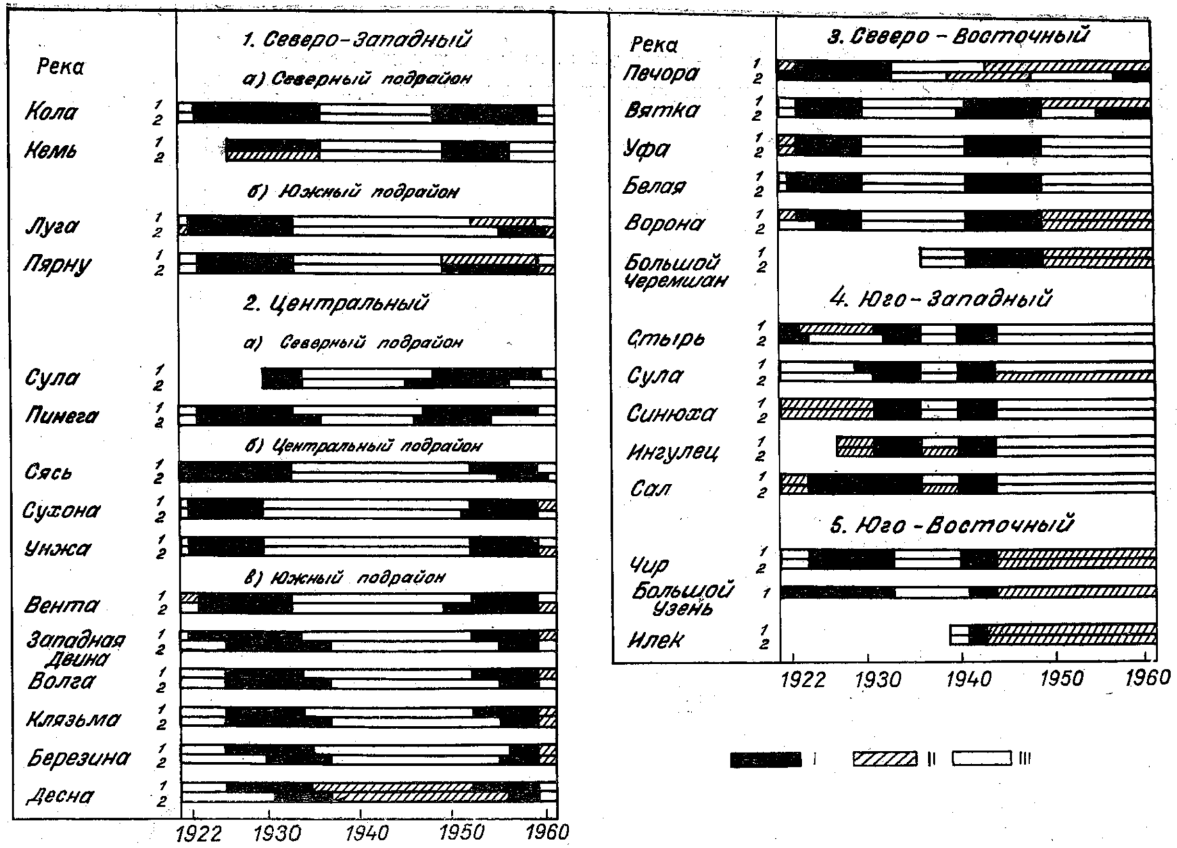


Рис. 9. Диаграмма циклических колебаний годового и половодного стока рек Европейской части СССР.

Наиболее резко смена многоводных и маловодных фаз проявляется в южной половине Европейской части СССР и менее резко в северной половине этой территории. Поэтому границы выделенных районов с однородными циклическими колебаниями годового и половодного стока в южных областях являются более четкими по сравнению с соответствующими границами в северных областях.

В центральном районе Европейской части СССР большие пространства охватываются довольно однородными циркуляционными процессами, вследствие чего здесь на большом числе водосборов проявляется синфазность колебаний стока. В северных и южных районах, где однородной циркуляцией атмосферы охватываются меньшие площади, и синфазность колебаний стока отмечается также на меньшем числе водосборов. Общая синфазность циклических колебаний стока рек на протяжении от Белого моря до Окско-Донского водораздела была ранее отмечена В. Г. Андреяновым (1959).

В западной и центральной частях Европейской территории СССР первые два района охватывают тундровую и лесную зоны. Реки лесостепной и степной зон западной части объединены в один четвертый район. В восточной же части, в отличие от западной и центральной, в одном третьем районе объединяются реки лесной и лесостепной зон.

Следует подчеркнуть, что районы с синфазными колебаниями стока охватывают водосборы средних и малых рек, принадлежащих к различным крупным речным бассейнам. Это подтверждает прежний вывод автора о том, что водоразделы рек не являются границами их водного режима (Кузин, 1960).

Наиболее тесная синфазность, естественно, свойственна циклическим колебаниям годового стока. Менее тесная синфазность отмечается в колебаниях стока половодья и межени, что объясняется, по-видимому, в значительной мере недостатками их выделения.

Количественные значения показателей фаз годового и половодного стока для рек выделенных районов и подрайонов Европейской части СССР приведены в приложении 1.

Основные показатели фаз годового и половодного стока рек в пределах районов в большинстве случаев оказываются близкими между собой.

Выделенные районы характеризуются синфазностью циклических колебаний годового и половодного стока водосборов, расположенных в их пределах. Реки же разных районов имеют свои особенности в характере колебаний стока. Главное различие выделенных районов заключается в разновременном наступлении маловодных и многоводных фаз, неодинаковой продолжительности их на реках этих районов, а также в разных модульных коэффициентах и обеспеченности многоводных и маловод-

ных периодов года. Поэтому асинфазность стока надо искать не внутри выделенных районов, а в других — смежных и главным образом удаленных районах. Наблюдающуюся внутри районов неполную аналогию в колебаниях стока рек следует рассматривать как неполную синхронность.

Практическое значение асинфазности стока, т. е. несовпадения или противоположного хода маловодных и многоводных фаз, очень велико. Так, например, при объединении гидроэнергии рек Центрального и Северо-Восточного районов Европейской части СССР (см. рис. 9) маловодность периода 1934—1951 гг., наблюдавшаяся на реках Центрального района, могла быть в значительной мере компенсирована многоводностью периода 1941—1948 гг. на реках Северо-Восточного района. Маловодность периодов 1930—1940 и 1949—1960 гг., отмеченная на реках Северо-Восточного района, могла быть компенсирована многоводностью этих же лет на реках Центрального района. Из этой диаграммы также следует, что объединение энергии рек Северо-Западного и Центрального районов не может иметь большого эффекта, поскольку существенной асинфазности в стоке рек этих районов не наблюдается.

Существенной асинфазности стока рек Юго-Западного и Юго-Восточного районов, несмотря на имеющиеся различия в колебаниях стока рек внутри этих районов, также не отмечается. Наиболее значительная асинфазность наблюдается между стоком рек Юго-Западного района и стоком рек Северо-Западного (южный подрайон), Центрального (южный подрайон) и Северо-Восточного районов. Наибольшая асинфазность отмечается между стоком рек Юго-Восточного района и стоком рек Центрального (северный подрайон) и Северо-Восточного районов.

Таким образом, при объединении энергии рек Центрального (южный подрайон) и Северо-Восточного районов могла быть в значительной мере компенсирована маловодность, имевшая место в период 1921—1960 гг. на реках указанных районов.

Территория Азиатской части СССР отличается большой сложностью природных условий, а также слабой гидрологической изученностью. Поэтому районирование данной территории с учетом многолетних колебаний стока сопряжено с трудностями.

Вследствие более обширных размеров Азиатской части СССР и ввиду более сложных физико-географических условий здесь было выделено 10 крупных районов с более или менее однотипными колебаниями годового и половодного стока (табл. 33). Кроме того, некоторые районы в целях большей однородности в синфазности стока были дополнительно разделены на ряд подрайонов.

Таблица 33

Районы с синфазными колебаниями годового и половодного стока на реках Азиатской части СССР

Район и подрайон	Река
6. Северо-Сибирский	Уса, Гравийка, Норильская
7. Пур-Оленекский	Пур, Турухан, Оленек, Эбитиэм
8. Западно-Сибирский	
а) Зауральский	Северная Сосьва, Тавда, Тура, Исеть, Тобол, Ишим
б) Васюганский	Васюган, Тым, Омь
в) Казахстанский	Кеть, Кия, Чидерты, Джаксы-Сары-Су
9. Алтайско-Саянский	Алей, Томь, Бирюса
10. Восточно-Сибирский	
а) западный	Илим, Нижняя Тунгуска, Большой Пит, Подкаменная Тунгуска
б) восточный	Вилюй, Витим, Шилка, Киренга, Лена
в) Алдано-Зейский	Алдан, Зея
11. Яно-Колымский	Яна, Адыча, Индигирка, Колыма
12. Чукотский	Пыркакай, Амгуема
13. Охотско-Камчатский	Мая, Сугой, Хасын, Камчатка
14. Приморский	Бурея, Иман, Уссури
15. Среднеазиатский	Реки с постоянным течением отсутствуют.

Диаграммы, освещающие изменения фаз циклических колебаний годового стока рек по районам Азиатской части СССР за период 1931—1960 гг., показаны на рис. 10.

Два первых района (6 и 7) охватывают северные области Западной и Средней Сибири. Район 8 занимает Зауралье, центральную и южную части западной Сибири, Северный и Центральный Казахстан. Район 9 характеризует Алтай и Саяны. Район 10 освещает Восточную Сибирь, включая Среднесибирское плоскогорье, Прибайкалье, Забайкалье и Приалданье. Районы 11 и 12 охватывают Яно-Колымскую область и Чукотку, район 13 — северную часть Дальнего Востока и Камчатку, район 14 — Буреинскую возвышенность и область хребта Сихотэ-Алинь.

Последний, район 15, охватывающий пустынные области Средней Азии, характеризуется отсутствием рек с постоянным течением. Колебания стока двух крупнейших рек — Амударьи и Сырдарьи, протекающих транзитом через пустыни, не харак-

терны для данного района, так как отражают колебания водности горных областей Средней Азии.

Северо-Сибирский, Пур-Оленекский, Яно-Колымский и Чукотский районы охватывают преимущественно тундровую и лесотундровую зоны. Все остальные районы, за исключением южных участков Западно-Сибирского (Казахстанского), а также Восточно-Сибирского и Приморского, расположены в основном в лесной зоне. Отмеченные районы также расположены в лесной зоне, но частично входят в лесостепную и местами даже в степную зоны.

Интересно отметить, что колебания фаз годового стока р. Усы, для которой не найдены аналоги среди рек Европейской части СССР, как выяснилось из анализа, довольно хорошо согласуются с колебаниями стока некоторых рек северной части Западной и Средней Сибири (реки Гравийка, Норильская). Поэтому колебания стока р. Усы рассматриваются в ряду рек Азиатской части СССР.

Следует также подчеркнуть наблюдающееся большое сходство в смене (чередовании) фаз циклических колебаний годового и половодного стока, с одной стороны, рек Се-

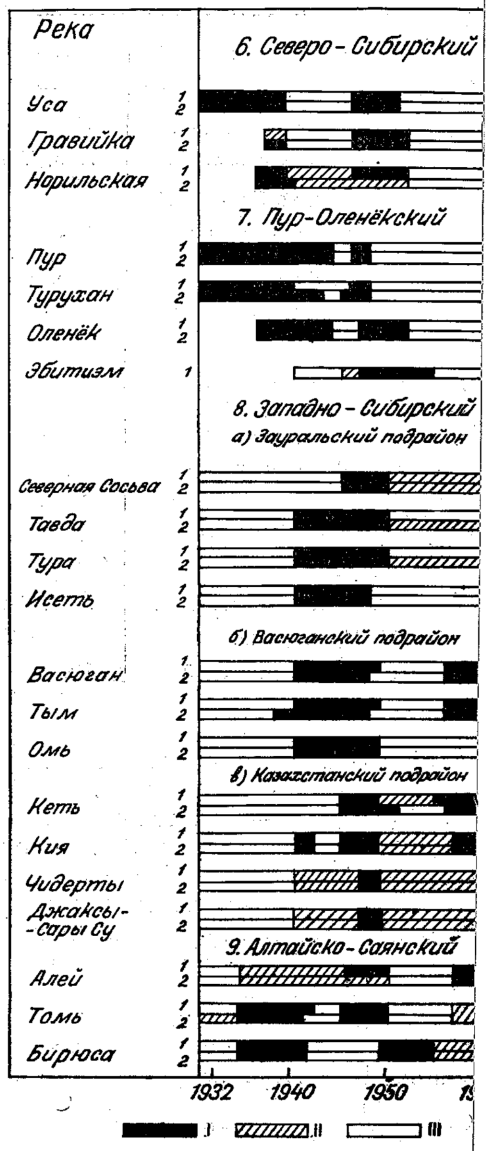
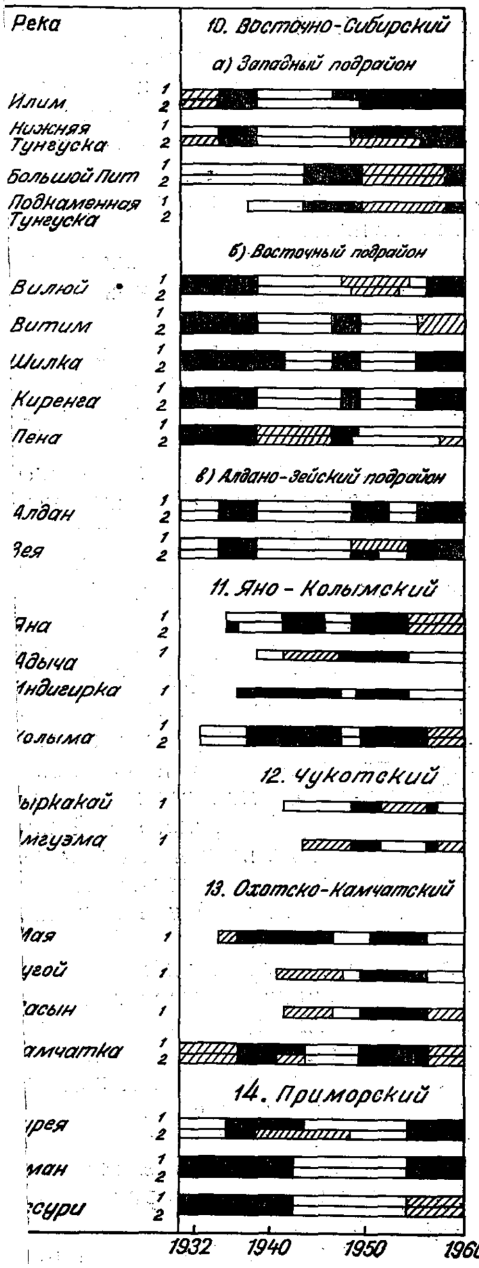


Рис. 10. Диаграмма циклических коле
атской

Усл. обозначе



годового и половодного стока рек Азиатской части СССР.

см. рис. 9.

веро-Восточного (Предуральского) района Европейской части СССР, а с другой — рек Западно-Сибирского (и, в частности, Зауральского) района Азиатской части СССР. Эти районы, если отвлечься от частностей, можно объединить в одну обширную Волго-Иртышскую гидросиноптическую область, выделенную автором еще в 1947 г. (Кузин, 1953).

Необходимо, однако, иметь в виду, что не все реки, отнесенные к тому или иному району, имеют тесную связь колебаний стока с другими реками данного района. Так, например, колебания стока р. Северной Сосьвы недостаточно синхронны с колебаниями стока остальных рек Зауральского подрайона (Тавдой, Турой, Исетью, Тоболом). Однако сходство колебаний стока р. Северной Сосьвы с колебаниями стока остальных рек Зауральского подрайона оказывается все же большим, чем с колебаниями стока рек других прилегающих областей. Аналогичные явления имеют место и в других районах, особенно в районах Восточной Сибири и Дальнего Востока, на реках которых синхронность стока проявляется слабее.

Наиболее частая и резкая смена маловодных и

многоводных фаз в Азиатской части СССР наблюдается преимущественно на реках, расположенных в области распространения многолетней мерзлоты (тундровая и лесотундровая зоны), а также на реках южной части Дальнего Востока. Частая и резкая смена водности на реках южной части Дальнего Востока отмечена также В. К. Ситниковым (1964).

Более плавная смена фаз водности наблюдается на реках Зауралья и Западно-Сибирской низменности.

Количественные показатели синфазности циклических колебаний годового и половодного стока на реках Азиатской части СССР приведены в приложении 1.

Колебания годового и половодного стока на реках выделенных районов, за отдельными исключениями, довольно хорошо согласуются между собой. Особенно четко синфазность стока выражена на реках Западной Сибири.

Асинфазность годового и половодного стока довольно четко проявляется между реками разных районов, с одной стороны, Западно-Сибирского района, а с другой — Алтайско-Саянского и Восточно-Сибирского районов. Так, например, маловодность периода 1931—1940 и 1951—1960 гг. на реках Западно-Сибирского района частично компенсируется многоводностью периодов 1931—1938, 1950—1955 и 1955—1960 гг., наблюдавшейся на реках Алтайско-Саянского и Восточно-Сибирского районов.

Асинфазность годового и половодного стока наблюдается также и на реках, с одной стороны, Восточно-Сибирского и Приморского районов, а с другой — Яно-Колымского и Охотско-Камчатского районов. И действительно, маловодность периода 1939—1950 гг. на реках Восточно-Сибирского района, а также периодов 1939—1945 и 1943—1954 гг. на реках Приморского района частично компенсируется многоводностью периодов 1938—1947 и 1950—1956 гг., наблюдавшейся на реках Яно-Колымского и Охотско-Камчатского районов.

Районирование территории по синфазности циклических колебаний меженного стока в связи с его зависимостью от гидрогеологических условий представляет собой еще более сложную задачу по сравнению с районированием годового стока и требует специальных исследований. Поэтому решение этой задачи в данной работе выполнено лишь в самом общем виде.

Выделенные районы (группы рек) с однородными циклическими колебаниями меженного стока на реках Европейской части СССР приведены в табл. 34, а для всей территории СССР показаны на схематической карте (рис. 11).

По характеру циклических колебаний меженного стока рек на территории Европейской части СССР были выделены четыре района (Северо-Западный, Центральный, Восточный и Юго-Западный). Диаграммы, характеризующие синфазность колебаний

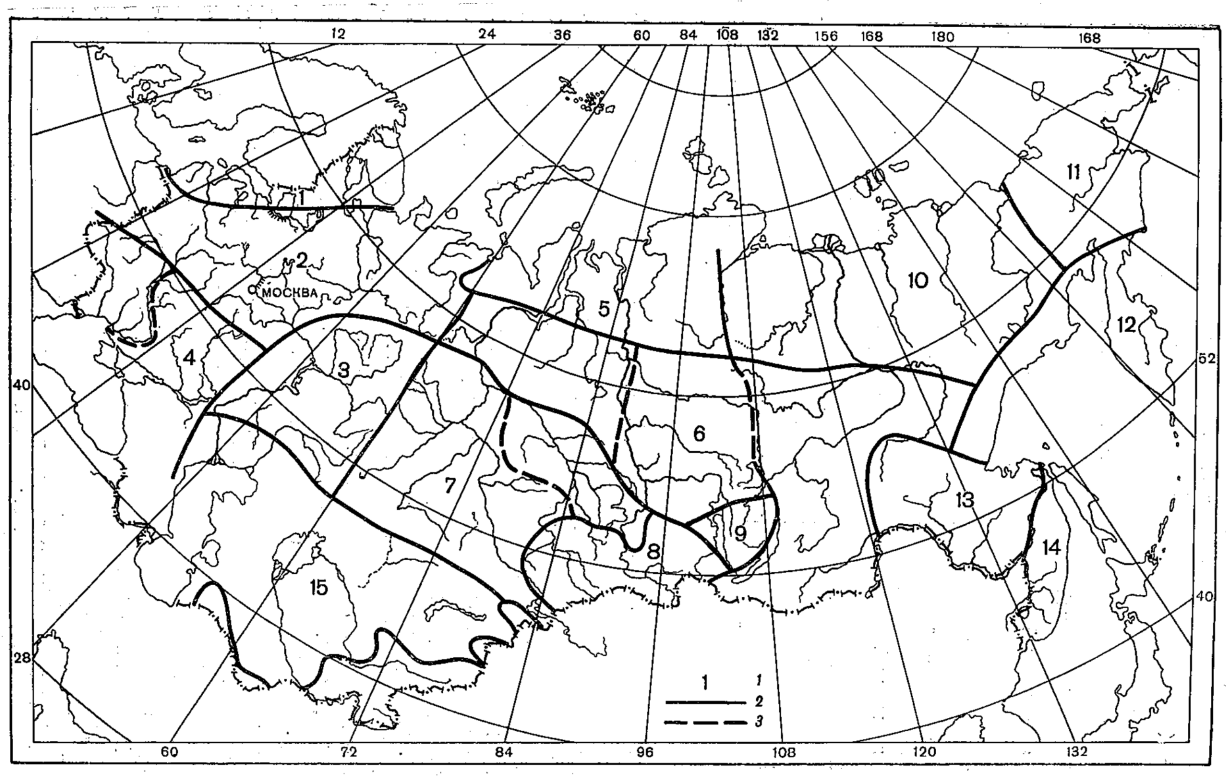


Рис. 11. Районы с синфазными циклическими колебаниями меженного стока рек СССР.

Усл. обозначения см. рис. 8.

Таблица 34

Районы с синфазными колебаниями меженного стока на реках Европейской части СССР

Район и подрайон	Река
1. Северо-Западный	
а) северный	Кола, Кемь
б) южный	Луга, Пярну, Вента
2. Центральный	
а) северный	Сула, Пинега, Печора
б) центральный	Сясь, Сухона, Унжа
в) южный	Западная Двина, Волга, Клязьма, Березина, Десна
3. Восточный	Вятка, Уфа, Белая, Большой Черемшан, Илек
4. Юго-Западный	
а) западный	Стырь, Синюха, Ингулец
б) восточный	Сула, Ворона, Чир, Сал

водности меженного стока рек по районам, приведены на рис. 12.

Районирование территории по циклическим колебаниям меженного стока в основном совпадает с районированием годового и половодного стока. Однако существенным различием этих двух схем является то обстоятельство, что Северо-Восточный и Юго-Восточный районы по характеру колебаний меженного стока объединяются в одну более крупную Восточную область (район). Следует также отметить, что по характеру колебаний стока межени некоторые реки как бы «переходят» из одного района в другой. Например, р. Ворона «переходит» из Северо-Восточного, а р. Чир — из Юго-Восточного в Юго-Западный район, р. Печора — из Северо-Восточного в Центральный район. В наиболее южной части Восточного района, в зоне сухих степей и полупустынь (р. Большой Узень и др.), малые и средние реки летом пересыхают и меженный сток, приобретая прерывистый характер, как бы затухает.

Синфазность колебаний меженного стока вследствие довольно пестрого характера его распределения, обусловленного гидрогеологическими особенностями территории, менее тесная, чем годового и половодного стока. Поэтому количественные показатели фаз меженного стока в отдельных районах оказываются менее устойчивыми (приложение 2).

Циклические колебания меженного стока рек Европейской части СССР в пределах каждого района достаточно синфазны

но те же колебания при сравнении рек разных районов обнаруживают асинфазный характер. Весьма четко асинфазность меженного стока проявляется между реками, с одной стороны, Северо-Западного района, а с другой — Центрального и Восточного районов. Так, например, маловодность меженного стока в периоды 1933—1960 и 1937—1960 гг. на реках Северо-Западного района частично компенсируется многоводностью межени периода 1941—1948 гг. на реках Восточного района и многоводностью межени периода 1947—1958 гг. на реках Центрального района (северный подрайон).

Аналогичным образом асинфазность меженного стока проявляется между реками Центрального и Восточного районов. Маловодность меженного стока периода 1935—1952 гг. на реках Центрального района компенсируется многоводностью межени периода 1941—1948 гг. на реках Восточного района. Равным образом маловодность периода 1949—1960 гг. в Восточном районе компенсируется многоводностью периода 1952—1958 гг. на реках Центрального района.

Кроме того, маловодность меженного стока периодов 1931—1960, 1933—1951 и 1935—1960 гг. на реках Юго-Западного района частично компенсируется многоводностью периода 1941—1947 гг.

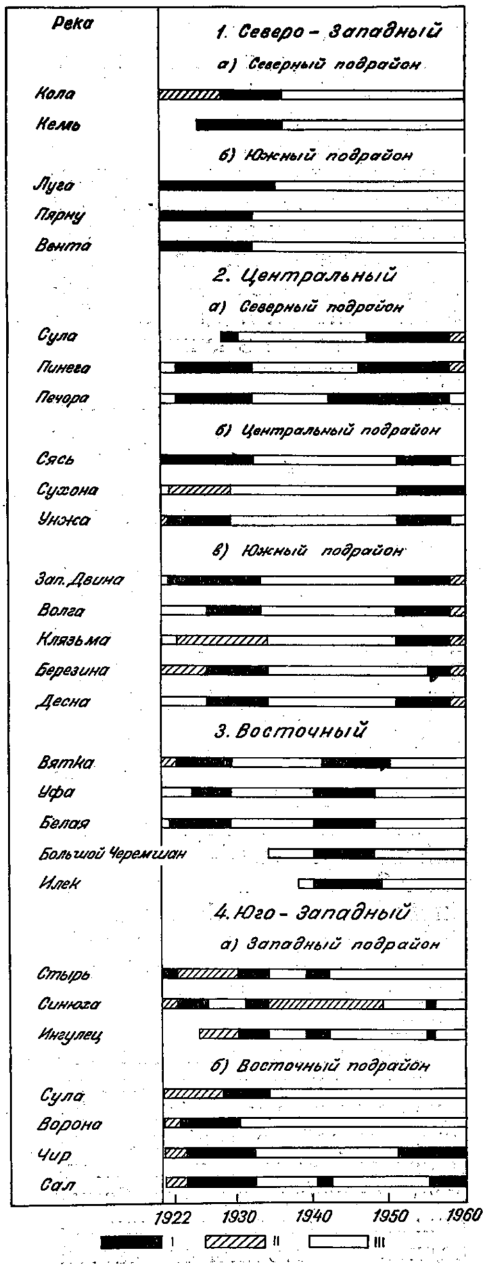


Рис. 12. Диаграмма циклических колебаний меженного стока рек Европейской части СССР.

Усл. обозначения см. рис. 9.

на реках Восточного района и многоводностью периода 1952—1958 гг. на реках Центрального района.

Выделение районов с однородными колебаниями меженного стока на реках Азиатской части СССР имеет специфические особенности. Так, например, в наиболее северных областях Сибири и Дальнего Востока, а также в южных полупустынных районах Казахстана меженный сток очень мал. Поэтому районирование указанных территорий по синфазности меженного стока имеет в большей мере познавательное значение.

Выделенные на территории Азиатской части СССР районы с более или менее однородными циклическими колебаниями меженного стока приведены в табл. 35 и показаны на рис. 11. Диаграммы меженного стока рек по районам приведены на рис. 13.

Выделенные первые пять районов (районы 5—9) охватывают Западную и Среднюю Сибирь, Казахстан, Саяны и Забайкалье, а все остальные районы занимают Северо-Восток СССР и юг Дальнего Востока.

При рассмотрении этих районов обнаруживаются следующие особенности. В Северо-Сибирском районе (район 5) отмечается существенное сходство циклических колебаний меженного стока на реках западной и восточной его частей (Уса и Гравийка). Наряду с этим р. Норильская, очевидно, вследствие значительной

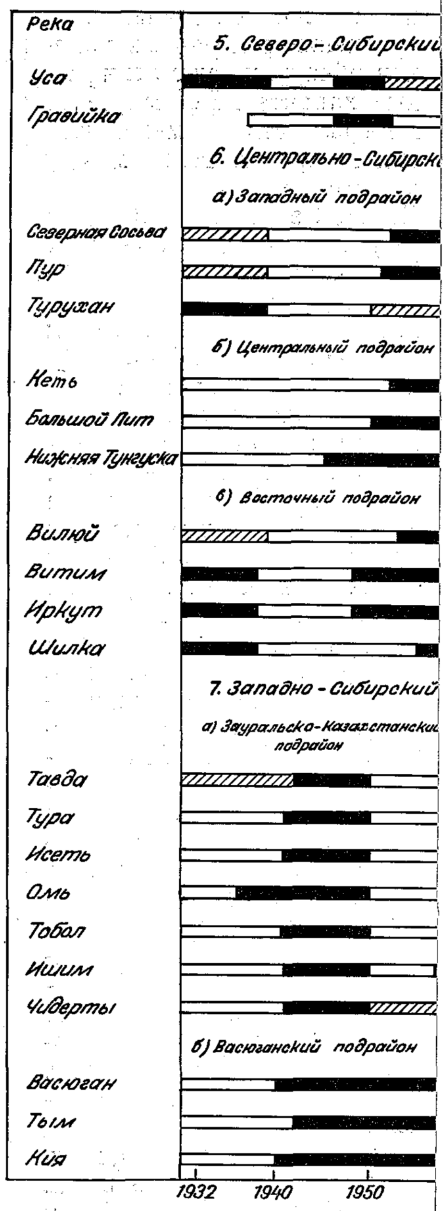
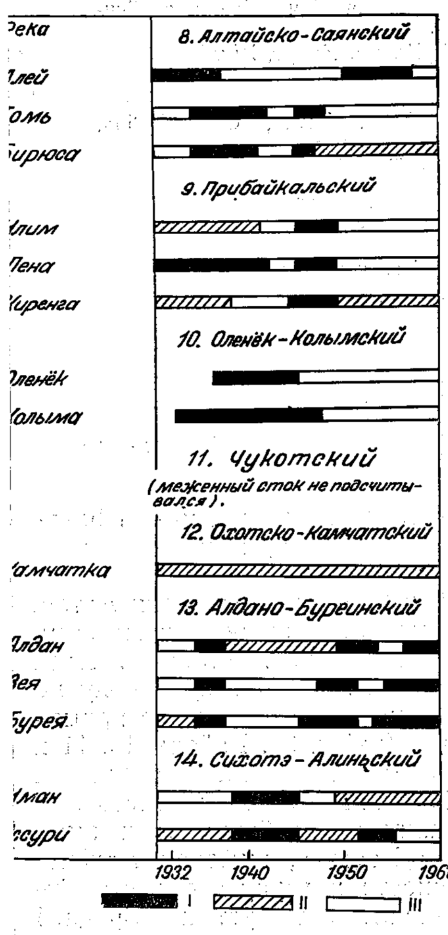


Рис. 13. Диаграмма циклических колеб
с
Усл. обозна

зарегулированности не обнаруживает синфазности с колебаниями меженного стока других рек.

Большой интерес представляет Центрально-Сибирский район (район 6), южная граница которого близко совпадает с южной границей многолетней мерзлоты. В этот район входят реки восточного склона Урала (Северная Сосьва и др.), реки северной части Западно-Сибирской низменности (Пур и др.) и реки Среднесибирского плоскогорья (Большой Пит, Вилюй и др.).

Циклические колебания меженного стока здесь, по-видимому, мало зависят от характера рельефа и геологического строения местности, хотя одни реки расположены на низменности, а другие — на плоскогорье. В холодное время года здесь держится устойчивый сибирский антициклон, при котором на рассматриваемой территории сохраняются близкие условия выпадения зимних осадков, которые в формировании зимнего меженного стока не участвуют.



ий меженного стока рек Азиатской ча-
ССР.

я см. рис. 9.

Циклические колебания меженного стока рек Западно-Сибирского района (район 7), особенно Зауральского подрайона, занимающего восточные предгорья Урала, хорошо согласуются с колебаниями меженного стока рек Восточного (Предуральского) района Европейской части СССР.

Васюганский подрайон охватывает сравнительно узкую центральную часть Западно-Сибирской низменности. Реки этой сильно заболоченной части территории, расположенной между южной границей вечной мерзлоты и северной границей лесостепной зоны, по особенностям циклических колебаний меженного стока довольно близки к рекам Зауральского подрайона. Реки Казахстанского подрайона по характеру циклических колебаний меженного стока близки к рекам За-

Таблица 35

Районы с синфазными колебаниями меженного стока на реках Азиатской части СССР

Район и подрайон	Река
5. Северо-Сибирский	Уса, Гравийка
6. Центрально-Сибирский	
а) западный	Северная Сосьва, Пур, Турухан
б) центральный	Кеть, Большой Пит, Нижняя Тунгуска
в) восточный	Вилюй, Витим, Иркут, Шилка
7. Западно-Сибирский	
а) Зауральско-Казахстанский	Тавда, Тура, Исеть, Омь, Тобол, Ишим, Чидерты
б) Васюганский	Васюган, Тым, Кия
8. Алтайско-Саянский	Алей, Томь, Бирюса
9. Прибайкальский	Илим, Лена, Киренга
10. Оленек-Колымский	Оленек, Колыма
11. Чукотский	Данных нет
12. Охотско-Камчатский	Камчатка
13. Алдано-Буреинский	Алдан, Зея, Бурея
14. Сихотэ-Алиньский	Иман, Уссури
15. Среднеазиатский	Реки с постоянным течением отсутствуют

уральского подрайона. Колебания стока р. Чидерты имеют большее сходство с колебаниями стока р. Тобола, а не с соседней р. Ишимом.

Алтайско-Саянский район (район 8) объединяет реки Алтая, Западных и Восточных Саян с довольно сходными циклическими колебаниями меженного стока. В колебаниях стока р. Алей обнаруживается сходство с р. Ишимом. К данному району по характеру колебаний меженного стока довольно близко примыкают реки Прибайкальского района (район 9). Районы 10, 11 и 12 характеризуют циклические колебания меженного стока рек Северо-Востока СССР, северной части Дальнего Востока и Камчатки. Районы 13 и 14 отражают колебания меженного стока рек южной части Дальнего Востока, включая Алдано-Зейскую и Буреинскую возвышенности и горную область Сихотэ-Алиня. Наконец, район 15 охватывает пустыни Средней Азии, временные водотоки которых не имеют меженного стока.

Наряду с довольно хорошо выраженной синфазностью меженного стока в пределах выделенных районов встречаются

реки, на которых колебания стока не всех частей года хорошо согласуются с колебаниями стока других рек данного района. К таким рекам относятся, например, в Северо-Сибирском районе р. Оленек, в Центрально-Сибирском — реки Турухан и Нижняя Тунгуска (с. Подволошино), а в Западно-Сибирском — реки Тавда, Омь и Тым.

По мере перехода с запада на восток, т. е. от Урала к берегам Тихого океана, количество фаз циклических колебаний меженного стока в связи с сокращением их продолжительности возрастает в два-три раза. Кроме того, синфазность колебаний меженного стока в этом же направлении (т. е. к Тихому океану) становится значительно слабее.

Асинфазность меженного стока на реках Азиатской части СССР проявляется менее четко по сравнению с годовым и половодным стоком. Однако и здесь могут быть выявлены некоторые закономерности. Так, например, маловодность периода 1931—1950 гг., наблюдавшаяся на реках Центрально-Сибирского района, частично компенсируется многоводностью периода 1942—1950 гг. на реках Зауральского подрайона. Маловодность периодов 1931—1940 и 1951—1960 гг. на реках Казахстанского подрайона компенсируется в начале этого периода (1935—1942 гг.) многоводностью рек Алтайско-Саянского и Прибайкальского районов, а в конце периода (1956—1960 гг.) — многоводностью рек Васюганского подрайона.

Аналогичным образом маловодность периода 1934—1947 гг. на реках Забайкалья компенсируется многоводностью периодов 1935—1942 и 1944—1947 гг. на реках Алтайско-Саянского и Прибайкальского районов. Наконец, маловодность периода 1938—1947 гг., наблюдавшаяся на реках Алдано-Буреинского района, хорошо компенсируется многоводностью в эти же годы рек Сихотэ-Алиньского и Оленек-Колымского районов. Довольно хорошо взаимно компенсируются маловодные и многоводные фазы меженного стока на реках Оленек-Колымского и Охотско-Камчатского районов.

Помимо раздельного анализа циклических колебаний стока рек в пределах Европейской и Азиатской частей СССР, необходимо рассмотреть колебания стока одновременно в пределах всей территории СССР.

Асинфазность годового (и половодного) стока наглядно обнаруживается между реками, с одной стороны, Северо-Западного и Центрального районов Европейской части СССР и, с другой — Северо-Сибирского, Пур-Оленекского и Западно-Сибирского районов Азиатской части СССР.

Так, например, маловодность годового и половодного стока рек периодов 1936—1948 (северный подрайон) и 1933—1948 гг. (южный подрайон) в Северо-Западном районе и маловодность стока рек периодов 1933—1947 (северный подрайон), 1930—1951

(центральный подрайон) и 1934—1951 гг. (южный подрайон) в Центральном районе Европейской части компенсируется многоводностью периодов 1931—1939 и 1947—1951 гг. на реках Северо-Сибирского района, многоводностью периодов 1931—1944 и 1947—1948 гг. на реках Пур-Оленекского района, а также многоводностью периода 1941—1950 гг. на реках Западно-Сибирского района (Зауральский и Васюганский подрайоны) Азиатской части СССР.

Маловодность годового и половодного стока 1930—1940 и 1948—1960 гг. на реках Северо-Восточного района Европейской части компенсируется многоводностью периодов 1931—1938, 1947—1952 и 1956—1960 гг. на реках Центрально-Сибирского района (центральный и восточный подрайоны).

Маловодность годового и половодного стока периодов 1935—1939 и 1943—1960 гг. на реках Юго-Западного и Юго-Восточного районов Европейской части СССР также в большой мере компенсируется многоводностью периодов 1935—1942, 1946—1950 и 1951—1956 гг. на реках Алтайско-Саянского и других более удаленных районов (Алдано-Буреинского, Яно-Колымского и Охотско-Камчатского).

Не менее четко проявляется и асинфазность меженного стока между реками Европейской и Азиатской территорий СССР. Так, например, маловодность периодов 1933—1960 и 1937—1960 гг. на реках Северо-Западного района ЕТС компенсируется многоводностью периодов 1947—1952 гг. на реках Северо-Сибирского района, периода 1952—1960 гг. на реках Центрально-Сибирского района (западный подрайон) и периода 1941—1950 гг. на реках Западно-Сибирского района.

Равным образом, маловодность меженного стока периода 1933—1951 гг. на реках Центрального района ЕТС компенсируется многоводностью периода 1942—1950 гг. на реках Западно-Сибирского района и периода 1935—1942 гг. на реках Алтайско-Саянского района.

Маловодность межени периодов 1930—1940 и 1949—1960 гг. на реках Восточного района ЕТС компенсируется многоводностью периода 1935—1942 гг. на реках Алтайско-Саянского района, периода 1941—1960 гг. на реках Западно-Сибирского района (Васюганский подрайон) и периода 1931—1938 гг. на реках Центрально-Сибирского района (восточный подрайон).

Наконец, маловодность меженного стока периодов 1931—1960 и 1933—1955 гг. на реках Юго-Западного района ЕТС компенсируется многоводностью в эти годы рек Азиатской части СССР, указанных и для предыдущего района.

Таким образом, маловодность меженного стока рек какого-либо района компенсируется многоводностью рек одного или нескольких других районов.

Контуры выделенных районов с синфазными колебаниями

стока достаточно сходны с положением ландшафтных зон, особенно в Европейской части СССР, Западной Сибири и Казахстане, что подтверждает зональный характер их расположения.

Вполне очевидно, что выделенные районы с синфазными изменениями стока тесно связаны с направлениями главнейших воздушных течений. Сопоставление этих районов с путями движения циклонов и антициклонов, приведенными в работе Б. П. Алисова (1956), свидетельствует об их общем сходстве. Положение районов с синфазными колебаниями стока подтверждается также их совпадением с основным направлением переноса воздушных масс континентального арктического воздуха (кАВ), морского умеренного воздуха (мУВ) и морского тропического воздуха (мТВ) над территорией СССР, показанных на карте ландшафтно-климатических областей А. А. Борисова (1959).

Районы, характеризующиеся синфазными колебаниями годового, половодного и меженного стока, были выделены на основании анализа разностных интегральных кривых стока за прошлые годы. В связи с этим возникает вопрос, сохранится ли в ближайшем будущем выявленная синфазность циклических колебаний стока на реках указанных районов? На этот вопрос следует ответить положительно, так как для нарушения синфазности стока рек в тех или иных районах должны произойти коренные изменения в динамике атмосферной циркуляции, т. е. в путях движения циклонов и антициклонов.

Конечно, эти пути движения воздушных масс каждый год претерпевают некоторые отклонения, но их средние положения сохраняют известное постоянство. Кроме того, следует иметь в виду, что главная масса воды поступает в реки одних районов из года в год весной от таяния сезонных снегов, других районов — летом от таяния снежников и ледников, а третьих — от дождевых осадков в теплое или холодное время года. При существующих соотношениях круговорота воды, температурных условиях, конфигурации материков и океанов, равнин и горных возвышенностей нет основания ожидать, чтобы условия формирования стока и режим равнинных и горных рек изменились существенным образом.

Для того чтобы произошли существенные (односторонние) изменения водности рек, сначала должен резко измениться климат, однако для этого требуется много времени.

Колебания водности имеют циклический характер, но каждый новый цикл не является повторением предшествующих. Поэтому прогноз водности, особенно на длительное время, представляет чрезвычайно сложную задачу.

ГЛАВА 6

ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ГОДОВОГО СТОКА РЕК ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Краткий обзор материалов наблюдений. Для исследования многолетних колебаний водности преимущественно равнинных рек северного полушария, помимо данных наблюдений по Советскому Союзу, были использованы доступные материалы по стоку некоторых рек стран Европы (Финляндия, Швеция, Норвегия, Англия, Польша, Западная Германия, Франция, Испания, Италия, Швейцария, Австрия, Румыния, Чехословакия), Азии (Китай, Япония, Вьетнам, Лаос, Ирак), Северной Америки (США, Канада) и Северной Африки (Алжир, ОАР, Мали, Гана).

К числу основных источников, из которых были заимствованы данные по годовому стоку зарубежных рек, относятся ежегодники, публикуемые гидрометрическими службами некоторых западноевропейских, азиатских и американских стран, а также монографии и статьи по отдельным речным бассейнам.

Среди зарубежных ученых, занимавшихся исследованием многолетних колебаний речного стока, известны работы Бусби (Busby, 1963), Вильямса (Williams, 1961), Джервиса (Jarirs, 1936), Харбек и Лангбайна (Harbeck a. Langbein, 1949), Херста (Hurst, 1951), Дика и Глоса (Dick, Clos, 1957), Братранека (1964), Новотного (1963), Чжао Кэ-цзиня (1965) и др.

Изученность речного стока зарубежных стран очень неравномерна. Наиболее развита сеть гидрометрических станций на реках Западной Европы. Однако и здесь, особенно в странах Южной Европы (Испания, Португалия, Италия, Албания, Югославия, Греция и др.), гидрологическая изученность остается недостаточной.

Наиболее редкая сеть гидрометрических станций в странах Южной и Передней Азии (Индокитай, Индостан, Малая Азия

и др.), а также в Северной Африке. Гидрологическая изученность этих стран является крайне недостаточной.

В странах Северной Америки наиболее полные данные имеются по рекам США, где наблюдения над стоком производятся со второй половины прошлого века. Имеющиеся материалы по гидрологии Канады освещают лишь реки западной и южной частей территории. Реки Аляски в гидрологическом отношении освещены совершенно недостаточно.

Самые длительные наблюдения над стоком рек зарубежных стран, имеющие к настоящему времени 100-летние ряды, так же и в СССР, очень немногочисленны и насчитывают не более 10 пунктов: р. Рейн у г. Базеля (с 1808 г.), р. Венерн-Гета-Эльв у г. Сьеторп (с 1807 г.), р. Влтава у г. Праги (с 1825 г.), р. Дунай у г. Оршова (с 1838 г.), р. Вуокса у Иматры (с 1847 г.), р. Эльба у г. Дечин (с 1851 г.), р. Даль-Эльв у г. Нордслунд (с 1852 г.), р. Миссисипи у г. Сент-Луис (с 1862 г.), р. Янцзы у г. Ханькоу (с 1865 г.) и р. Нил у г. Асуан (с 1870 г.).

Данные по стоку большинства зарубежных рек, так же как и рек СССР, использовались за календарные годы и только по рекам США — за гидрологические годы. За расчетный период для зарубежных рек, имеющих длительные ряды наблюдений, был принят 60-летний ряд — с 1901 по 1960 г. Для остальных рек, обладающих менее продолжительными данными, были использованы имеющиеся ряды наблюдений.

На некоторых реках зарубежных стран (Китай, США и др.), так же как и на реках СССР, встречаются в отдельные годы пропуски в наблюдениях над стоком. В этих случаях сток за отсутствующие в наблюдениях годы, если это оказывалось возможным, восстанавливался.

При решении вопроса о характере циклических колебаний стока рек на территориях, слабо освещенных гидрологическими наблюдениями (очень короткие ряды), где не имеется возможности построить интегральные кривые, были использованы обычные графики хронологического хода модульных коэффициентов годового стока.

Сток почти всех рек США в той или иной степени зарегулирован. Сток одних рек регулируется озерами (реки Фиш-Крик, Аппалачикола), сток других — озерами и водохранилищами (реки Колорадо, Кемберленд, Ред-Ривер), третьих — крупными водохранилищами с плотинами ГЭС (реки Колумбия, Фетер, Огайо, Теннеси, Томбигби, Пенобскот, Мерримак, Потомак, Саванна). Сток многих рек регулируется и используется для орошения (Колумбия, Снейк, Сакраменто, Сан-Хоакин, Кингс, Колорадо, Гумбольдт, Рио-Гранде, Миссисипи, Миссури, Ред-Ривер и др.).

На многих реках зарубежных стран сток вследствие разбора воды на орошение учитывается на створах не полностью. Так,

Таблица 36

Основные сведения о годовом стоке рек зарубежных стран

Река — пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм	Средний за 1901—60 гг.				
					число лет	слой стока, мм	σ%	C_v	C_s
Реки Европы (без СССР)									
Финляндия									
Вуокса — Иматра	61 280	1847—1960	114	302	60	300	3,1	0,24	0
Кюми-йоки — Калкинен	26 480	1881—1960	80	262	60	255	3,8	0,29	0
Ванаявеси — Куокаланкоски	8 710	1881—1960	80	250	60	248	4,1	0,32	0
Оулу-йоки — Вала	19 890	1896—1960	65	360	60	352	3,1	0,24	0
Кеми-йоки — Тайвалкоски	50 790	1911—60	50	325	50	325	2,8	0,20	0
Швеция									
Луле-Эльв — Тронгсфорс	24 490	1900—50	51	656	50	656	1,6	0,11	$3C_v$
Онгерман-Эльв — Форсмо	21 490	1909—57	49	485	49	485	2,6	0,18	$2C_v$
Индальс-Эльв — Эстерсунд	12 100	1894—1957	64	620	57	610	1,8	0,14	C_v
Даль-Эльв — Норслунд	25 300	1852—1947	96	428	47	405	3,5	0,24	$2C_v$
Венерн-Гета-Эльв — Сьёторп	46 830	1807—1957	151	358	57	344	3,2	0,24	C_v
Норвегия									
Гломма — Лангнес	40 000	1902—50	49	547	49	547	3,1	0,22	$3C_v$
Логен — Лосна	10 990	1901—50	50	704	50	704	2,3	0,16	$3C_v$
Англия									
Темза — Теддингтон	9 870	1884—1960	77	200	60	210	4,7	0,36	0

Польша									
Висла — Варшава	84 700	1921—60	40	206	40	206	4,1	0,26	$2C_v$
Чехословакия									
Эльба — Дечин	51 100	1851—1960	110	185	60	188	4,5	0,35	$2C_v$
Влтава — Прага	26 700	1825—1960	136	159	60	170	4,8	0,37	$2C_v$
Западная Германия									
Майн — Швейнфурт	12 720	1911—55	45	247	45	247	4,8	0,32	$2C_v$
Австрия									
Дунай — Штейн-Кремс	96 030	1893—1960	68	594	60	604	2,2	0,17	C_v
Румыния									
Дунай — Оршова	576 000	1838—1960	123	289	60	289	2,6	0,20	$3C_v$
Жиу — Подарь	9 240	1928—60	33	309	33	309	6,3	0,36	0
Яломица — Слобозия	8 620	1928—60	33	148	33	148	7,7	0,44	$3C_v$
Швейцария									
Рейн — Базель	35 930	1808—1957	150	897	57	916	2,0	0,15	0
Франция									
Сена — Париж	44 300	1927—56	30	194	29	194	7,4	0,40	$2C_v$
Луара — Монжан	110 000	1880—1956	77	239	56	254	5,5	0,41	C_v
Гаронна — Мас-д'Аженэ	52 000	1927—56	30	331	30	331	6,0	0,33	C_v
Рона — Тэйль	69 500	1927—56	30	675	30	675	4,2	0,23	$2C_v$
Испания									
Эбро — Сарагоса	40 145	1912—41	30	186	30	186	8,4	0,46	$3C_v$
Тахо — Вила-Велна	60 000	1901—36	36	175	36	175	7,0	0,42	$2C_v$
Сегура — Мурсия	11 490	1912—40	29	51,4	29	51,4	7,8	0,42	$2C_v$

Река — пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм	Средний за 1901—60 гг.				
					число лет	слой стока, мм	σ%	C_v	C_s
Италия									
Адда — Фуетес	2 600	1888—1960	73	1080	60	1070	3,4	0,26	$2C_v$
Реки Азии (без СССР)									
Китай									
Сунгари — Харбин	390 500	1900—60	61	95,6	60	95,6	5,8	0,45	$2C_v$
Хуанхэ — Шань-Сянь	684 500	1920—57	38	61,7	38	61,7	4,4	0,27	C_v
Янцзы — Ханькоу	1 490 000	1865—1960	96	498	60	500	1,9	0,15	$3C_v$
Цяньтанцзян — Тилилун	31 300	1930—55	26	1045	26	1045	5,5	0,28	$2C_v$
Синьаньцзян — Лотунху	10 500	1930—55	26	1107	26	1107	6,1	0,31	$2C_v$
Сицзян-Учжоу	330 000	1901—60	60	738	60	738	2,0	0,20	$3C_v$
Япония									
Тоне — Ивамото	1 700	1919—56	38	1490	38	1490	2,3	0,14	$3C_v$
Вьетнам									
Красная — Сон-Тай	136 000	1903—55	53	899	53	899	2,5	0,18	0
Лаос									
Меконг — Вьентьян	299 000	1915—59	45	489	45	489	3,0	0,20	C_v
Ирак									
Евфрат — Хит	264 100	1930—60	31	96,3	31	96,3	5,4	0,30	0
Тигр — Багдад	134 000	1907—46	40	296	40	296	4,3	0,27	$2C_v$

Канада

Сев. Саскачеван — Эдмонтон	27 200	1912—60	49	254	49	254	3,3	0,23	$3C_v$
Боу — Банф	2 220	1911—60	50	560	50	560	2,0	0,14	0
Томпсон — Спенсис Бридж	56 000	1912—60	49	426	49	426	1,7	0,12	$2C_v$

США

Юкон — Уайт-Хорс	19 400	1951—60	10	374	—	—	—	—	—
Фиш-Крик — Кетчикан	83	1916—60	45	4548	45	4548	2,4	0,16	$3C_v$
Колумбия — Те Далс	613 800	1879—1960	82	284	60	273	2,7	0,21	0
Снейк — Хайс	14 900	1911—60	50	403	50	403	3,1	0,22	$3C_v$
Сакраменто — Ред-Блафф	24 200	1892—1960	69	414	60	409	5,6	0,43	$2C_v$
Фетер — Оровил	9 350	1902—60	59	552	60	552	6,3	0,49	$2C_v$
Сан Хоакин — Фрайант	4 340	1916—60	45	384	45	384	8,4	0,56	C_v
Кингс — Пиедра	4 370	1896—1960	65	464	60	464	6,6	0,51	$2C_v$
Колорадо-Гленвуд-Спрингс	11 800	1900—60	61	207	60	207	4,0	0,31	$3C_v$
Колорадо — Лесс-Ферри	279 500	1912—60	49	55,4	49	55,4	4,9	0,34	0
Хила — Соломон	20 450	1917—60	44	16,0	44	16,0	9,0	0,60	$2C_v$
Гумбольдт — Палисейд	12 980	1913—60	49	23,5	49	23,5	10,1	0,71	$2C_v$
Рио-Гранде — Эмбудо	27 000	1890—1960	71	39,2	60	40,0	5,4	0,42	$2C_v$
Колорадо — Баллинджер	43 500	1908—60	53	7,40	53	7,40	10,9	0,79	$2C_v$
Миссисипи — Клинтон	221 700	1874—1960	87	184	60	176	3,4	0,26	0
Миссисипи — Сент-Луис	1 815 600	1862—1960	99	85,0	60	84,0	4,1	0,32	0
Сидар — Сидар Рапидс	16 860	1903—60	58	154	58	154	5,8	0,44	0
Миссури — Форт Бентон	64 100	1891—1960	70	104	60	100	3,8	0,29	0
Огайо — Метрополис	525 800	1929—60	32	433	32	433	5,3	0,30	0
Камберленд — Картадж	27 700	1923—60	38	545	38	545	4,6	0,28	0
Теннесси — Чаттануга	55 430	1875—1960	86	590	60	568	2,6	0,20	0
Арканзас — Пуэбло	12 140	1895—1960	66	52,0	60	51,0	4,1	0,32	0
Ред-Ривер — Александрия	174 800	1929—60	32	163	32	163	6,7	0,38	$2C_v$
Томбигби — Лерой	49 450	1929—60	32	470	32	470	5,8	0,33	$3C_v$
Аппалачикола — Чаттахучи	44 300	1929—60	32	422	32	422	5,3	0,30	$2C_v$
Пенобскот — Уэст-Энфилд	17 100	1903—60	58	597	58	597	2,8	0,21	C_v

Река — пункт	Площадь водосбора, км²	Период наблюдений	Число лет	Слой стока, мм	Средний за 1901—60 гг.				
					число лет	слой стока, мм	σ%	C_v	C_s
Мерримак — Лоуренс	12 100	1880—1960	81	515	60	514	3,0	0,23	0
Гудзон — Механиквилл	11 650	1888—1956	69	561	56	557	2,4	0,18	0
Делавэр — Риджелсвилл	16 400	1907—60	54	613	54	613	3,0	0,22	$3C_v$
Саскуиханна — Гаррисберг	62 500	1891—1960	70	488	60	484	2,6	0,20	0
Потомак — Пойнт-оф-Рокс	25 000	1896—1960	65	328	60	326	2,8	0,22	$3C_v$
Саванна — Огаста	19 450	1926—60	35	428	35	422	5,6	0,33	$3C_v$
Реки Северной Африки									
Алжир									
Боу-Селам — Боу-Бирек	2 993	1914—60	47	71,8	47	71,8	7,0	0,48	$2C_v$
Мали									
Нигер — Куликоро	120 000	1907—55	49	404	49	404	3,7	0,26	$2C_v$
Гана									
Черная Вольта — Сенги	397 000	1937—60	24	93,0	24	93,0	7,6	0,37	C_v
ОАР									
Нил — Асуан	2 880 000	1870—1960	91	31,3	60	29,5	2,1	0,16	$3C_v$
Кения									
Тана — Камбуру	9 324	1908—57	50	295	50	295	4,4	0,31	$2C_v$

например, в Китае и Индии на орошение используется около 10% общего объема годового стока, а из р. Нила выше Асуанской плотины на орошение расходуется около 25% годового стока. Аналогичные явления имеют место и на реках Южной Европы, Месопотамии и других стран и континентов.

Сток рек Финляндии в разной степени зарегулирован озерами. Озерность бассейнов рек Ванаявеси и Оулу-йоки составляет 13—14%, а рек Вуоксы и Кюми-йоки — даже 19—20%. Довольно значительная озерность и заболоченность (до 5—10%) наблюдается и на реках Скандинавского полуострова (Швеция, Норвегия).

При исследовании циклических колебаний стока зарубежных рек были использованы, так же как и для рек СССР, нормированные разностные интегральные кривые годового стока.

Основные сведения о продолжительности наблюдений, среднем многолетнем стоке, коэффициентах вариации и асимметрии годового стока рек зарубежных стран приведены в табл. 36 и 37.

Таблица 37

Основные сведения о годовом стоке рек зарубежных стран с длительными рядами наблюдений

Река	Пункт	Число лет	Слой стока, мм	σ%	C_v	C_s
Вуокса	Иматра	114	302	2,2	0,23	C_v
Венерн-Гета-Эльв	Сьёторп	151	358	1,6	0,20	$2C_v$
Влтава	Прага	136	159	2,6	0,30	$2C_v$
Рейн	Базель	150	897	1,3	0,16	C_v
Дунай	Оршова	123	289	1,9	0,21	$2C_v$
Янцзы	Ханькоу	96	498	1,4	0,14	$3C_v$
Колумбия	Те Далс	82	284	2,2	0,20	C_v
Миссисипи	Клинтон	87	184	3,3	0,31	C_v
Теннесси	Чаттануга	86	590	2,6	0,24	$2C_v$
Нил	Асуан	91	31,3	1,9	0,18	C_v

Западная Европа

Общая характеристика природных условий. По характеру рельефа в Западной Европе выделяются следующие крупные морфологические области: Северо-Западная Европа (Фенноскандия), Северная равнина Средней Европы (Германо-польская низменность), Герцинская Средняя Европа (Франция, Западная Германия, Чехословакия и др.), область Альпийско-Карпатских хребтов Средней Европы (Северная Италия, Швейцария, Венгрия, Болгария, Румыния) и Южная горная Европа (Пиренейский, Апеннинский и Балканский полуострова).

Западная Европа расположена преимущественно в умеренном поясе. Крайний север и альпийская область находятся в субарктическом, а юг (Пиренейский, Апеннинский и Балканский полуострова) — в субтропическом поясах.

Бо́льшая часть этой территории (к западу от линии Ютландский полуостров — долина р. По, а также Пиренейский, Апеннинский и южная часть Балканского полуострова) зимой расположена в пределах положительных средних месячных температур воздуха, в связи с чем не имеет устойчивого снежного покрова. Только в Восточной Европе, Фенноскандии и горных областях Западной Европы зимние температуры отрицательны и имеется устойчивый снежный покров.

Широтная зональность в пределах Западной Европы выражена слабо, так как значительная часть этой территории находится в области распространения горных возвышенностей, которым свойственна высотная поясность.

Водоносность рек Западной Европы отличается большим разнообразием, связанным с особенностями климата и сложным устройством ее поверхности. Значительная часть территории Европы, расположенная между Скандинавскими горами на севере и Альпийско-Карпатскими на юге, характеризуется величинами среднего многолетнего стока порядка 200—400 мм. Более высокие значения стока — 600—1000 мм и более — отмечаются на западных склонах Шотландского нагорья и Пеннинских гор (Великобритания), в северо-западной части Пиренейского полуострова и в высокогорной области Альпийских гор. Самый высокий сток в пределах Западной Европы — до 1500 мм, а местами до 3000—6000 мм — отмечается на западных склонах Скандинавских гор. К наиболее маловодным районам, с величиной стока от 200 до 100 мм и менее, принадлежит бо́льшая часть территории Пиренейского полуострова, южная часть Балканского полуострова и др.

Значения коэффициента вариации годового стока рек Западной Европы, по произведенным подсчетам, колеблются в довольно узких пределах. Величины коэффициента вариации для рек Фенноскандии (Финляндия, Швеция, Норвегия) заключаются преимущественно в пределах 0,20—0,30. Для сильно зарегулированных рек Скандинавии (Швеция) и альпийских рек (Швейцария) значения C_v понижаются до 0,10—0,15. Величины C_v для рек Северо-Германской и Польской низменностей составляют 0,25—0,35, Франции — 0,30—0,40, Чехословакии, Румынии, и Югославии — преимущественно 0,25—0,45. Для больших естественно зарегулированных рек Западной Европы (Дунай) значения коэффициента вариации годового стока не превышают 0,15—0,20.

Характеристика циклических колебаний годового стока. Продолжительность маловодных фаз на ре-

ках Западной Европы заключается в пределах 2—23 лет, многоводных 2—32 лет и средней водности 6—18 лет. Число случаев маловодных фаз с продолжительностью до 10 лет составляет 49%, а до 20 лет — 98% общего их количества. Число случаев многоводных фаз продолжительностью до 10 лет составляет 52%, а до 20 лет — 90%. Самые длительные маловодные фазы отмечались на реках Скандинавии (Даль-Эльв и Логен), а самые длительные многоводные — на реках, стекающих со склонов Альп (Рейн, Адда).

Фазы средней водности бывают не часто. Они отмечены на реках Финляндии, Германо-Польской низменности и на некоторых реках Карпат. Продолжительность фаз средней водности обычно не превышает 10 лет, максимум 15—20 лет (реки Висла, Майн и др.).

Модульные коэффициенты маловодных фаз годового стока рек Западной Европы изменяются в нешироких пределах. Так, для рек северных областей (Финляндия, северная и центральная части Швеции) величины модульных коэффициентов маловодных фаз колеблются от 0,85 до 0,95. Для рек южной части Скандинавского полуострова (южная Швеция), Северо-Германской и Польской низменностей, а также рек, стекающих со склонов Альп (Швейцария, Северная Италия), эти коэффициенты составляют 0,80—0,95. И наконец, в более южных областях значения указанных коэффициентов достигают 0,75—0,90 (Южная Англия, Франция) и 0,70—0,90 (Австрия, Румыния, Югославия).

Модульные коэффициенты многоводных фаз также довольно устойчивы. Для рек северных стран (Финляндия, Швеция) эти коэффициенты колеблются от 1,05 до 1,25.

Для рек, стекающих с Альп, они изменяются от 1,05 до 1,15. И наконец, для рек южной Англии и Франции, Северо-Германской и Польской низменностей, а также Закарпатья значения этих коэффициентов возрастают соответственно от 1,10 до 1,30, и даже 1,60—1,70.

Судя по общему характеру изменений модульных коэффициентов, можно с достаточной вероятностью считать, что для средних рек Южной Европы модульные коэффициенты маловодных фаз должны составлять около 0,60—0,90, а многоводных фаз — 1,50—2,00.

Районирование территории по синфазности циклических колебаний годового стока. Территорию Западной Европы по характеру циклических колебаний годового стока можно разделить на пять крупных районов (табл. 38). Эти районы, судя по их местоположению (рис. 14), в основных чертах согласуются со схемой климатических поясов Б. П. Алисова (1950).

Диаграммы с синфазными колебаниями годового стока рек Западной Европы по выделенным районам приведены на рис. 15.

Таблица 38

Районы с синфазными колебаниями годового стока рек Западной Европы и Северо-Запада СССР

Район	Река
I. Северо-Восточный	Кола, Кемь, Луга, Пярну, Вуокса, Кюми-йоки, Ванаявеси, Оулу-йоки, Кеми-йоки
II. Скандинавский	Луле-Эльв, Онгерман-Эльв, Индальс-Эльв, Даль-Эльв, Венерн-Гета-Эльв, Гломма, Логен
III. Центрально-Европейский	Висла, Эльба, Влтава, Майн, Дунай, Жиу, Яломица, Днестр
IV. Западно-Европейский	Темза, Рейн, Сена, Луара, Гаронна, Рона, Адда
V. Южно-Европейский	Эбро, Тахо, Сегура

Северо-Восточный район — это восточная часть Фенноскандии, включающая Кольский полуостров, Карелию, северо-западные части Ленинградской области и Эстонской ССР, а также Финляндию. Реки этого района обладают довольно высокой синфазностью годового стока.

Скандинавский район, охватывающий территорию Швеции и Норвегии, по характеру циклических колебаний годового стока в общем довольно близок к Северо-Восточному району, но все же отличается от последнего некоторыми особенностями.

Центрально-Европейский район. Северо-Восточная граница его проходит от устья р. Вислы к устью р. Днестра, а юго-западная примерно по линии г. Амстердам — г. Триест. Циклические колебания годового стока рек этого района существенно отличаются от таковых на реках первых двух районов, а также следующего района.

Западно-Европейский район охватывает западную часть Центральной Европы и Великобританию. Восточной границей района является юго-западная граница предыдущего района, а южной — Пиренейские и Апеннинские горы. Фазы циклических колебаний годового стока рек этого района, в отличие от предыдущих районов, характеризуются значительной продолжительностью.

Южно-Европейский район. Сведения о маловодных и многоводных фазах в этом районе ввиду недостаточности материалов по стоку рек данной территории очень ограничены.

Существенно отметить, что маловодность периода 1908—1920 гг. на реках первого и второго районов, а также маловод-

ность периода 1928—1936 гг. на реках третьего района хорошо компенсируется многоводностью этих же лет на реках четвер-

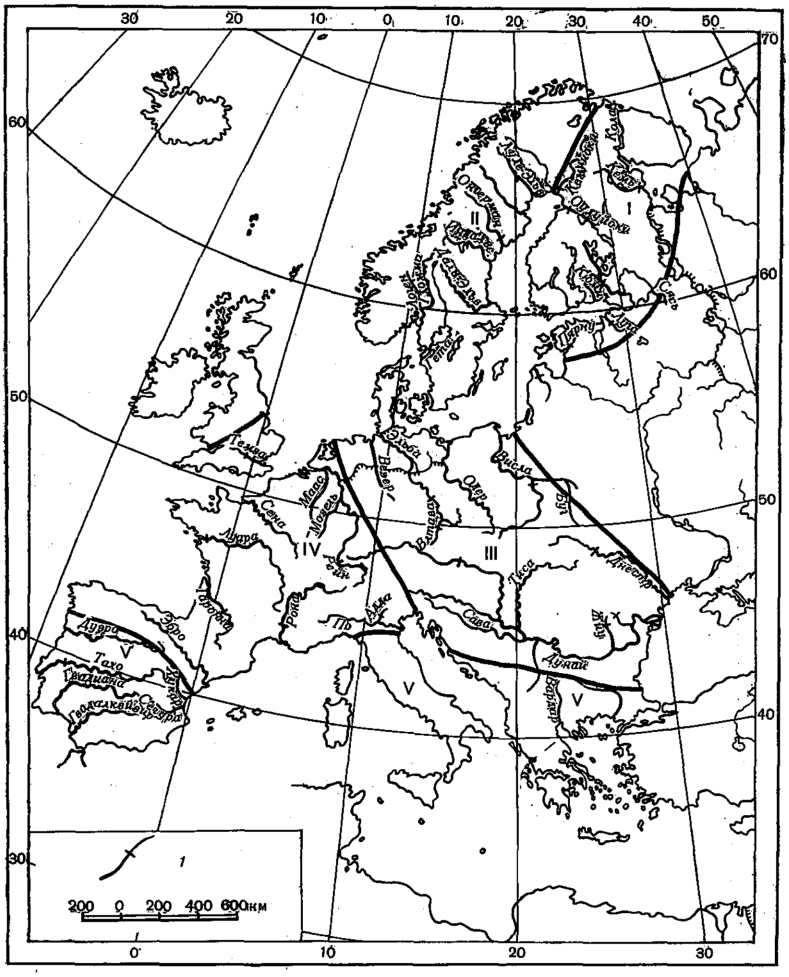


Рис. 14. Районы с синфазными циклическими колебаниями годового стока рек Западной Европы и Северо-Запада СССР.

I—V — номера районов; *1* — гидростворы.

того района. Маловодная фаза 1940—1955 гг. охватила почти все реки Западной Европы: на реках четвертого района эта фаза продолжалась с 1942 по 1960 г. включительно.

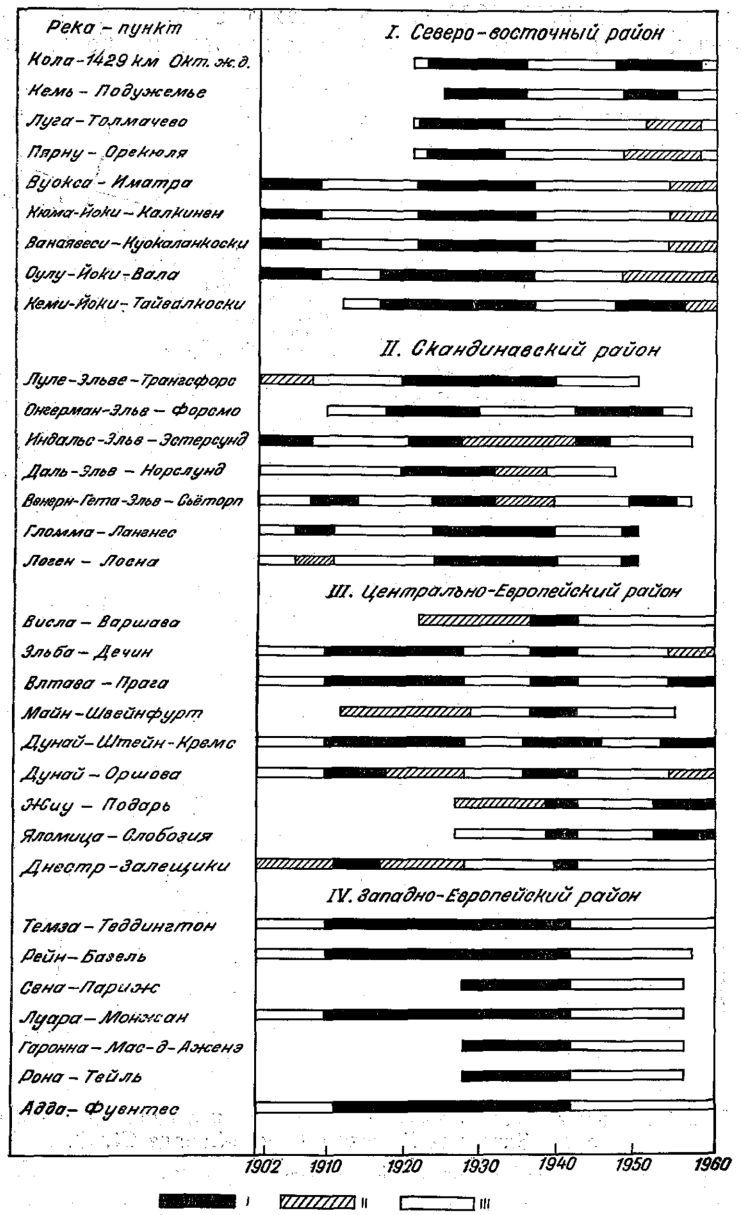


Рис. 15. Диаграмма циклических колебаний годового стока рек Западной Европы и Северо-Запада СССР.

Усл. обозначения см. рис. 9.

Зарубежная Азия

Общая характеристика природных условий. Бо́льшую часть поверхности зарубежной Азии занимают нагорья, плоскогорья и горные хребты. Наиболее значительными являются Тибетское, Иранское и Малоазиатское нагорья, а также плоскогорья Центральной Азии, Индокитайского и Индостанского полуостровов. Равнины немногочисленны и невелики по своим размерам. Высокие равнины расположены в центральных областях (Такла-Макан, Алашань, Цайдам и др.), а низкие — свойственны периферическим районам (Месопотамская, Индо-Гангская, Меконгская, Северо-Китайская и др.).

Зарубежная Азия расположена в умеренном, субтропическом, тропическом и экваториальном климатических поясах. Внутренние районы этой территории характеризуются резко континентальным климатом, полупустынными и пустынными ландшафтами. Окраинным восточным и южным (океаническим) районам свойственны преимущественно лесные ландшафты. Границы между континентальными и океаническими областями проходят по высоким горным хребтам Гималаев, Тибетским горам и Циньлиню.

Водоносность рек зарубежной Азии колеблется в значительных пределах. Во внутренних равнинных районах Центральной Азии, на Иранском нагорье и Аравийском полуострове, а также в засушливых районах Индостана и Пакистана слой стока не превышает 50—100 мм в год. В горных районах Юго-Восточного Китая, Японии, Бирмы и Индостана, орошаемых тропическими и экваториальными муссонными дождями, слой стока достигает 1000—2000 мм и более в год. Наиболее высокой водоносностью обладают верхние притоки Ганга и Брахмапутры, стекающие с южных склонов Гималайских гор.

Коэффициенты вариации годового стока рек зарубежной Азии изменяются в широких пределах. Наиболее низкие значения коэффициентов вариации (0,14—0,18) характерны для средних рек с очень высоким стоком (реки Японии и Южного Китая), а также для больших рек с естественно зарегулированным стоком (р. Янцзы). Относительно высоких значений C_v годового стока (0,30—0,45) достигает на крупных реках Ирана и Северного Китая.

Характеристика циклических колебаний годового стока. Продолжительность маловодных фаз на реках зарубежной Азии составляет от 4 до 34 лет, а многоводных — от 5 до 32 лет. Фазы средней водности продолжительностью 12—15 лет отмечаются на реках Юго-Восточного Китая и Японии (реки Сицзян, Тоне).

Модульные коэффициенты маловодных фаз на реках Китая, Японии и Индокитая отличаются довольно высокими значени-

ями (0,80—0,97) и лишь на реках Маньчжурии и Ближнего Востока они понижаются до 0,75—0,78. Модульные коэффициенты многоводных фаз также устойчивы и в большинстве случаев не выходят за пределы 1,10—1,20. Можно полагать, что на реках Индостана и прилегающих к нему территориях продолжительность и модульные коэффициенты маловодных и многоводных фаз годового стока также находятся в указанных пределах.

Районирование территории по синфазности циклических колебаний годового стока. По характеру многолетних колебаний годового стока рек, исключая высокогорные области Центральной Азии (Тянь-Шань, Гиндукуш, Гималаи, Куэнь-Лунь и др.), можно выделить с известным приближением пять основных районов (табл. 39, рис. 16). Диаграммы циклических колебаний годового стока рек выделенных районов приведены на рис. 17.

Таблица 39

Районы с синфазными колебаниями годового стока рек зарубежной Азии

Район	Река
I. Северный Китай	Сунгари, Хуанхэ
II. Юго-Восточный Китай и Япония	Янцзы, Цяньтаньцзян, Синьаньцзян, Сицзян, Тоне
III. Индокитай и Индостан	Красная, Меконг
IV. Ближний Восток	Евфрат, Тигр
V. Центральная Азия	Реки с постоянным течением отсутствуют

Северный Китай принадлежит к муссонной области умеренного климата. Этот обширный район, охватывающий на севере реки Манчьжурии, а на юге реки Ордоса и Великой Китайской равнины, характеризуется весьма продолжительными фазами циклических колебаний годового стока.

Юго-Восточный Китай и Япония относятся к муссонной области субтропического климата. Этот район на севере (к югу от р. Хуанхэ) граничит с первым районом, а на юге (между реками Сицзян и Красной) — с третьим районом. Многолетние колебания годового стока рек этого района характеризуются более частой сменой маловодных и многоводных фаз стока по сравнению с реками предыдущего района.

Индокитайско-Индостанский район охватывает полуострова того же названия; он относится к зоне экваториальных муссонов. Фазы циклических колебаний годового стока рек

этого района, так же как и рек Северного Китая, характеризуются значительной продолжительностью. Длительные наблюдения за стоком здесь отсутствуют, но, судя по характеру колебаний стока в смежных районах, можно предполагать, что много-

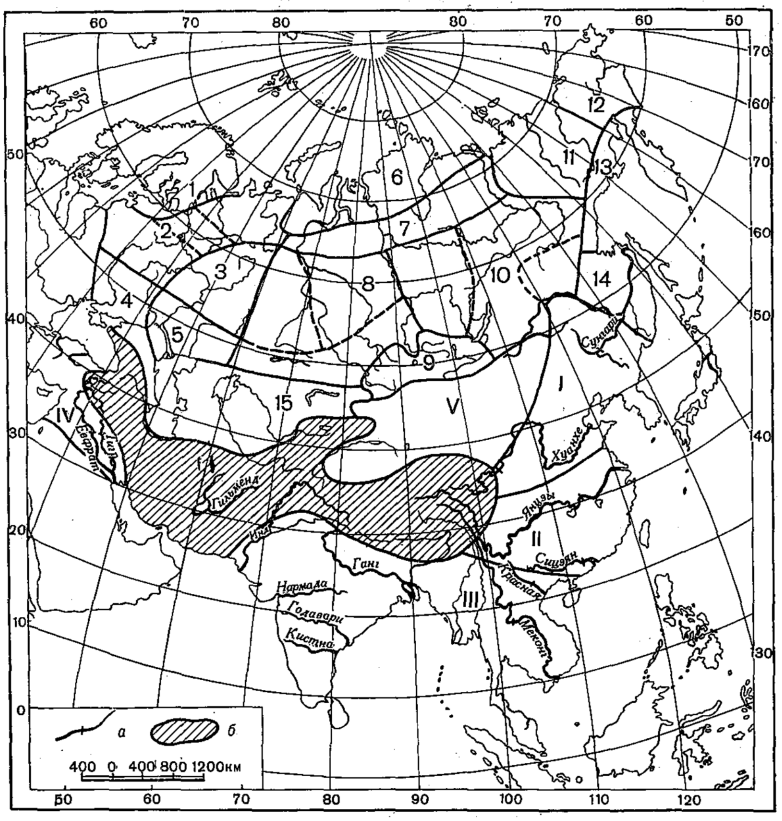


Рис. 16. Районы с синфазными циклическими колебаниями годового стока рек зарубежной Азии и СССР.

I—V, *1—15* — номера районов; *а* — гидростворы; *б* — горные области.

летние колебания стока рек Индостана и Индокитая должны быть синфазными.

Ближний Восток принадлежит к субтропической и тропической зонам Средиземноморского, Иранского и Аравийского климата. Многолетние колебания годового стока рек этого района также отличаются довольно продолжительными фазами.

Район пустынных областей Центральной Азии. Рек с постоянным стоком здесь очень мало (Тарим, Эдзин-гол, Урунгу и др.). Характерны сухие русла, в которых

в период таяния снегов и после сильных ливней образуются временные водотоки.

Весьма существенна асинфазность колебаний годового стока между реками первого (Северный Китай) и второго (Юго-Восточный Китай и Япония), а таже между реками второго и третьего (Индокитай) районов. Так, например, в те годы, когда

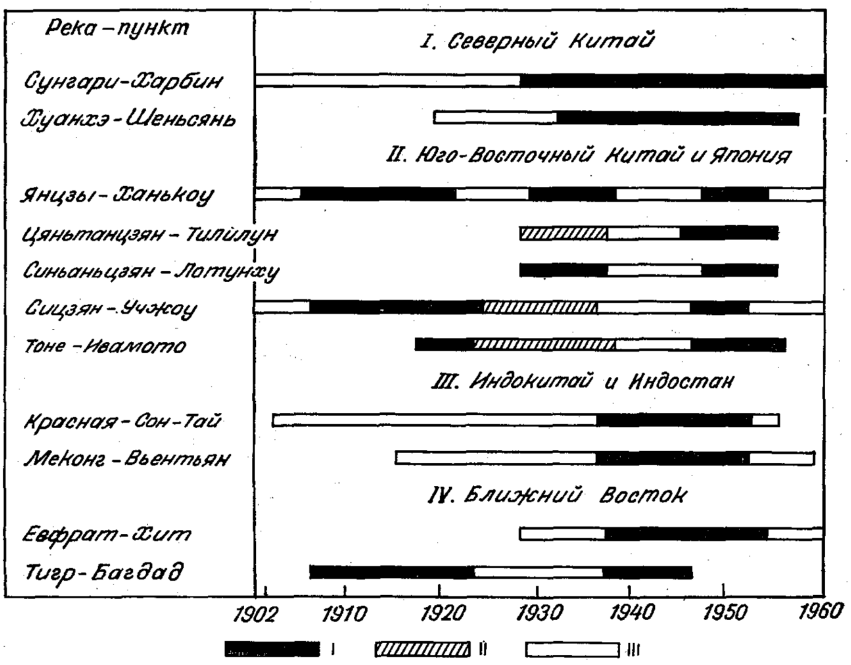


Рис. 17. Диаграмма циклических колебаний годового стока рек зарубежной Азии.

Усл. обозначения см. рис. 9.

на реках Сунгари и Хуанхэ наблюдаются маловодные фазы (1901—1928 гг.), на реках Янцзы и Сицзян наступают многоводные фазы (1905—1921 и 1907—1924 гг.), и, наоборот, когда на первых двух реках отмечается многоводье (1929—1960 и 1933—1960 гг.), на последних реках имели место по две маловодные фазы (1939—1947 и 1955—1960 гг.; 1937—1946 и 1953—1960 гг.). Равным образом в те годы, когда на реках Янцзы и Сицзян наблюдались многоводные или средние по водности фазы (1905—1921, 1907—1936 гг.), на реках Красной и Меконге было маловодье (1903—1936 гг.), и наоборот. Наличие противоположных тенденций в колебаниях годового стока рек Северного и Южного Китая недавно отмечено также в работе Чжао Кэ-цзиня (1965).

Северная Америка

Общая характеристика природных условий. В западной части Северной Америки преобладает ярко выраженный горный рельеф системы Кордильер, центральная часть имеет преимущественно равнинный характер, а восточная занята средневысотными Аппалачскими горами и прибрежной Атлантической низменностью. Обширное пространство между Кордильерами и Аппалачами занято Великими и Центральными равнинами.

Восточную часть Кордильер образуют Скалистые горы, западную — Береговые хребты, горы Сьерра-Невада и Каскадные горы. Между Скалистыми горами и западными хребтами расположено Североамериканское плоскогорье. В северной части этого плоскогорья находится Колумбийское плато, в центральной — Большой Бассейн, а в юго-восточной — плато Колорадо. Большой Бассейн, включая прилегающие к нему с юга более мелкие бассейны, называется также Великой пустыней.

Климатические условия Северной Америки вследствие значительного протяжения с севера на юг и особенностей орографического строения очень различны. Здесь встречаются все разновидности климата от арктического на севере до тропического на юге. На большей части территории климат резко континентальный с большим перепадом температур с севера на юг.

Наибольшее количество осадков (до 4000—5000 мм) выпадает на юго-западном побережье Аляски (преимущественно осенью и зимой). Наиболее засушливыми (100—200 мм) являются пустынные районы Большого Бассейна, Восточной Калифорнии, Северной Мексики и др.

Водоносность рек Северной Америки отражает общий характер увлажнения этого материка, устройство его поверхности и расположение географических зон.

В связи с тем, что простирание географических зон в Северной Америке в силу особенностей рельефа, климата (главным образом осадков) и других причин имеет не широтное, как на территории Евразии и Африки, а меридиональное направление, распределение водоносности характеризуется в основном таким же простиранием. Наряду с этим вдоль Атлантического и Тихоокеанского побережий сохраняются черты и широтной зональности, в связи с чем сток в указанных краевых областях убывает с севера на юг.

Распределение водоносности рек на территории Соединенных Штатов Америки подчинено, как отмечено выше, меридиональной зональности. Наиболее многоводным является крайний северо-запад — район Кордильер и особенно область Береговых хребтов; водоносность рек вдоль Западного (Тихоокеанского) склона меняется от 500—1000 мм (местами до 2000—4000 мм)

в северной части до 50—25 мм и менее в южной. По мере перехода на восток, в область полупустынного плато, расположенного между Береговыми хребтами и Скалистыми горами, к югу от р. Снейк и вплоть до Мексиканского залива (Большой Бассейн и плато Колорадо) водоносность рек уменьшается от 60 до 5 мм.

В области Скалистых гор, расположенных к востоку от Береговых хребтов, водоносность рек увеличивается до 250—500 мм, а в районе плато Прерий, прилегающего с востока к Скалистым горам, она уменьшается до 130—30 мм. Центральные области США (Центральные равнины), между плато Прерий и р. Миссисипи, являются наиболее маловодными. Водоносность рек этой части страны колеблется (с востока на запад) от 15 до 250—300 мм, уменьшаясь местами до 5 мм. Характерно отметить, что изолинии стока в этой части США (к западу от р. Миссисипи) имеют меридиональное направление (Линслей, Колер, Паулюс, 1962).

В восточной части страны (к востоку от р. Миссисипи), в районе Аппалачских гор, водоносность рек увеличивается до 400—800 мм, а к востоку от этих гор, на Атлантическом побережье, уменьшается от 500 до 350 мм. В юго-восточной части США (полуостров Флорида) водоносность рек снижается до 250 мм и менее. На низменности, прилегающей к Мексиканскому заливу, водоносность рек очень мала. В западной части данного района (между р. Рио-Гранде и р. Миссисипи) водоносность рек колеблется от 40 до 350 мм, а в восточной части увеличивается до 500 мм и более.

Водоносность рек Аляски и Канады невелика. Направление изолиний стока в центральной части Канады (между Гудзоновым заливом и Аляской) и на Аляске имеет характер широтной зональности, а в восточной части Канады — меридиональной. Самые высокие значения стока отмечаются в юго-западной (Тихоокеанской) части Канады и Аляски (близ залива Аляска), где величины стока достигают 1000—2000 мм, а местами 4000—5000 мм (р. Фиш-Крик). К северу и востоку сток резко уменьшается: от 500 до 200 мм в бассейне р. Юкон и от 200 до 100 мм в бассейне р. Макензи и на остальной части территории, прилегающей к западному берегу Гудзонова залива и к Бофортову морю. Водоносность рек к востоку от Гудзонова залива увеличивается от 200 до 400 мм, а на Лабрадорском побережье и прилегающих к нему островах достигает 500—600 мм.

Колебания коэффициентов вариации годового стока, как и водоносности, исключительно четко отражают природные условия США.

Наиболее низкие значения коэффициентов вариации, порядка 0,14—0,20, отмечаются на реках Северо-Запада США (область Береговых хребтов, северная часть Скалистых гор) и юго-запад-

ных районов Канады. С переходом на юг, в засушливые области Сьерра-Невады и Большого Бассейна, коэффициенты вариации увеличиваются до 0,40—0,70, а для рек (притоков) западной части Мексиканского залива они возрастают до 0,60—0,80. Для рек, стекающих с восточных склонов Скалистых гор и протекающих по Плато Прерий (правые крупные притоки р. Миссисипи), коэффициенты вариации не превышают 0,30—0,40, а для рек, стекающих с Аппалачского плато (левые крупные притоки р. Миссисипи), они понижаются до 0,20—0,30. Коэффициенты вариации для рек, впадающих в Мексиканский залив (к востоку от р. Миссисипи), колеблются в пределах 0,30—0,35. И наконец, для рек Атлантического склона (между заливом св. Лаврентия и полуостровом Флорида) они не превышают 0,20—0,30.

Характеристика циклических колебаний годового стока. Продолжительность маловодных и многоводных фаз годового стока на указанных реках колеблется от 2—5 до 30 лет. Число случаев маловодных фаз с продолжительностью до 10 лет составляет 36%, а до 20 лет — 79% общего их количества. Число случаев многоводных фаз с продолжительностью до 10 лет почти в полтора раза больше маловодных фаз такой же продолжительности и составляет 47%, а до 20 лет — 78%. Количество длительных маловодных фаз (20—30 лет) примерно равно числу многоводных такой же продолжительности. Самые длительные маловодные фазы (до 25—30 лет подряд) отмечаются на западе и востоке США.

Фазы средней водности на реках довольно редки. Они встречаются на западе (реки Колумбия, Фетер, Снейк), на востоке, в районе Аппалачей (реки Огайо, Камберленд, Теннесси), и в районе Атлантического склона (реки Саскуиханна, Потомак, Саванна). Продолжительность фаз средней водности не превышает 10 лет, и только на некоторых реках она достигает 25 лет (реки Саскуиханна, Потомак и др.).

Модульные коэффициенты маловодных фаз годового стока на реках Тихоокеанского склона колеблются в северной увлажненной части территории (реки Фиш-Крик, Снейк) в пределах 0,8—0,9, а в южной засушливой, включая и реки западной части Мексиканского залива (Сакраменто, Рио-Гранде, Колорадо), в пределах 0,6—0,8. Модульные коэффициенты маловодных фаз на реках Великих и Центральных равнин изменяются преимущественно в пределах 0,65—0,85 (Миссури, Арканзас, Ред-Ривер), а для рек Аппалачской возвышенности (Огайо, Камберленд, Теннесси) и Атлантического склона (Пенобскот, Мерримак, Саскуиханна, Потомак, Саванна) они увеличиваются до 0,8—0,9.

Модульные коэффициенты многоводных фаз годового стока довольно устойчивы. Для подавляющего большинства рек величины указанных коэффициентов заключаются в пределах 1,10—1,25, и только в южных засушливых районах Тихоокеанского

склона и в районе Большого Бассейна их значения увеличиваются до 1,30—1,50 (р. Гумбольдт и др.).

Районирование территории по синфазности циклических колебаний годового стока. Территория Северной Америки по характеру циклических колебаний годового стока рек может быть разделена на 10 районов (табл. 40, рис. 18). Эти районы достаточно удовлетворительно согласуются с орографией местности, природными зонами и отдельными ландшафтными областями страны. Диаграммы с фазами циклических колебаний годового стока рек Северной Америки по выделенным районам приведены на рис. 19.

Таблица 40

Районы с синфазными колебаниями годового стока рек Северной Америки

Район	Река
I. Аляска	Юкон
II. Береговые хребты Тихоокеанского склона	Фиш-Крик
III. Сьерра-Невада	Сакраменто, Фетер, Кингс
IV. Северная часть Скалистых гор и юго-западная часть Канады	Колумбия, Северный Саскачеван, Боу
V. Центральная часть Скалистых гор, плато Прерий, Великая и Центральная равнины	Миссисипи, Сидар, Гумбольдт, Миссури, Снейк, Арканзас, Ред-Ривер
VI. Южная часть Скалистых гор	Колорадо, Рио-Гранде
VII. Мексиканское нагорье	Хила, Колорадо (Техасская)
VIII. Береговые низменности	Томбигби, Аппалачикола, Саванна
IX. Западные склоны Аппалачской возвышенности	Огайо, Камберленд, Теннесси
X. Восточные склоны Аппалачской возвышенности (Атлантический склон)	Мерримак, Делавэр, Саскуиханна, Потомак

Район Аляски. Имеющиеся данные кратковременных наблюдений по стоку р. Юкон (США) (10 лет) не позволили пост-

роить разностную интегральную кривую годового стока. Обычный хронологический график колебаний стока этой реки показал, что наибольшее сходство в изменениях ее водности обнаруживается с р. Амгуемой (СССР). Это позволяет объединить Чукотс-

Рис. 18. Районы с синфазными циклическими колебаниями годового стока рек Северной Америки.

I—X — номера районов; *1* — гидростворы.

кий полуостров и Аляску в единый Чукотско-Аляскинский район. Восточная граница этого района проходит примерно вдоль 140° з. д.

Район Береговых хребтов Тихоокеанского склона. Это наиболее орошаемая область Северной Америки (количество осадков до 4000—5000 мм в год). Этот район, судя по циклическим колебаниям годового стока р. Фиш-Крик, не имеющей общих черт с колебаниями стока других сравнительно

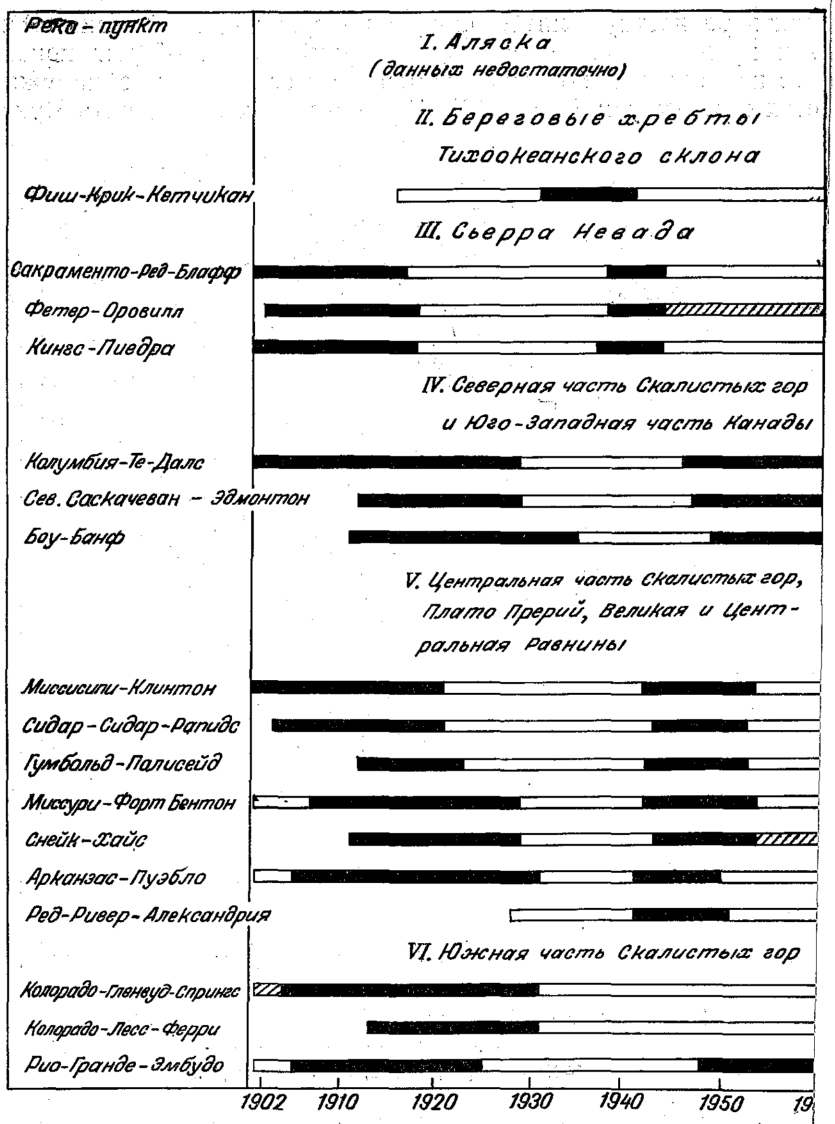


Рис. 19. Диаграмма циклических колеба

Усл. обозн

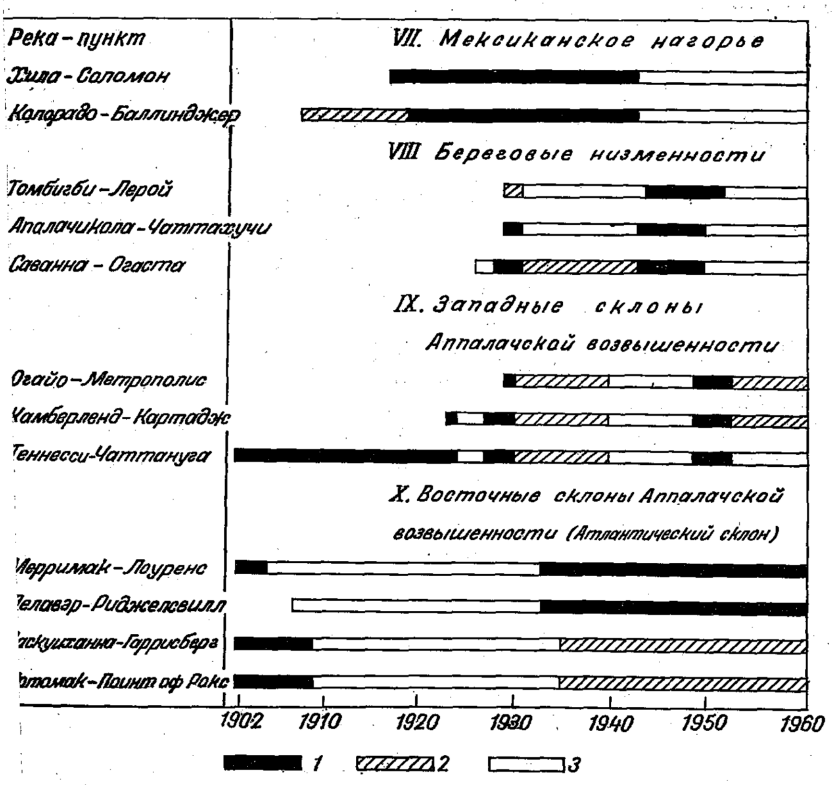
недалеко расположенных рек Канады и США, тянется довольно узкой полосой вдоль Тихоокеанского склона.

Район Сьерра-Невада также простирается вдоль Тихоокеанского склона, южнее предыдущего района. На севере он

граничит со вторым районом, а на юге — с седьмым. Циклические колебания стока рек этого района имеют очень согласный характер. Этот район граничит на востоке с пустынной областью Большого Бассейна.

Район северной части Скалистых гор и юго-западной части Канады. Западная и южная границы этого района более или менее очевидны, а восточная и северная ввиду отсутствия данных не определенны; на карте они показаны условно по схеме климатического районирования Алисова.

Район центральной части Скалистых гор и др. самый обширный, он охватывает около 2/3 территории



ового стока рек Северной Америки.

см. рис. 9.

США. К этому району принадлежит Верхняя Миссисипи и все правые притоки этой реки от Миссури до Ред-Ривер включительно. Кроме того, к данному району относятся реки Снейк и Гумбольдт, хотя они стекают с западных склонов Скалистых гор.

Реки этого огромного района характеризуются довольно тесной синфазностью колебаний годового стока.

Район южной части Скалистых гор очень незначительный по своим размерам; он охватывает высокогорную область (верхние части бассейнов рек Колорадо и Рио-Гранде). Циклические колебания стока довольно сходны с соответствующими колебаниями стока рек пятого района, но все же имеют некоторые особенности. Эта область также была выделена Алисовым (1950) в самостоятельный район.

Район Мексиканского нагорья. Многолетние колебания стока рек этого района [реки Хила и Колорадо (Техасская)] характеризуются, так же как и в предыдущем районе, двумя длительными фазами (многоводной и маловодной). Однако решающие переломы между ними в данном районе наступили на 12 лет позднее по сравнению с шестым районом. На севере этот район граничит с третьим, пятым и шестым районами, а на юге граница его может быть проведена примерно по 20° с. ш.

Район Береговых низменностей охватывает юго-восток США между устьем р. Миссисипи на западе и Атлантическим побережьем на востоке. Этот район характеризуется довольно сходными колебаниями стока относящихся к нему рек.

Район западных склонов Аппалачской возвышенности. Колебания стока рек этого района имеют некоторое сходство с колебаниями стока правых притоков р. Миссисипи. Северная граница района проведена условно.

Район восточных склонов Аппалачской возвышенности отличается недостаточно четкой синфазностью годового стока рек. Возможно, что неполная синфазность колебаний стока рек этого района является результатом различного регулирования существующих на них водохранилищ ГЭС.

Асинфазность годового стока на территории Северной Америки проявляется между реками разных районов. В те годы, когда на реках третьего района наблюдается маловодье (1918—1937, 1944—1960), на реках четвертого района отмечаются преимущественно многоводные годы (1918—1934, 1947—1960). В те годы, когда маловодность наблюдается на реках четвертого района (1929—1946 гг.), многоводность отмечается на реках седьмого района (1929—1942 гг.). Маловодность рек пятого района (1923—1941, 1953—1960 гг.) компенсируется многоводностью рек седьмого (1917—1942 гг.) и шестого районов (р. Рио Гранде, 1949—1960 гг.). Маловодность рек восьмого (1931—1942, 1951—1960 гг.) и девятого (1930—1948, 1953—1960 гг.) районов компенсируется многоводностью рек десятого района (1933—1960 гг.). И наконец, маловодность рек шестого района (Тихоокеанский склон, 1931—1960 гг.) компенсируется многоводностью рек десятого района (Атлантический склон, 1933—1960 гг.).

Северная Африка

Общая характеристика природных условий. Поверхность Северной Африки довольно однообразна; здесь превалируют плоскогорья, плато и нагорья. Северную Африку называют также низкой Африкой, в отличие от южной — высокой.

Северная Африка, несмотря на окружающие ее моря и океаны, характеризуется значительной континентальностью климата Этому способствует в первую очередь широтная вытянутость указанной части материка, его рельеф и особенности циркуляции атмосферы.

В Африке, особенно в северной, в связи с общей равнинностью ее поверхности, а также из-за вытянутого положения между тропиками весьма четко проявляется географическая зональность. Географические зоны имеют широтное простирание.

Водоносность рек наиболее высокая в районах с обильными атмосферными осадками. К таким районам относится побережье Гвинейского залива, бассейн р. Конго и др. Слой стока здесь достигает 500—1500 мм. В засушливых районах Северной Африки в связи с резким уменьшением осадков водоносность падает до 50 мм и менее. В пустынных же районах, не имеющих постоянных водотоков, поверхностный сток отсутствует.

Характеристика циклических колебаний годового стока. Продолжительность маловодных и многоводных фаз на реках Северной Африки составляет от 5 до 15 лет и только в юго-восточной части территории увеличивается до 25 лет (р. Тана).

Модульные коэффициенты маловодных фаз годового стока рек северо-запада (Алжир) изменяются от 0,68 до 0,84, рек юго-запада (Мали и Гана) — от 0,87 до 0,94 и рек юго-востока (ОАР и Кения) — от 0,79 до 0,95. Модульные коэффициенты многоводных фаз также устойчивы и изменяются мало. Они составляют на реках северо-запада и юго-запада от 1,11 до 1,28, а на реках юго-востока — от 1,05 до 1,30.

Районирование территории по синфазности циклических колебаний годового стока. В пределах Северной Африки по характеру циклических колебаний стока рек с учетом природных зон с известным приближением можно выделить три основных района (табл. 41, рис. 20).

О синфазности стока рек Северной Африки в настоящее время судить затруднительно, так как рек с более или менее продолжительными наблюдениями совершенно недостаточно. Поэтому произведенное районирование имеет предварительный характер.

Диаграммы циклических колебаний годового стока рек Северной Африки приведены на рис. 21.

Таблица 41

Районы с синфазными колебаниями годового стока рек Северной Африки

Район	Река
I. Субтропический	Боу-Селам
II. Пустынный	Временные водотоки (реки с постоянным течением отсутствуют)
III. Тропический	
а) западный подрайон	Нигер, Черная Вольта
б) восточный подрайон	Тана

Субтропический район расположен в Северо-Западной Африке и охватывает область Атласских гор. Этот район характеризуется незначительными водотоками, колебания стока которых обладают сравнительно непродолжительными фазами, свойственными и другим рекам средиземноморского климата.

Пустынный район охватывает обширную область Северной Африки; он занимает почти всю ее северную половину. В этот район, помимо Сахары, входят Ливийская, Аравийская и Нубийская пустыни. К этому же району может быть условно отнесена подавляющая часть пустынного Аравийского полуострова Передней Азии. Данный район характеризуется наличием только временных водотоков, возникающих после интенсивных дождей, которые бывают редко. Наблюдения над стоком временных водотоков отсутствуют, поэтому о характере циклических колебаний стока временных водотоков в таких районах можно судить только по колебаниям годовых осадков.

Тропический район. Этот район охватывает широкую южную половину Северной Африки. Северная граница района проходит примерно по линии г. Дакар (на западе) — г. Хартум (на востоке); южной границей условно может быть принят экватор. Данный район с известным приближением разделен на два подрайона: западный, охватывающий западную и центральную части рассматриваемой территории, с восточной границей вдоль среднего течения р. Нила и восточный, расположенный к востоку от р. Нила.

Реки западного подрайона, несмотря на различное положение и размеры их бассейнов, а также разные физико-географические условия, характеризуются довольно высокой синфазностью многолетних колебаний годового стока.

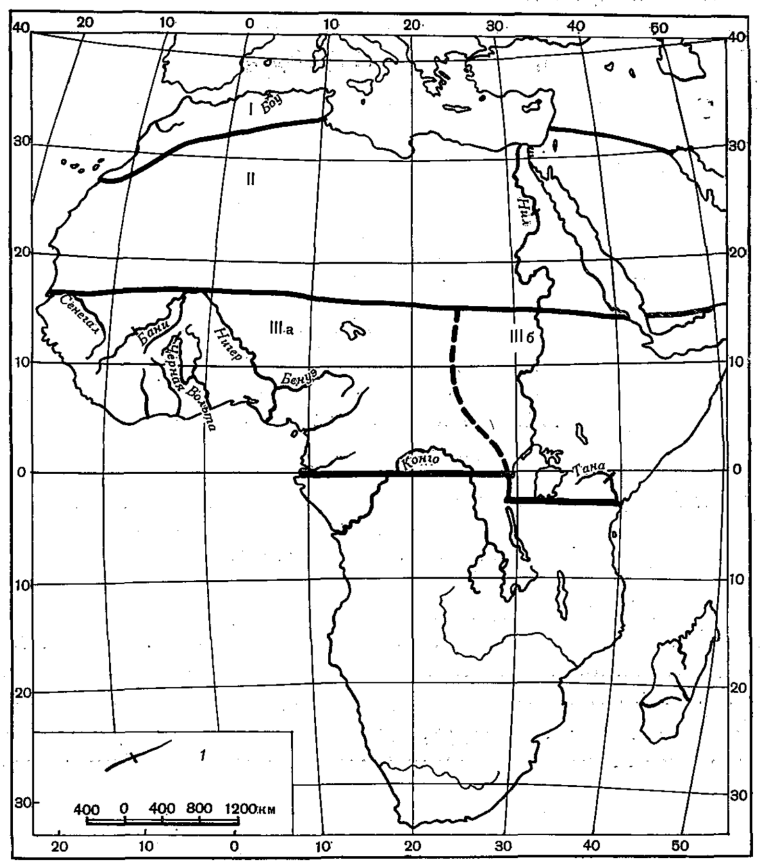


Рис. 20. Районы с синфазными циклическими колебаниями годового стока рек Северной Африки

I—III — номера районов, *1* — гидростворы.

Реки восточного подрайона, судя по р. Тана, обладают довольно затяжными маловодными и многоводными фазами годового стока. Многолетние колебания стока р. Нила, являющейся большой транзитной артерией, ввиду сложного водного режима этой реки слабо характеризуют изменения стока местных рек восточного подрайона.

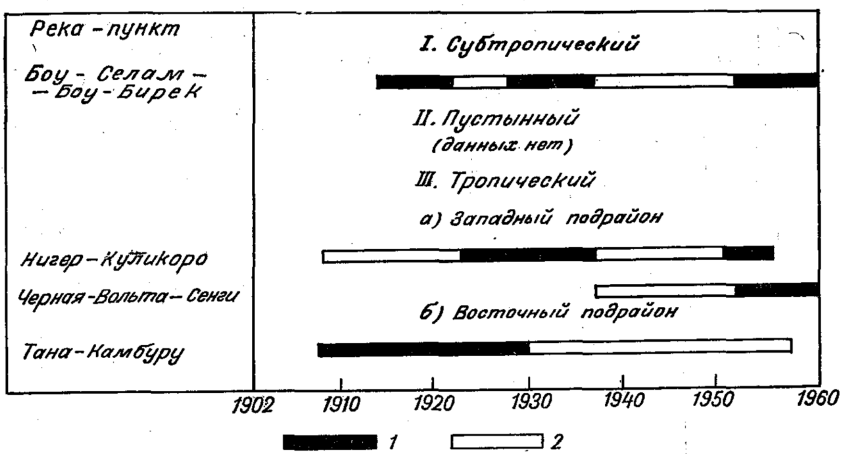


Рис. 21. Диаграмма циклических колебаний годового стока рек Северной Африки.

Усл. обозначения см. рис. 9.

Об асинфазности циклических колебаний стока рек Северной Африки ввиду недостаточности наблюдений судить еще преждевременно. В качестве предварительных соображений можно лишь отметить некоторую асинфазность колебаний стока, с одной стороны, рек Нигера и Черной Вольты (юго-западная часть), а с другой — рек Тана и Нила (юго-восточная часть).

*
* *

В заключение следует кратко остановиться на циклических колебаниях годового стока рек зарубежных стран с длительными рядами наблюдений (рис. 22).

Циклические колебания годового стока рек северной части Западной Европы (реки Вуокса и Венерн) за длительный, более чем 100-летний ряд наблюдений (1850—1960) имеют достаточно синфазный характер.

Совершенно иной, противоположный (т. е. асинфазный) характер по отношению к указанным выше рекам имеют циклические колебания годового стока рек Центральной Европы —

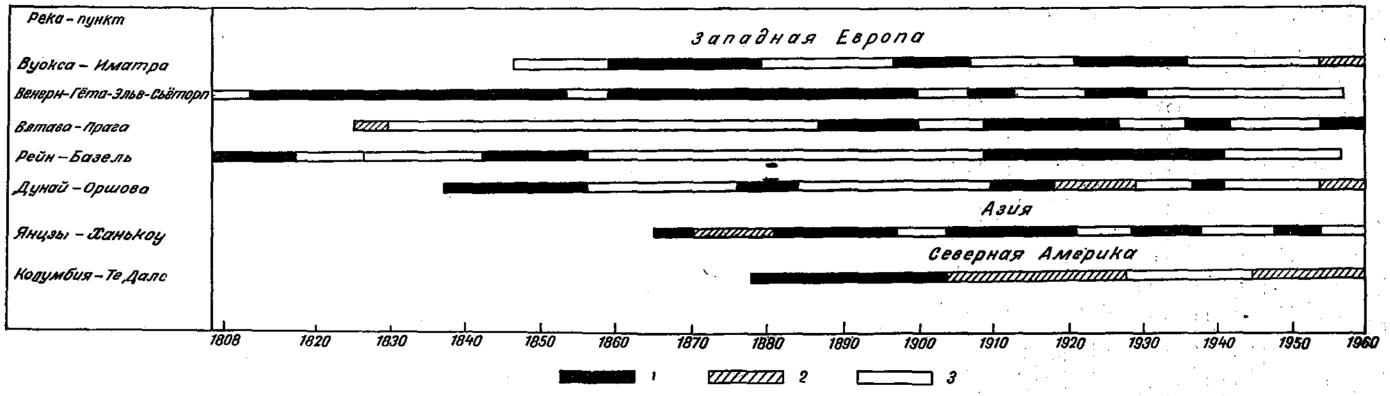


Рис. 22. Диаграмма циклических колебаний годового стока рек зарубежных стран с продолжительными наблюдениями.

Усл. обозначения см. рис. 9.

Влтава, Рейн, Дунай. Особенно четко асинфазность годового стока за длительный ряд лет (1830—1960) проявляется на реках Венерн и Влтава. Характерно также отметить существенную синфазность стока р. Рейн у г. Базеля и р. Дунай у г. Оршовы.

Очень наглядно синфазность годового стока проявляется за длительный ряд наблюдений (1875—1960 гг.) на реках Северной Америки — Колумбии, Миссисипи, Теннесси. Циклические колебания стока этих рек в целом в некоторой мере синфазны с колебаниями стока рек северной части Европы и асинфазны с колебаниями стока рек Центральной Европы.

Характерно отметить некоторое сходство колебаний годового стока р. Нила (Северная Африка) с соответствующими колебаниями стока р. Колумбии (Северная Америка). Следует подчеркнуть также наличие в колебаниях годового стока р. Нила очень продолжительных периодов повышенного (30 лет) и пониженного стока (50 лет). Малые колебания в стоке этой реки выражены слабо.

ГЛАВА 7

АСИНФАЗНОСТЬ СТОКА РЕК СССР И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Общие закономерности циклических колебаний годового стока рек СССР и зарубежных стран на массовом материале впервые были исследованы Г. П. Калининым (1967).

Для наглядного подтверждения синфазности и асинфазности стока в этой работе использованы разностные интегральные кривые, а также средние значения модульных коэффициентов стока, вычисленные за последовательные пятилетия (1916—1920, 1921—1925 и т. д.). При этом выявлены следующие закономерности:

1) корреляции между стоком рек не вполне плавно убывают при увеличении расстояния между центрами бассейнов;

2) зоны синфазных и асинфазных колебаний стока одновременно охватывают большие территории;

3) крупные периоды маловодья 1931—1935, 1936—1940 гг., а также многоводья 1926—1930 гг. охватывают огромные территории — от Западной Сибири до бассейна Волги и даже Западной Европы и северо-восточных районов США, включая бассейн р. Миссисипи. В окружающих эти территории районах наблюдаются противоположные фазы стока.

Эти выводы, по мнению Калинина, являются существенными, так как они могут быть практически использованы для установления оптимальных размеров водохранилищ и расположения энергетических систем, а также при решении комплекса водохозяйственных проблем и планировании работ промышленных предприятий.

Полученные Калининым выводы в связи с большой сложностью данной задачи имеют преимущественно общий характер. Поэтому представлялось существенным по возможности конкретизировать это явление.

Синфазность и асинфазность стока рек СССР и зарубежных стран отражена в произведенном районировании. Следующей задачей, имеющей практическое значение, является выявление синфазности и особенно асинфазности колебаний стока между реками СССР и реками зарубежных стран.

Следует отметить, что при сопоставлении количественных показателей водности, выделенных с помощью разностных интегральных кривых стока, приходится сравнивать фазы неодинаковой продолжительности, наступающие на разных реках в различное время. Это сильно затрудняет сопоставление. Анализ же показателей водности, например по смежным 10-леткам (или n-леткам иной продолжительности), дает возможность, во-первых, производить сравнение водности любых рек за одинаковые промежутки времени и, во-вторых, обнаружить (приближенно) синфазность, асинфазность или отсутствие связи в многолетних колебаниях стока сравниваемых рек. Поэтому при исследовании указанных закономерностей в целях сопоставления цикличности колебаний стока и тесноты связи (прямой или противоположной), помимо разностных интегральных кривых и коэффициентов корреляции годового стока, были использованы количественные показатели водности последовательных (смежных) 10-леток.

Анализ корреляционных связей годового стока преимущественно средних, а также крупных рек, выполненный на массовом материале с использованием около 6000 коэффициентов корреляции позволяет прийти к следующим выводам. Существенных положительных или отрицательных ($r=0{,}45 \div 0{,}62$) связей стока рек СССР со стоком рек зарубежных стран отмечается очень немного. Полученные в подавляющем большинстве случаев низкие значения коэффициентов корреляции стока не позволяют сделать достаточно строгих однозначных выводов. Поэтому можно лишь констатировать наличие преимущественно положительных или отрицательных корреляционных полей в колебаниях стока рек сравниваемых стран и континентов.

Если рассматривать циклические колебания стока в широком плане, отвлекаясь от отдельных частностей, то прежде всего следует отметить чередование синфазности и асинфазности, проявляющееся в западных и восточных областях континентов. Наряду с широтной асинфазностью колебаний стока отмечается меридиональная асинфазность, при которой реки севера и юга также характеризуются противоположной водностью.

В этой связи необходимо напомнить об асинфазности колебаний стока рек Европейской части СССР и Западной Сибири со стоком рек Средней и Восточной Сибири, а также об асинфазности стока рек северо-западного района Европейской части СССР и Кавказа.

При сравнении разностных интегральных кривых и корреляционных полей связей стока рек СССР, с одной стороны, и

стока рек Западной Европы и зарубежной Азии — с другой (исключая отдельные отклонения), выявляются следующие особенности:

1. Колебания стока рек Северо-Западного и Центрального районов Европейской части СССР синфазны с колебаниями стока рек Северо-Восточного района Западной Европы.

2. Колебания стока рек Северо-Восточного района Европейской части СССР и Западной Сибири асинфазны с колебаниями стока рек Северо-Восточного и Центрального районов Западной Европы.

3. Колебания стока рек Центрального района Европейской части СССР асинфазны с колебаниями стока рек Центрального района Западной Европы.

4. Колебания стока рек южных районов Европейской части СССР (к югу от 50° с. ш.) синфазны с колебаниями стока рек Центрального района и асинфазны с колебаниями стока рек Северо-Восточного и Скандинавского районов Западной Европы.

5. Колебания стока рек Средней и Восточной Сибири асинфазны с колебаниями стока рек Скандинавского и Центрального районов Западной Европы.

6. Колебания стока рек Северо-Западного и Центрального районов Европейской части СССР асинфазны с колебаниями стока рек Северо-Восточного Китая и синфазны с колебаниями стока рек Юго-Восточного Китая.

7. Колебания стока рек Северо-Восточного района Европейской части СССР и Западной Сибири асинфазны с колебаниями стока рек Юго-Восточного Китая.

8. Колебания стока рек Средней и Восточной Сибири синфазны с колебаниями стока рек Юго-Восточного Китая.

9. Колебания стока рек Европейской части СССР и Западной Сибири синфазны с колебаниями стока рек Северной Африки (Алжир) и асинфазны с колебаниями стока рек Ближнего Востока.

При сравнении разностных интегральных кривых и корреляционных полей связей стока рек СССР и Северной Америки (исключая отдельные отклонения) обнаруживаются следующие закономерности:

1. Колебания стока рек Европейской части СССР и Западной Сибири синфазны с колебаниями стока рек Тихоокеанского склона и центральных районов США и асинфазны с колебаниями стока рек Атлантического склона США.

2. Колебания стока рек Средней и Восточной Сибири синфазны с колебаниями стока рек Атлантического склона США и асинфазны с колебаниями стока рек Тихоокеанского склона и центральных районов США.

Некоторые, в общем немногочисленные, реки перечисленных областей не образуют тех связей (положительных или отрица-

Отрицательные корреляционные связи годового стока некоторых крупных рек

За период

Реки СССР	Реки зарубежных стран	Реки СССР
Печора — с. Усть-Цильма, $F=259\,000$ км^2	Эльба (—30) Рейн (—36) Дунай (—30) Сакраменто (—25) Фетер (—25) Сан-Хоакин (—32) Колорадо (—29) Пенобскот (—24)	Неман — г. Смалининкай, $F=81\,200$ км^2
Мезень — с. Малонисогорская, $F=55\,600$ км^2	Дунай (—31) Ангара (—32) Хуанхэ (—41) Янцзы (—28) Фетер (—27) Колорадо (—24) Пенобскот (—33) Мерримак (—23)	Днепр — г. Верхнеднепровск, $F=434\,000$ км
Нева — г. Петрокрепость, $F=276\,000$ км^2	Эльба (—25) Дунай (—27) Хуанхэ (—43) Сакраменто (—56) Фетер (—37) Сан-Хоакин (—46)	Дон — г. Калач, $F=222\,000$ км^2
Вуокса — Иматра, $F=61\,280$ км^2	Дунай (—25) Иртыш (—26) Обь (—24) Сакраменто (—51) Фетер (—28) Сан-Хоакин (—33)	Волга — г. Куйбышев $F=1\,210\,000$ км^2

тельных), которые для них указаны. Однако существенные обратные связи стока этих рек также не отмечаются.

При исследовании синфазности и асинфазности колебаний стока рек северного полушария были использованы также корреляционные зависимости годового стока крупных рек СССР и стока рек зарубежных стран, полученные в МГУ и Гидрометцентре СССР. Анализ этих данных (табл. 42) позволяет сделать следующие выводы:

1. Крупные реки севера Европейской части СССР (Печора, Мезень, Нева) образуют четкие отрицательные корреляционные связи годового стока с реками центральной части Западной Европы (Дунаем, Эльбой, Рейном и др.), с реками Юго-Восточной Азии (Хуанхэ, Янцзы и др.) и, наконец, с некоторыми реками запада и востока Северной Америки.

Таблица 42

СССР с реками зарубежных стран (в сотых долях; по данным МГУ) 1915—1955 гг.

Реки зарубежных стран	Реки СССР	Реки зарубежных стран
Хуанхэ (—37) Красная (—25) Арканзас (—35) Мерримак (—22)	Обь — г. Новосибирск, $F=246\,200$ км²	Вуокса (—24) Кюми-йоки (—31) Ванаявеси (—33) Кеми-йоки (—38)
Хуанхэ (—35) Красная (—33) Снейк (—28)	Иртыш — г. Усть-Каменогорск, $F=146\,000$ км²	Вуокса (—26) Кюми-йоки (—26) Ванаявеси (—29) Кеми-йоки (—36) Ангара (—28) Янцзы (—21)
Вуокса (—24) Венерн (—41) Рио-Гранде (—29)	Енисей — г. Красноярск, $F=299\,700$ км²	Миссисипи (—25)
Хуанхэ (—55) Янцзы (—31) Мерримак (—29)	Ангара — исток (37 км), $F=589\,500$ км²	Даль-Эльв (—28) Снейк (—34) Колорадо (—29) Миссисипи (—36) Арканзас (—33)

2. Реки запада Европейской части СССР (Неман, Днепр) тоже образуют тесные отрицательные связи годового стока с реками Юго-Восточной Азии (Хуанхэ, Красной), а также с некоторыми реками западной и восточной частей Северной Америки.

3. Крупные реки центральных и восточных районов Европейской части СССР (Волга) образуют четкие отрицательные связи годового стока с реками Юго-Восточной Азии (Хуанхэ, Янцзы и др.) и некоторыми реками Атлантического склона Северной Америки.

4. Сток крупных рек Западной Сибири (Обь, Иртыш) находится в отрицательной связи со стоком рек Северо-Восточного района Западной Европы и рек Юго-Восточной Азии (р. Янцзы и др.).

5. Сток крупных рек Средней и Восточной Сибири (Енисей, Ангара), так же как и сток средних рек этой территории, имеет противоположный характер колебаний со стоком рек западной и центральной частей Северной Америки.

Для выявления асинфазности колебаний годового стока рек СССР и зарубежных стран с помощью показателей водности ($K_{ср}$ и $P\%$) смежных 10-леток в каждом из выделенных районов и подрайонов Советского Союза для сравнения было выбрано по одной реке-индикатору.

При поисках асинфазности выбирались такие реки, для которых в рассматриваемых, одинаковых по продолжительности рядах 10-летке малой водности на реке-индикаторе соответствовала 10-летка высокой водности на другой реке, и наоборот. В тех случаях, когда на реке-индикаторе наблюдались 10-летки средней водности, на другой реке асинфазной считалась 10-летка малой или высокой водности.

Все реки-индикаторы, выбранные на территории СССР, и реки зарубежных стран северного полушария с более или менее асинфазными по отношению к рекам СССР колебаниями водности по 10-летним периодам указаны в табл. 43.

Анализ количественных показателей водности по 10-летним периодам позволяет сделать следующие выводы:

1. Показатели водности рек Северо-Восточного района Европейской части СССР и Западной Сибири противоположны показателям водности рек Северо-Восточного района Западной Европы.

2. Показатели водности рек Центрального района Европейской части СССР противоположны показателям водности рек Центральной Европы.

3. Показатели водности рек Северо-Восточного района Европейской части СССР и Западной Сибири противоположны показателям водности рек Юго-Восточной Азии.

4. Показатели водности рек Европейской части СССР и Западной Сибири противоположны показателям водности рек преимущественно Атлантического склона Северной Америки.

5. Показатели водности рек Средней и Восточной Сибири противоположны показателям водности рек Тихоокеанского склона и центральных районов Северной Америки.

Таким образом, результаты анализа корреляционных связей между годовыми значениями стока средних и больших рек СССР и рек зарубежных стран подтверждаются также показателями водности, вычисленными по 10-летним периодам.

Здесь уместно отметить указанную выше асинфазность стока рек западных и восточных склонов Северной Америки (реки Тихоокеанского и Атлантического склонов[1]), а также частичную

[1] Асинфазность стока рек западных и восточных районов США наглядно проявляется также на картах отклонений водности отдельных лет от нормы, построенных за период с 1931 по 1960 г. М. В. Бусби (Busby, 1963).

Таблица 43

Реки зарубежных стран, показатели водности которых (по 10-летним периодам) противоположны аналогичным показателям стока рек СССР

Район и подрайон СССР	Река СССР	Реки зарубежных стран
1а	Кемь	Сицзян, Евфрат, Фетер, Арканзас, Ред-Ривер
1б	Пярну	Майн, Хуанхэ, Меконг, Нил
2а	Пинега	Висла, Эльба, Влтава, Хуанхэ, Янцзы, Меконг, Томбигби, Саванна
2б	Унжа	Висла, Эльба, Влтава, Хуанхэ, Янцзы, Меконг, Томбигби, Саванна
2в	Волга	Кюми-йоки, Оулу-йоки, Индалс-Эльв, Эльба, Влтава, Адда, Хуанхэ, Колорадо Б.
3	Вятка	Кюми-йоки, Дунай Ш, Жиу, Яломица, Рейн, Сунгари, Мерримак, Боу-Селам, Нил
4	Синюха	Сунгари, Евфрат, Сакраменто, Фетер, Боу, Саскуиханна
5а	Чир	Висла, Янцзы, Меконг, Томбигби, Саванна
5б	Большой Узень	Кеми-йоки, Дунай, Жиу, Яломица, Рейн, Сунгари, Мерримак
6	Уса	Сицзян, Снейк, Миссури, Арканзас, Ред-Ривер, Колорадо Л. Ф., Аппалачикола
7	Пур	Вуокса, Кюми-йоки, Евфрат, Колумбия, Сакраменто, Сев. Саскачеван, Боу, Миссисипи К
8а	Исеть	Кюми-йоки, Кеми-йоки, Жиу, Яломица, Темза, Рейн, Адда, Сунгари, Мерримак, Боу-Селам, Нил
8б	Васюган	Кюми-йоки, Ванаявеси, Оулу-йоки, Висла, Дунай О, Адда, Янцзы, Потомак, Боу-Селам
8в	Чидерты	Кюми-йоки, Ванаявеси, Оулу-йоки, Висла, Дунай О, Адда, Янцзы, Потомак
9	Бирюса	Гумбольдт, Колорадо Л. Ф., Сидар, Миссури, Арканзас, Ред-Ривер
10а	Илим	Сицзян, Арканзас, Ред-Ривер
10б	Витим	Евфрат, Снейк, Фетер, Рио-Гранде, Саскуиханна
10в	Алдан	Меконг, Томбигби, Саванна
11	Колыма	Оулу-йоки, Арканзас, Ред-Ривер
12	Амгуема	Данных для сравнения недостаточно
13	Камчатка	Снейк, Гумбольдт, Колорадо Л. Ф., Сидар, Миссури, Арканзас, Ред-Ривер, Миссисипи К
14	Иман	Снейк, Гумбольдт, Колорадо Л. Ф. Миссисипи К, Сидар, Миссури, Арканзас, Ред-Ривер

Примечание. Дунай Ш — Штейн-Кремс, Дунай О — Оршова, Колорадо Л. Ф. — Лесс-Ферри, Колорадо Б. — Баллинджер, Миссисипи К. — Клинтон.

асинфазность стока рек юго-западных и юго-восточных районов Северной Африки.

Принципиальная схема наиболее контрастного проявления синфазности (и асинфазности) многолетних колебаний стока рек между континентами и их частями в северном полушарии приведена на рис. 23. На этой схеме во избежание перегрузки не показана асинфазность стока в пределах отдельных стран.

Районирование северного полушария по синфазности (асинфазности) циклических колебаний речного стока представляет макросхему, на которой показаны лишь общие закономерности чередования водности на реках территории и не отражены соотношения, имеющие локальный характер.

Рассматривая эту общую схему, следует заметить, что циркуляция атмосферы в северном полушарии представляет собой более или менее единый процесс и колебания циркуляции крупного масштаба в западных и восточных частях полушария сравнительно однородны во времени. Этим в основном и объясняется синфазность колебаний стока на значительной части Северной Америки и на большей части западной половины Евразии. При этом необходимо иметь в виду, что на указанных территориях, как показано выше, колебания водности рек отдельных районов могут быть асинфазными.

В действительности в природе существует более сложная дифференциация. Однако детальное районирование возможно лишь при наличии более продолжительных и обширных наблюдений над речным стоком.

Физическая сущность многолетних циклических колебаний речного стока, как указывалось многими исследователями, заключается в том, что эти колебания с той или иной инерцией отражают колебания атмосферной циркуляции, порожденной изменениями солнечной активности. Поэтому на реках и других водных объектах земной поверхности под влиянием указанных факторов в одни годы и группы лет наблюдаются маловодья, а в другие — многоводья.

Как отметил Г. П. Калинин (1967) на примере анализа многолетних колебаний стока некоторых рек северного полушария, областям пониженного давления с циклоническим состоянием погоды соответствуют области повышенного стока, а области повышенного давления с антициклоническим состоянием погоды характеризуются пониженным стоком. Отсюда следует, что колебания стока рек, бассейны которых находятся в противоположных условиях атмосферного давления и погоды, должны быть асинфазными между собой.

При этом следует иметь в виду, что зависимости геофизических факторов от солнечной активности не однозначны, как это обычно принималось. Эти зависимости оказываются не однозначными в эпохи пониженной и повышенной солнечной

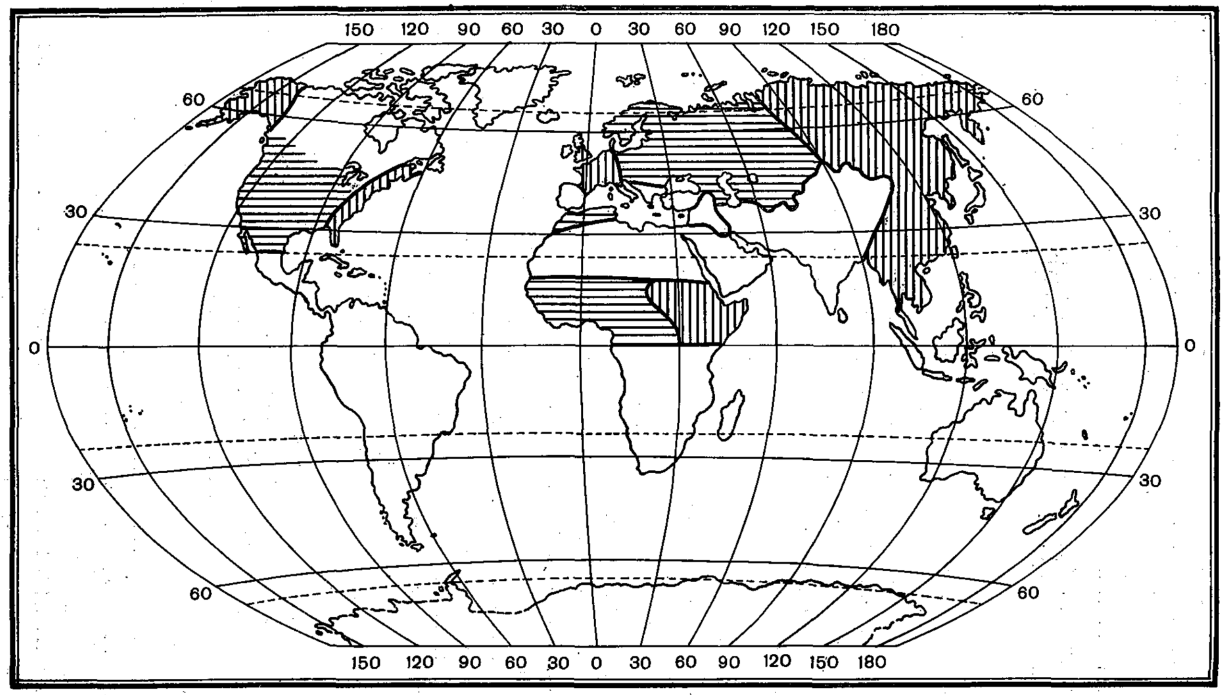


Рис. 23. Схема районирования северного полушария по асинфазности циклических колебаний годового стока рек.

активности (Эйгенсон, 1963; Логинов, Сазонов, 1967). Кроме того, «запятнанность» Солнца (числа Вольфа) еще не определяет активность геофизических процессов. Нередки случаи, когда при наибольшей «запятнанности» Солнца возмущенность атмосферной циркуляции бывает мала, и наоборот.

Как показывают многие исследователи (Андреянов, 1959; Гирс, 1956; Калинин, 1968; Кочукова, 1955 и др.), необходимо учитывать возможность возникновения противоположных зависимостей между солнечной активностью, атмосферной циркуляцией и речным стоком. Один и тот же тип циркуляции может одновременно определять в противоположных частях территории неоднородные условия формирования осадков и водности. Именно этими причинами и объясняется существование районов с синфазными и асинфазными колебаниями водности рек.

Изменения речного стока характеризуются различной направленностью циклических колебаний, разной продолжительностью и амплитудой.

При сопоставлении разностных интегральных кривых, отражающих циклические колебания стока, были выделены районы, в пределах которых циклические колебания стока достаточно близки, т. е. синфазны. Эти колебания, являясь синфазными на реках каждого выделенного района, оказываются в той или иной мере асинфазными по сравнению с реками некоторых других, обычно удаленных районов.

Однако имеющиеся ряды наблюдений над стоком слишком кратковременны, чтобы делать заключение о возможном характере циклических колебаний стока на будущее.

Сопоставление выделенных районов с путями движения циклонов и антициклонов, а также с основными направлениями движения преобладающих воздушных масс над территорией СССР указывает на их общее сходство. Учитывая устойчивость в многолетнем разрезе путей переноса влаги, можно сделать вывод о том, что выделенные районы с синфазными колебаниями стока должны быть также устойчивы в многолетнем аспекте, и границы этих районов не могут существенно измениться (конечно, в случае отсутствия резких изменений в самом климате), по крайней мере, в течение ближайших десятилетий. Это, однако, не исключает односторонних изменений водности в ту или иную сторону в отдельные годы в пределах областей и частей континентов.

Как считает большинство исследователей, работающих над проблемой изменения климата, в связи с ожидаемым понижением солнечной активности и предстоящим похолоданием должны произойти изменения в характере циркуляционных процессов. Это в свою очередь должно отразиться и на изменении водности рек. Там, где в последние десятилетия наблюдалось сильное маловодье, возможно наступление многоводного пе-

риода, а там, где было многоводье, возможно наступление маловодного периода.

Произведенное районирование территории СССР и зарубежных стран северного полушария, т. е. выявление границ областей синфазных колебаний стока, а также областей с асинфазными колебаниями стока вследствие недостаточной исходной информации нуждается в уточнении, которое станет возможным по мере накопления материалов более длительных наблюдений над речным стоком.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема многолетних колебаний стока настолько сложна и многообразна, что охватить ее в разных аспектах в рамках одного исследования не представляется возможным. Поэтому в данной работе рассмотрена только часть этой проблемы, а именно исследование территориальных закономерностей распределения циклических колебаний, синфазности и асинфазности стока преимущественно равнинных рек северного полушария без привлечения гелиосиноптических показателей.

Цикличность, синфазность и асинфазность стока вначале рассмотрены на примере рек СССР, а затем рек зарубежных стран.

Опорные гидрометрические створы для выявления закономерностей циклических колебаний стока выбирались по следующим признакам:

1) водосборов средних размеров, отражающих зональный режим речного стока;

2) равномерное распределение водосборов по географическим зонам;

3) наличие длительных рядов наблюдений.

Всего было использовано около 200 створов на реках СССР и зарубежных стран. Ввиду неодинаковой продолжительности наблюдений на средних реках за расчетный период в Европейской части СССР был принят 40-летний ряд (с 1921 по 1960 г.), а в Азиатской части — 30-летний ряд (с 1931 по 1960 г.).

Для исследования циклических колебаний стока были использованы нормированные разностные интегральные кривые, которые строились для годового, половодного и меженного стока опорных створов средних рек СССР, а для больших рек и рек зарубежных стран только для годового стока. При исследовании синхронности и асинхронности стока использовался метод корреляции.

Статистические параметры (норма, коэффициенты вариации и асимметрии) годового стока рек за расчетные периоды вычис-

лялись графо-аналитическим способом. В подавляющем большинстве случаев эмпирические кривые обеспеченности удовлетворяли соотношению $C_s = 2C_v$.

Произведенная оценка статистических параметров принятых 40-летних рядов, а по некоторым пунктам 80-летних рядов, на реках Европейской части СССР и 30- и 60-летних рядов на реках Азиатской части показала близкое сходство сравниваемых величин. Наибольшие расхождения средних модульных коэффициентов стока за указанные периоды не превышают 0,05—0,10, а коэффициентов вариации — 0,02—0,04.

При исследовании колебаний стока были приняты три градации водности (обеспеченности): многоводная 1—25%, средневодная 26—74%, маловодная 75—99%.

Выделение фаз водности на разностных интегральных кривых стока производилось по основным переломным точкам, которые намечались совместно для совокупности рек одного района.

В процессе исследования были выявлены фазы как малой (2—8 лет), так и большой продолжительности (10—20 лет в годовом стоке и в стоке половодья и даже до 30 лет в стоке межени). Модульные коэффициенты маловодных фаз циклических колебаний годового стока (средней продолжительности) для зоны избыточного увлажнения заключаются большей частью в пределах 0,5—0,9, а для рек засушливой зоны они значительно меньше, например для р. Большого Узеня за 1933—1940 гг. $K_{ср} = 0{,}17$. Модульные коэффициенты многоводных фаз колеблются в пределах 1,2—2,6.

Аналогичные подсчеты по моделированным 1000-летним рядам методом статистических испытаний, произведенные В. Г. Андреяновым, К. П. Воскресенским и др., показали близкую сходимость с полученными величинами.

При исследовании зональных и внутризональных изменений многоводных и маловодных фаз стока на территории СССР были использованы данные по водосборам, расположенным вдоль 12 меридиональных и шести широтных профилей.

Главные закономерности изменения показателей маловодных и многоводных фаз стока равнинных рек прослеживаются в меридиональном и широтном направлениях во всех природных зонах; они могут быть сформулированы следующим образом:

1) модульные коэффициенты маловодных фаз стока с севера на юг обычно уменьшаются (их обеспеченность увеличивается); модульные коэффициенты многоводных фаз стока, наоборот, с севера на юг обычно увеличиваются (их обеспеченность уменьшается);

2) зональные изменения (с севера на юг) модульных коэффициентов и обеспеченности маловодных и многоводных фаз стока имеют сравнительно плавный характер; внутризональные изменения (с запада на восток) указанных показателей стока

имеют скачкообразный характер, т. е. тенденцию к смене фаз водности на противоположные;

3) циклические колебания стока крупных рек, расположенных в одной географической зоне, синфазны колебаниям стока смежных средних рек.

При исследовании тесноты связи стока рек СССР было использовано около 2000 коэффициентов корреляции, из числа которых учитывались лишь достоверные значения. Были исследованы коэффициенты корреляции годового, половодного и меженного стока разных рек (они находятся в пределах от —0,5 до 0,9), а также коэффициенты корреляции стока смежных лет (автокорреляция).

По количеству существенных положительных корреляционных связей между годовым стоком средних рек выделены группы рек, которые были использованы при районировании.

Отдельно рассмотрены отрицательные корреляции годового стока рек в Европейской и Азиатской частях СССР, а также между реками указанных частей страны. Кроме того, построены схематические карты изокоррелят годового и весеннего, годового и меженного, весеннего и меженного стока рек Европейской части СССР.

Несмотря на разнообразие количественных показателей фаз водности на отдельных реках, оказалось возможным выделить на территории СССР 15 районов со сходным характером циклических колебаний стока.

Районирование СССР по однородности (синфазности) циклических колебаний стока выполнено в двух вариантах: 1) для годового и половодного стока и 2) для меженного стока.

Асинфазность годового, половодного и меженного стока наблюдается между реками отдельных районов Европейской и Азиатской частей СССР, а также между реками этих территорий. Отмечаются конкретные районы, для которых объединение энергосистем с преобладанием гидравлической энергии повысит суммарную гарантированную отдачу энергии.

Выделенные районы связаны с направлением главнейших воздушных течений над территорией СССР. Отмечается, что границы районов в многолетнем аспекте должны быть довольно устойчивыми, так как для нарушения синфазности стока рек необходимы коренные изменения в динамике атмосферной циркуляции, что может случиться только в связи с резкой переменой климата.

Указывается, что колебания водности рек имеют циклический характер, но каждый новый цикл не является повторением предшествующих. В этом и заключается сложность прогнозов водности рек на длительное время.

Для исследования многолетних циклических колебаний стока рек северного полушария, помимо рек СССР, были использо-

ваны доступные материалы по стоку рек Западной Европы, зарубежной Азии, Северной Америки и Северной Африки.

По характеру циклических колебаний и синфазности годового стока в Западной Европе выделено пять районов, в пределах зарубежной Азии — четыре района, в Северной Америке — 10 районов и в Северной Африке — три района. Отмечено некоторое сходство разделения зарубежных стран со схемой климатического районирования Б. П. Алисова. При районировании зарубежных стран также рассмотрена асинфазность стока и указаны возможности компенсации (частично или полностью) маловодности рек одних районов многоводностью в эти же годы рек других районов. В заключение рассмотрена асинфазность годового стока рек СССР и зарубежных стран.

При исследовании указанных закономерностей, помимо интегральных кривых, были использованы коэффициенты корреляции годового стока и количественные показатели водности смежных 10-леток. Анализ корреляционных связей годового стока рек с использованием около 6000 коэффициентов корреляции позволяет сделать ряд новых выводов. Существенных положительных или отрицательных связей стока рек СССР и рек зарубежных стран отмечено немного. Поэтому можно лишь констатировать наличие положительных или отрицательных корреляционнных полей колебаний стока рек сравниваемых стран и континентов.

Если рассматривать явление синфазности и асинфазности в широком плане, отвлекаясь от отдельных частностей, то прежде всего можно отметить наличие широтного и меридионального чередования асинфазности.

При сравнении интегральных кривых и корреляционных полей связи была выявлена синфазность и асинфазность стока рек отдельных районов СССР, Западной Европы и зарубежной Азии, а также рек СССР и Северной Америки.

Принципиальная схема наиболее контрастного проявления синфазности и асинфазности стока рек между отдельными континентами и их частями в пределах северного полушария показана на схематической карте (см. рис. 23). На этой схеме во избежание перегрузки не отражена асинфазность в пределах отдельных стран, но показаны главные закономерности чередования водности рек по всей территории.

Циркуляция атмосферы в северном полушарии представляет собой более или менее единый процесс, и ее колебания в западных и восточных частях сравнительно однородны. Этим и объясняется синфазность колебаний стока на большей части рек западной половины Евразии и Северной Америки. Однако в пределах отдельных областей этих территорий колебания стока могут быть асинфазными.

В природе существует очень сложная дифференциация водности, но для ее познания необходимы более обширные и продолжительные наблюдения над речным стоком.

Дальнейшие исследования в этом направлении должны быть посвящены углублению физических представлений о циклических колебаниях стока и разработке приемов сверхдолгосрочных прогнозов водности рек. Исследование многолетних колебаний стока есть проблема комплексная и глобальная, требующая значительных усилий не только гидрологов, но и климатологов, синоптиков, геофизиков, географов, а также международного сотрудничества гидрологов.

ЛИТЕРАТУРА

Александровская Н. В., Ерамов Р. А., Игнатьев Г. М., Лукашова Е. Н., Марков К. К., Михайлова Л. А., Рябчиков А. М. Физическая география частей света. Изд. «Высшая школа», М., 1963.

Алексеев Г. А. Графоаналитические способы определения и приведения к длительному периоду наблюдений параметров кривых распределения Труды ГГИ, вып. 73, 1960.

Алисов Б. П. Климатические области зарубежных стран. Географгиз, М., 1950.

Алисов Б. П., Берлин И. А., Михель В. М. Курс климатологии, ч. III. Гидрометеоиздат, Л., 1954.

Алисов Б. П. Климат СССР. Изд. МГУ, 1956.

Амусья А. З., Иванова Е. М., Островская Н. В., Ратнер Н. С., Черная Т. М. Изменчивость подземного стока в реки Азиатской территории СССР. Труды ГГИ, вып. 139, 1967.

Андреянов В. Г. Гидрологические расчеты при проектировании малых и средних гидроэлектростанций. Гидрометеоиздат, Л., 1957.

Андреянов В. Г. Циклические колебания годового стока, их изменения по территории и учет при расчетах стока. Труды III Всесоюз. гидролог. съезда, т. II. Гидрометеоиздат, Л., 1959.

Андреянов В. Г. Внутригодовое распределение стока. Гидрометеоиздат, Л., 1960.

Андреянов В. Г., Воскресенский К. П., Глущенко Н. Я., Панова Н. Ф. Исследование повторяемости и продолжительности периодов различной водности на реках СССР. Труды ГГИ, вып. 127, 1965.

Афанасьев А. Н. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. Изд-во «Наука», М., 1967.

Баранов В. С. Паводочный сток рек водосбора Камского водохранилища в связи с атмосферной циркуляцией. Автореферат канд. диссертации. Изд. Пермского гос. ун-та, Пермь, 1964.

Боголепов М. А. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху. Землеведение, М., 1907, 1908.

Большаков М. Н. Некоторые особенности многолетних колебаний годового стока рек Средней Азии. Труды Ин-та водн. х-ва АН КиргССР, вып. 2(5), 1955.

Борисов А. А. Климаты СССР. Учпедгиз, М., 1959.

Братранек А. Анализ столетних рядов расходов воды на реках Лабе и Дунае. Водное хозяйство, № 11, Прага, 1964 (на чешском яз.).

Вангенгейм Г. Я. Особенности атмосферной циркуляции в различных эпохах и колебаниях климата. Труды Второго геогр. съезда, т. 11, 1948.

Воскресенский К. П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Гидрометеоиздат, Л., 1962.
Гейнц Е. А. Об осадках, количестве снега и об испарении на речных бассейнах Европейской России. СПб, 1898.
Гирс А. А. Многолетние преобразования форм атмосферной циркуляции и изменения солнечной активности. Метеорология и гидрология, № 10, 1956.
Голубцов В. В. Методика расчета нормы годового стока рек и временных водотоков Центрального Казахстана. Автореферат канд. диссертации. Изд. ГГИ, Л., 1965.
Давыдов Л. К. Колебания водоносности рек Средней Азии. Труды Среднеазиат. метеорологическ. ин-та, т. 1, вып. 2, Ташкент, 1927.
Давыдов Л. К. Водоносность рек СССР, ее колебания и влияние на нее физико-географических факторов. Гидрометеоиздат, Л., 1947.
Давыдова А. И., Калинин Г. П. Пространственно-временной анализ цикличности стока рек. Вестник МГУ, сер. геогр., № 4, М., 1967.
Джорджио З. В. Опыт долгосрочных прогнозов рек Средней Азии. Труды САГУ, нов. сер., вып. 107, Ташкент, 1957.
Дзердзеевский Б. Л., Курганская К. М., Ветвицкая З. М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристики синоптических сезонов. Труды НИУ ГМС, сер. II, вып. 21. Гидрометеоиздат, 1946.
Добрынин Б. Ф. Физическая география Западной Европы. Учпедгиз, М., 1948.
Дружинин И. П., Коноваленко З. П., Кукушкина В. П., Хамьянова Н. В. Речной сток и геофизические процессы. Изд-во «Наука», М., 1966.
Зайков Б. Д. Многолетние колебания стока Верхней Камы. Труды по комплексному изучению Каспийского моря, вып. XIII. Изд. АН СССР, М.—Л., 1940.
Зайков Б. Д. О колебаниях уровня Каспийского моря. Метеорология и гидрология, № 6, 1941.
Зайков Б. Д. Водный баланс Каспийского моря в связи с причинами понижения его уровня. Труды НИУ ГУГМС, сер. IV, вып. 36, 1946.
Игнатьев Г. М. Северная Америка. Физическая география. Изд-во «Просвещение», М., 1965.
Калинин Г. П. Пространственно-временной анализ и эргодичность гидрологических элементов. Вестник МГУ, № 5, 1966.
Калинин Г. П. Некоторые закономерности колебания стока рек Северного полушария. В сб. «Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета». Изд. МГУ, 1967.
Калинин Г. П. Проблемы глобальной гидрологии. Гидрометеоиздат, Л., 1968.
Гидрологический ежегодник КНР, Пекин, 1955 (на китайском языке).
Княгиничев Н. И. О цикличности годового стока рек Западной Сибири. Изв. ВГО, т. 98, вып. 2, 1966.
Ковзель А. Г. Связь многолетних колебаний стока рек с типами атмосферной циркуляции. Метеорология и гидрология, № 11, 1960.
Коноваленко З. П. Внутривековая цикличность годового стока рек СССР. Автореферат канд. диссертации. Изд. МГУ, 1966.
Кочукова Т. Н. Колебания годового стока рек СССР. Труды ГГИ, вып. 50, 1955.
Красовская Т. М. Учет асинхронности формирования стока рек при подсчетах водных ресурсов Украины. Труды УкрНИГМИ, вып. 50, 1965.
Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Гидрологические основы речной гидротехники. Изд. АН СССР, М., 1950.
Кузин П. С. Многолетние колебания водоносности рек СССР. Труды ГГИ, в. 38, 1953.

Кузин П. С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Гидрометеоиздат, Л., 1960.
Кучерявый П. П. Средний многолетний сток рек Северного Кавказа и влияние на него физико-географических факторов. Автореферат канд. диссертации. Изд. Ростовск. гос. ун-та, Ростов-на-Дону, 1963.
Левковский С. С. Исследование годового стока рек равнинной территории Украины. Автореферат канд. диссертации. Изд. Киевск. гос. ун-та. 1965.
Левковский С. С. Маловодные и многоводные периоды на реках Украины. Труды УкрНИГМИ, вып. 60, 1966.
Линслей Р. К., Колер М. А., Паулюс Д. Л. Х. Прикладная гидрология. Гидрометеоиздат, Л., 1962.
Логинов В. Ф., Сазонов Б. И. Температура Северного полушария и космические факторы. Вестник ЛГУ, № 18, вып. 3, 1967.
Логинов В. Ф., Сазонов Б. И. Речной сток различных районов Северного полушария на разных фазах векового цикла солнечной активности. Изв. ВГО, т. 99, вып. 6. 1967.
Мехди Эль Сахаф. Среднегодовой сток рек Тигра и Евфрата. Вестник МГУ, сер. V, география, № 3, 1966.
Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета [Сб.] Изд. МГУ, 1967.
Новотный И. Два столетних гидрологических ряда расходов на чешских реках. Сборник работ Гидрометеорологического института ЧССР. Прага, 1963 (на чешском яз.).
Оппоков Е. В. Многолетние колебания стока на больших речных бассейнах в связи с колебаниями метеорологических элементов. Журнал МПС, кн. VII—VIII, 1906.
Оппоков Е. В. О водоносности рек в связи с атмосферными осадками и другими факторами стока. Зап. РГО, т. XLVII, 1911.
Оппоков Е. В. Колебания водоносности рек в историческое время. Сб. «Исследования рек СССР», вып. 4. Изд. ГГИ, Л., 1933.
Петряшева Е. В. Многолетние колебания годового стока рек Киргизии. Автореферат канд. диссертации. Изд. Ташкентского гос. ун-та, 1967.
Резниковский А. Ш. Гидрологические характеристики ГЭС в объединенной энергосистеме. Сб. «Проблемы гидроэнергетики и регулирования речного стока», Вып. 9. Изд. АН СССР, М., 1960.
Саблина О. Ф. Колебания водности рек Барабы. В кн. «Вопросы гидрологии Западной Сибири». Новосибирск, 1966.
Ситников В. К. Средний многолетний сток рек юга Дальнего Востока. Автореферат канд. диссертации. Изд. ГГИ, Л., 1964.
Соколовский Д. Л. Речной сток. 2-е изд., Гидрометеоиздат, Л., 1959.
Сомов Н. В. Асинхронность колебания стока крупных рек СССР. Метеорология и гидрология, № 5, 1963.
Сомов Н. В. Асинхронность и цикличность колебаний стока крупных рек СССР. Труды ЦИП, вып. 117, 1963.
Сомов Н. В. Асинхронность и цикличность колебаний стока крупных рек СССР. Автореферат докторск. диссертации. Изд. ЦИП, М., 1963.
Указания по определению расчетных величин годового стока рек и его внутригодового распределения (СН 371-67). Гидрометеоиздат, Л., 1968.
Физико-географический атлас мира. Изд. ГУГК и АН СССР, М., 1964.
Хамьянова Н. В. Асинхронность стока крупных рек Средней Азии. Изд. АН КиргССР, Фрунзе, 1961.
Чжао Кэ-цзинь. Предварительное исследование многолетних колебаний водности крупных рек Китая. Scientia Sinica, vol. XIV, № 2, 1965.
Шарашкина Н. С. Исследование цикличности годовых величин стока применительно к задачам гидроэнергетики. Сб. «Проблемы гидроэнергетики и регулирования речного стока», вып. 9. Изд. АН СССР, М., 1960.
Швець Г. І. Стік Дніпра нижче Київа. Вид-во АН УРСР, 1957.

Швець Г. І. Водність Дніпра. Вид-во АН УРСР, 1960.
Швець Г. І. Характеристики водності річок України, Вид-во «Наукова думка», Київ, 1964.
Шимельмиц И. Я., Баранов В. А., Резниковский А. Ш., Рубинштейн М. И. Об эффективности асинхронности и циклических колебаний речного стока для крупных энергетических объединений. Сб. «Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета». Изд. МГУ, 1967.
Шкляев А. С. Влияние атмосферной циркуляции на распределение и многолетние колебания осадков и стока (на примере Урала). Автореферат докт. диссертации. Изд. МГУ, 1964.
Шнитников А. В. Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от колебания климата. ДАН СССР, т. 76, № 4, 1951.
Шнитников А. В. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария. Зап. ВГО, т. 16, нов. серия. Изд. АН СССР, М.—Л., 1957.
Шульц В. Л. Реки Средней Азии. Географгиз, М., 1949.
Эйгенсон М. С. Солнце, погода и климат. Гидрометеоиздат, Л., 1963.
Яблонскис И. С. Водные и водноэнергетические ресурсы рек Литовской ССР. Автореферат канд. диссертации. Изд. Каунасского политехнич. ин-та, 1964.
Alavedra V. M. El régimen de los rios Peninsulares. Barcelona, 1948.
Annuaire hydrologique de la France. Soc. hydrotechnique de France, 1961.
Bata G. A Hydrological Study of the River Soumman in Algeria. Transactions, v. XII, 33, Beograd, 1965.
Busby M. W. Yearly Variations in Runoff for the Conterminous U. S., 1931—1960. Geological Survey Water-Supply Paper 1969-S, US Government Printing Office, Washington, 1963.
Compilation of Records of Surface Waters of the United States through September 1950. Part 1—14, Geological Survey Water-Supply Paper 1301—1318, Washington, 1960.
Compilation of Records of Surface Waters of the United States, October 1950 to September 1960. Part 1—14, Geological Survey Water-Supply Paper 1721—1738, Washington, 1960.
Coutagne M., Variations de l'hydraulicité en France. La houille blanche, N A, 1960.
Dick S., Glos E. Langfristiger Ausgleich natürlicher Abflusschwankungen der Flüsse durch Talsperren Wasserwirtschaft und Wassertechnik, Heft 1, Berlin, 1957.
Energia Elettrica, Milano, v. XXXIX, No. 9, 1962.
Eräistä pisimmistä Suomea koskevista hydrologisista havaintosarjoista. Helsinki, 1958.
Harbeck G. E. Jr. and Langbein W. B. Water Resources Review, Suppl. 2: Normal and Variations in Runoff 1921—1945; US Geological Survey, Water Resources Division, 1949.
Hidroloski godisjak, 1952—1960. (Savezni hidrometeoroloski zavod.) Beograd, 1954—1962.
Hurst H. E. Long-Term Storage Capacity of Reservoirs. Trans. Am. Soc. Civil Eng. No. 116, 1951.
Hydrografiske Underskelser i Norge. Norges Vassdrags—og Elektrisitetsvesen Oslo, 1947.
Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz, 1961.
Hydrologinen vuosikirja, 16, 1956—1960. Helsinki, 1962.
Jarirs C. S. Flood Stage Records of the River Nile. Trans. Am. Soc. Civil Eng., No. 101, 1936.
Melin R. Vattenföringen i Sveriges floder. (Meldelanden Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institute, Serie D, Nr 6), Stockholm, 1954.
Ouvrage de référence hydrologique du Danube, 1921—1960, Budapest, 1965.

Pardé M. et Gibert M. Régime du cours inférieur de la Loire. La houille blanche, N A, 1951.
Sbornic praci hydrometeorologiskeho ustavu Ceskoslovenske Socialistiske Republiky, Praha, 1963.
Streil I. Ermittlung des langjährigen Abflüsses im Main bei Schweinfurt 1845—1955. (Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch, Nr 22), München, 1960.
Studii de Hidrologie XV, XVI. Bucuresti, 1966.
Surface Water Supply of Canada: Water Years 1911—1960. Water Resources Paper S No. 1—1, Ottawa S. A.
The Surface Water Year-Book of Great Britain, 1937—1945, 1945—1953, 1954—1960, London, 1952, 1955, 1956—1961.
Sutcliff J. V. and Rangeley W. A. Variability of Annual River Flow Related to Rainfall Records. Assemblée générale de Helsinki 1960, publ. 51. Gentbrugge (Belgique), 1960.
Vodohospodarský casopis (Slovenskej Akademii Vied), rocnic VIII, cislo 1, Bratislava, 1960.
Vodohospodarsky casopis. (Slovenskej Akademie Vied), rocnik XII, cislo 4, Bratislava, 1964.
Williams G. R. Cyclical Variations in World-Wide Hydrologic Data. Proc. ASCE, v. 87, No. 6, 1961.
Yevdjevic V. M. Mean Annual Sequence of Runoff Water. Assemblée Générale de Roma t. III, 1954.
Yevdjevic V. M. Fluctuations of Wet and Dry Years. Part 1, Hydrology Papers, Colorado State University. Colorado, July, No. 1, 1963.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Характеристики фаз различной водности годового стока рек СССР

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\ n}$	$C_{v\ n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\ n}$	$C_{v\ n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\ n}$	$C_{v\ n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Европейская часть СССР												
1. Северо-Западный район												
а) северный подрайон												
Кола — 1429-й км Окт. ж. д.	1921—22	0,84	0,16	84	1923—35	1,10	0,06	5				
	1936—47	0,89	0,07	95	1948—58	1,06	0,07	15				
	1959—60	0,82	0,16	88								
Кемь — с. Подужемье	1936—48	0,86	0,07	98	1926—35	1,15	0,07	2				
	1956—60	0,84	0,11	93	1949—55	1,15	0,09	5				
б) южный подрайон												
Луга — с. Толмачево	1921	0,68	0,27	90	1922—32	1,20	0,08	1	1952—58	1,03	0,10	40
	1933—51	0,87	0,06	99								
	1959—60	0,84	0,19	80								
Пярну — д. Орекюля	1921—22	0,70	0,26	90	1923—32	1,38	0,11	1	1949—58	1,05	0,11	30
	1933—48	0,80	0,09	99								
	1959—60	0,78	0,26	80								
2. Центральный район												
а) северный подрайон												
Сула — д. Коткина	1933—47	0,95	0,04	90	1929—32	1,06	0,08	25				
	1959—60	0,82	0,12	95	1948—58	1,07	0,05	8				

Пинега — с. Кулогоры	1921—22	0,76	0,18	92	1923—32	1,15	0,08	3				
	1933—46	0,83	0,07	99	1947—58	1,15	0,08	3				
	1959—60	0,80	0,18	88								
					б) центральный подрайон							
Сясь — д. Яхново	1933—51	0,83	0,06	99	1921—32	1,17	0,08	2				
	1959—60	0,78	0,20	85	1952—58	1,25	0,10	1				
Сухона — д. Рабаньга	1921	0,64	0,28	90	1922—29	1,16	0,10	5	1959—60	0,88	0,20	70
	1930—51	0,89	0,06	97	1952—58	1,28	0,10	1				
Унжа — г. Макарьев	1921	0,67	0,32	85	1922—29	1,25	0,11	2				
	1930—51	0,82	0,07	99	1952—58	1,40	0,12	1				
	1959—60	0,80	0,23	80								
					в) южный подрайон							
Вента — г. Кулдига	1933—51	0,89	0,06	97	1923—32	1,17	0,09	3	1921—22	0,88	0,20	70
	1959—60	0,81	0,20	85	1952—58	1,15	0,10	7				
Зап. Двина — г. Витебск	1921	0,44	0,27	99	1922—33	1,14	0,08	5				
	1934—51	0,88	0,06	97	1952—58	1,17	0,10	5				
	1959—60	0,85	0,19	75								
Волга — г. Старица	1921—25	0,85	0,10	95	1926—33	1,15	0,08	4	1959—60	0,99	0,16	50
	1934—51	0,91	0,05	97	1952—58	1,21	0,09	1				
Клязьма — г. Владимир	1921—25	0,81	0,12	95	1926—33	1,15	0,10	8	1959—60	0,99	0,19	50
	1934—51	0,90	0,06	95	1952—58	1,24	0,10	1				
Березина — г. Бобруйск	1921—25	0,90	0,11	80	1926—34	1,14	0,08	5	1959—60	0,98	0,18	65
	1935—55	0,91	0,05	97	1956—58	1,40	0,14	1				
Десна — г. Брянск	1921—25	0,83	0,12	93	1926—34	1,16	0,09	4				
	1935—51	0,95	0,07	75	1952—58	1,11	0,10	15				
	1959—60	0,81	0,20	79								

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3. Северо-Восточный район												
Печора — с. Троицко-Печорск	1933—42	0,83	0,06	99	1923—32	1,17	0,05	1	1921—22	0,96	0,13	60
									1943—50	1,04	0,07	30
									1951—60	0,97	0,06	70
Вятка — г. Киров	1921—22	0,82	0,17	85	1923—29	1,28	0,09	1	1949—60	0,95	0,07	70
	1930—40	0,80	0,07	99	1941—48	1,14	0,08	5				
Уфа — г. Караидель	1930—40	0,75	0,10	99	1923—29	1,35	0,13	1	1921—22	0,90	0,24	60
	1949—60	0,90	0,10	82	1941—48	1,21	0,12	5				
Белая — г. Стерлитамак	1930—40	0,69	0,14	99	1922—29	1,32	0,16	3				
	1949—60	0,84	0,13	90	1941—48	1,32	0,16	3				
	1921	0,68	0,46	75								
Ворона — с. Чутановка	1930—40	0,72	0,13	99	1923—29	1,40	0,16	1				
	1921—22	0,78	0,30	75	1941—48	1,15	0,15	15	1949—60	0,96	0,12	60
Б. Черемшан — г. Мелекесс	1935—40	0,53	0,18	99	1941—48	1,33	0,16	3	1949—60	0,99	0,13	50
4. Юго-Западный район												
Стырь — г. Луцк	1935—39	0,75	0,18	92	1921—22	1,60	0,28	3	1923—30	0,94	0,14	65
	1943—60	0,89	0,09	90	1931—34	1,12	0,20	25				
					1940—42	1,66	0,23	1				
Сула — г. Лубны	1921—28	0,78	0,19	90	1929—34	1,68	0,21	1				
	1935—39	0,80	0,24	80	1940—42	1,52	0,30	5				
	1943—60	0,84	0,12	90								
Синюха — с. Синюхин Брод	1935—39	0,82	0,22	80	1931—34	1,47	0,25	5	1921—30	1,03	0,16	40
	1943—60	0,80	0,12	96	1940—42	1,78	0,29	1				

Сал — ст-ца Батлаевская	1935—39	0,58	0,37	89	1924—34	1,33	0,25	10	1921—23	0,78	0,48	60
	1943—60	0,69	0,19	95	1940—42	2,63	0,48	1				
5. Юго-Восточный район												
Чир — ст-ца Обливская	1921—23	0,65	0,40	80	1924—32	1,40	0,23	5	1943—60	0,94	0,16	65
	1933—39	0,55	0,26	97	1940—42	1,57	0,40	10				
Б. Узень — г. Новоузенск	1933—40	0,17	0,30	99	1921—32	1,59	0,26	2				
					1941—42	2,64	0,61	2	1943—60	0,89	0,20	70
Илек — г. Актюбинск	1939—40	0,34	0,55	95	1941—42	2,43	0,55	2	1943—60	0,91	0,18	70
Азиатская часть СССР												
6. Северо-Сибирский район												
Уса — с. Петрунь [1]	1940—46	0,89	0,07	95	1931—39	1,10	0,06	5				
	1952—60	0,93	0,06	75	1947—51	1,18	0,08	1,5				
Гравийка — г. Игарка	1940—46	0,92	0,08	84	1947—52	1,16	0,09	4	1938—39	1,07	0,15	31
	1953—60	0,93	0,07	84								
Норильская — с. Валек	1953—58	0,94	0,05	90	1937—39	1,10	0,07	8	1940—46	0,99	0,04	50
					1947—52	1,03	0,05	25				
7. Пур-Оленекский район												
Пур — п. Самбург	1945—46	0,87	0,07	97	1931—44	1,05	0,04	16				
	1949—60	0,94	0,03	88	1947—48	1,13	0,03	1				
Турухан — факт. Янов Стан	1941—46	0,92	0,06	91	1931—40	1,08	0,04	6				
	1949—60	0,95	0,04	80	1947—48	1,15	0,10	7,5				
Оленек — с. Сухона	1945—47	0,82	0,15	90	1937—44	1,17	0,09	3,5				
	1953—60	0,84	0,09	97	1948—52	1,09	0,12	20				
Эбитиэм — м. Эбетем	1941—45	0,88	0,09	90	1948—55	1,07	0,07	16	1946—47	0,93	0,14	70
	1956—60	0,79	0,09	99								

[1] Река Уса по характеру циклических колебаний стока отнесена к рекам Северо-Сибирского района.

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8. Западно-Сибирский район												
а) Зауральский подрайон												
Сев. Сосьва — Сосьвинская культбаза	1931—45	0,94	0,06	80	1946—50	1,20	0,11	4	1951—60	0,99	0,08	54
Тавда — г. Тавда	1931—40	0,72	0,15	98	1941—50	1,40	0,15	1				
	1951—60	0,88	0,15	78								
Тура — г. Тюмень	1931—40	0,72	0,16	97	1941—50	1,46	0,16	1				
	1951—60	0,82	0,16	87								
Исеть — с. Мехонское	1931—40	0,60	0,22	98	1941—48	1,79	0,25	1				
	1949—60	0,81	0,20	83								
Тобол — г. Кустанай	1931—40	0,33	0,38	99	1941—48	2,14	0,42	2	1949—60	0,80	0,34	70
Тобол — г. Курган	1931—40	0,37	0,35	99	1941—48	2,09	0,39	1	1949—60	0,82	0,32	69
Ишим — г. Петропавловск	1931—40	0,32	0,40	99	1941—49	1,99	0,43	2	1950—60	0,81	0,39	65
б) Васюганский подрайон												
Васюган — с. Васюган	1931—40	0,74	0,10	99	1941—50	1,19	0,10	3				
	1951—56	0,91	0,12	75	1957—60	1,32	0,16	20				
Тым — с. Напас	1931—40	0,79	0,08	99	1941—50	1,21	0,08	1				
	1951—56	0,88	0,10	90	1957—60	1,19	0,13	10				
Омь — г. Калачинск	1931—40	0,79	0,27	77	1941—50	1,66	0,27	2				
	1951—60	0,55	0,27	97								

Кеть — с. Максимкин Яр	1931—45	0,86	0,07	99	1946—49	1,17	0,06	1	1950—55	0,98	0,11	55
					1956—60	1,30	0,12	1				
Кия — г. Мариинск	1931—40	0,84	0,09	97	1941—42	1,36	0,19	5	1950—57	0,96	0,10	64
	1943—45	0,74	0,15	97	1946—49	1,34	0,14	1,5				
					1958—60	1,19	0,16	10				
Чидерты — свх. Экибастуз	1931—40	0,31	0,38	99	1948—49	3,43	0,85	2	1941—47	1,12	0,45	34
									1950—60	1,11	0,38	34
Джаксы-Сары-Су — с. Сары-Су	1932—40	0,38	0,38	98	1948—49	3,96	0,80	1	1941—47	0,94	0,43	50
									1950—60	1,10	0,34	35
9. Алтайско-Саянский район												
Алей — с. Хабазино	1931—36	0,80	0,16	90	1946—50	1,14	0,17	20	1937—45	1,03	0,12	38
	1951—57	0,79	0,14	94	1958—60	1,55	0,20	1				
Томь — г. Томск	1931—34	0,93	0,10	75	1935—42	1,16	0,07	1,6	1958—60	0,98	0,12	55
	1943—45	0,77	0,12	98	1946—50	1,10	0,09	14				
	1951—57	0,89	0,08	90								
Бирюса — д. Сполох	1931—34	0,89	0,10	86	1935—41	1,12	0,08	7,5	1956—60	0,94	0,09	74
	1942—49	0,91	0,07	90	1950—55	1,13	0,08	6				
Иркут — с. Смоленщина	1956—60	0,88	0,07	97	1948—55	1,07	0,06	10	1931—42	1,02	0,05	34
									1943—47	0,97	0,07	64
10. Восточно-Сибирский район												
а) западный подрайон												
Илим — д. Сотниково	1939—46	0,84	0,07	99	1935—38	1,19	0,10	4	1931—34	0,96	0,10	64
					1947—60	1,05	0,05	16				
Н. Тунгуска — с. Подволошино	1931—34	0,86	0,13	86	1935—38	1,07	0,12	25				
	1939—48	0,88	0,08	95	1949—60	1,13	0,07	3				
Б. Пит — база Брянка	1931—43	0,90	0,06	96	1944—49	1,15	0,09	5	1950—58	0,96	0,07	71
					1959—60	1,46	0,16	1				
Подкамен. Тунгуска — факт. Черный Остров	1938—43	0,95	0,05	84	1944—49	1,05	0,05	16	1950—58	0,97	0,04	72
					1959—60	1,15	0,09	5				

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					б) восточный подрайон							
Вилюй — с. Сунтар	1939—47	0,83	0,09	97	1931—38	1,21	0,10	2	1948—54	0,96	0,10	64
	1955—56	0,85	0,19	78	1957—60	1,14	0,13	15				
Витим — г. Бодайбо	1939—46	0,75	0,09	99	1931—38	1,28	0,09	1	1956—60	1,02	0,20	42
	1950—55	0,80	0,11	97	1947—49	1,28	0,15	4,5				
Шилка — г. Сретенск	1942—46	0,66	0,14	99	1931—41	1,10	0,10	14				
	1950—55	0,74	0,13	96	1947—49	1,29	0,18	6,5				
					1956—60	1,26	0,14	4				
Киренга — д. Шорохово	1939—47	0,92	0,05	95	1931—38	1,08	0,06	9				
	1950—55	0,90	0,07	93	1948—49	1,16	0,11	8				
					1956—60	1,08	0,07	13				
Лена — с. Грузновка	1950—60	0,86	0,09	95	1931—38	1,14	0,10	9	1939—46	0,96	0,10	64
					1947—49	1,28	0,17	1				
					в) Алдано-Зейский подрайон							
Алдан — г. Томмот	1931—34	0,89	0,11	84	1935—38	1,10	0,11	18				
	1939—48	0,91	0,07	90	1949—52	1,17	0,11	7				
	1953—55	0,78	0,13	97	1956—60	1,18	0,10	4				
Зея — уроч. Зейские Ворота	1931—34	0,69	0,17	98	1935—38	1,28	0,17	6	1949—54	1,01	0,13	50
	1939—48	0,81	0,11	97	1955—60	1,33	0,14	2				
					11. Яно-Колымский район							
Яна — г. Верхоянск	1936—41	0,83	0,13	90	1942—45	1,22	0,16	9	1955—60	0,93	0,13	70
	1946—48	0,73	0,18	94	1949—54	1,27	0,14	4				
Алдан — мост Уруюк-Кумах	1939—41	0,90	0,13	77	1948—54	1,15	0,09	5	1942—47	1,01	0,09	44

	1955—60	0,88	0,07	96	1950—54	1,11	0,08	10				
Колыма — п. Усть-Среднекан	1933—37	0,79	0,10	98	1938—47	1,16	0,07	2	1957—60	0,92	0,13	72
	1948—49	0,58	0,16	99	1950—56	1,07	0,09	20				
12. Чукотский район												
Пыркакай — устье руч. Песцового	1942—48	0,83	0,13	96	1949—51	1,38	0,20	4	1952—56	0,92	0,16	68
	1958—60	0,84	0,20	78	1957	1,88	0,35	2				
Амгуема — устье руч. Шумного	1952—56	0,85	0,10	94	1949—51	1,15	0,13	13	1944—48	1,00	0,10	49
					1957	1,30	0,22	5	1958—60	0,99	0,13	51
13. Охотско-Камчатский район												
Мая — с. Чабда	1947—50	0,76	0,13	98	1937—46	1,08	0,08	16	1935—36	0,96	0,18	56
	1957—60	0,89	0,13	80	1951—56	1,11	0,10	14				
Сугой — 3,2 км ниже впадения р. Омчикчан	1948—49	0,66	0,18	98	1950—56	1,13	0,09	8	1941—47	1,05	0,09	28
	1957—60	0,87	0,12	86								
Хасын — Колымское шоссе	1947—49	0,63	0,18	99	1950—56	1,11	0,12	18	1942—46	1,06	0,14	32
									1957—60	1,00	0,16	48
Камчатка — с. Ключи	1944—49	0,93	0,04	92	1937—43	1,03	0,04	27	1931—36	0,98	0,04	65
					1950—56	1,06	0,03	12	1957—60	0,96	0,05	65
14. Приморский район												
Бурея — с. Каменка	1931—35	0,84	0,10	95	1936—43	1,06	0,08	22				
	1944—54	0,94	0,07	80	1955—60	1,17	0,09	4				
Иман — п. Картун	1943—54	0,92	0,08	84	1931—42	1,06	0,08	22				
					1955—60	1,21	0,12	5				
Уссури — ст. Кировская	1943—54	0,89	0,07	95	1931—42	1,09	0,07	10	1955—60	1,04	0,09	32

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Характеристики фаз различной водности рек СССР в межень

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Европейская часть СССР												
1. Северо-Западный район												
а) северный подрайон												
Кола — 1429-й км Окт. ж. д.	1937—60	0,96	0,06	75	1929—36	1,17	0,11	7	1921—28	0,95	0,10	70
Кемь — с. Подужемье	1937—60	0,88	0,07	96	1926—36	1,26	0,10	1				
б) южный подрайон												
Луга — ст. Толмачево	1936—60	0,87	0,09	93	1921—35	1,22	0,12	4				
Пярну — д. Орекюла	1933—60	0,78	0,10	99	1921—32	1,51	0,16	1				
Вента — г. Кулдига	1933—60	0,92	0,05	95	1921—32	1,19	0,08	1				
2. Центральный район												
а) северный подрайон												
Сула — д. Коткина	1931—47	0,90	0,08	90	1929—30	1,22	0,25	20				
	1959—60	0,82	0,25	75	1948—58	1,14	0,10	10				
Пинега — с. Кулогоры	1921—22	0,63	0,35	85	1923—32	1,22	0,16	10	1959—60	0,88	0,35	60
	1933—46	0,63	0,13	99	1947—58	1,33	0,14	2				
Печора — с. Троицко-Печорск	1921—22	0,77	0,24	85	1923—32	1,21	0,11	3				
	1933—42	0,73	0,10	99	1943—58	1,12	0,08	8				
	1959—60	0,54	0,24	99								

б) центральный подрайон													
Сясь — д. Яхново	1933—51	0,80	0,10	98	1921—32	1,12	0,13	20					
	1959—60	0,58	0,31	95	1952—58	1,45	0,17	1					
Сухона — д. Рабаньга	1921	0,67	0,42	78	1952—60	1,32	0,14	2	1922—29	1,04	0,15	40	
	1930—51	0,87	0,09	93									
Унжа — г. Макарьев	1930—51	0,74	0,12	99	1922—29	1,39	0,21	4	1921	0,62	0,59	70	
	1959—60	0,58	0,42	85	1952—58	1,56	0,22	1					
в) южный подрайон													
Зап. Двина — г. Витебск	1921	0,29	0,48	98	1922—33	1,24	0,14	5	1959—60	0,89	0,34	60	
	1934—51	0,78	0,11	98	1952—58	1,28	0,18	5					
Волга — г. Старица	1921—25	0,83	0,15	88	1926—33	1,21	0,12	5	1959—60	1,00	0,24	50	
	1934—51	0,86	0,08	97	1952—58	1,25	0,13	3					
Клязьма — г. Владимир	1921—22	0,34	0,29	99	1952—58	1,44	0,15	1	1923—34	1,06	0,12	30	
	1935—51	0,86	0,10	92					1959—60	0,98	0,29	50	
Березина — г. Бобруйск	1921—25	0,90	0,14	75	1926—34	1,19	0,10	3					
	1935—55	0,90	0,07	92	1956—58	1,27	0,18	8	1959—60	1,02	0,02	50	
Десна — г. Брянск	1921—25	0,80	0,16	90	1926—34	1,29	0,12	1	1959—60	0,92	0,25	60	
	1935—51	0,87	0,08	95	1952—58	1,12	0,13	15					
3. Восточный район													
Вятка — г. Киров	1930—41	0,75	0,12	99	1923—29	1,45	0,16	1	1921—22	0,92	0,30	60	
	1951—60	0,79	0,13	96	1942—50	1,23	0,14	5					
Уфа — г. Караидель	1921—24	0,79	0,26	78	1925—29	1,78	0,23	1					
	1930—40	0,71	0,16	97	1941—48	1,21	0,18	15					
	1949—60	0,88	0,15	78									
Белая — г. Стерлитамак	1921	0,25	0,62	95	1922—29	1,57	0,22	1					
	1930—40	0,66	0,19	98	1941—48	1,24	0,22	15					
	1949—60	0,84	0,18	80									

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Б. Черемшан — г. Мелекесс	1935—40	0,55	0,17	99	1941—48	1,51	0,15	1				
	1949—60	0,68	0,12	99								
Илек — г. Актюбинск	1939—40	0,62	0,29	92	1941—49	1,30	0,14	3				
	1950—60	0,82	0,12	95								
4. Юго-Западный район												
а) западный подрайон												
Стырь — г. Луцк	1935—39	0,69	0,19	96	1921—22	1,66	0,30	3	1923—30	0,98	0,15	50
	1943—60	0,87	0,10	90	1931—34	1,12	0,21	25				
					1940—42	1,75	0,26	1				
Синюха — с. Синюхин Брод	1927—31	0,82	0,20	80	1923—26	1,32	0,22	8	1921—22	0,94	0,32	50
	1950—55	0,85	0,18	80	1932—34	1,33	0,26	10	1935—49	1,00	0,12	50
	1957—60	0,65	0,22	98	1956	2,49	0,45	1				
Ингулец — с. Могиловка	1935—39	0,69	0,27	90	1931—34	1,66	0,30	3	1926—30	0,84	0,27	70
	1943—55	0,78	0,17	90	1940—42	1,73	0,35	3				
	1957—60	0,47	0,30	98	1956	3,45	0,61	1				
б) восточный подрайон												
Сула — г. Лубны	1935—60	0,69	0,12	99	1929—34	2,26	0,25	1	1921—28	1,08	0,22	50
Ворона — с. Чутановка	1931—60	0,87	0,05	99	1923—30	1,51	0,11	1	1921—22	0,92	0,21	65
Чир — ст-ца Обливская	1921—23	0,78	0,30	75	1924—32	1,30	0,18	5				
	1933—51	0,74	0,12	99	1952—60	1,17	0,18	20				
Сал — ст-ца Батлаевская	1933—40	0,45	0,38	96	1924—32	1,37	0,36	15	1921—23	0,59	0,63	70
	1943—55	0,58	0,30	94	1941—42	2,68	0,77	5				
					1956—60	2,17	0,49	3				

Азиатская часть СССР

5. Северо-Сибирский район

Уса — с. Петрунь [1]	1940—46	0,84	0,13	90	1931—39	1,10	0,11	20				
					1947—51	1,33	0,15	2	1952—60	1,01	0,11	45
Гравийка — г. Игарка	1938—46	0,88	0,11	86	1947—52	1,32	0,13	1				
	1953—60	0,90	0,08	90								

6. Центрально-Сибирский район

а) западный подрайон

Северная Сосьва — Сосьвинская культбаза	1940—52	0,87	0,07	97	1953—60	1,17	0,08	2	1931—39	1,04	0,08	30
Пур — п. Самбург	1940—51	0,96	0,04	79	1952—60	1,06	0,05	12	1931—39	1,00	0,05	49
Турухан — факт. Янов Стан	1940—50	0,82	0,12	94	1931—39	1,15	0,13	13	1951—60	1,07	0,13	28

б) центральный подрайон

Кеть — с. Максимкин Яр	1931—52	0,76	0,11	99	1953—60	1,65	0,19	1				
Б. Пит — б. Брянка	1931—50	0,89	0,05	99	1951—60	1,21	0,07	1				
Нижняя Тунгуска — с. Подволошино	1931—45	0,84	0,07	99	1946—60	1,16	0,07	2				

в) восточный подрайон

Вилюй — с. Сунтар	1940—53	0,91	0,05	97	1954—60	1,20	0,06	1	1931—39	0,99	0,06	56
Витим — г. Бодайбо	1939—48	0,83	0,07	99	1931—38	1,05	0,07	23				
					1949—60	1,11	0,06	4				

[1] Река Уса по характеру циклических колебаний стока отнесена к рекам Северо-Сибирского района.

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Иркут — с. Смоленщина	1939—48	0,85	0,06	99	1931—38	1,07	0,07	16				
					1949—60	1,08	0,05	6				
Шилка — г. Сретенск	1939—55	0,81	0,09	99	1931—38	1,32	0,13	1				
					1956—60	1,14	0,17	20				
7. Западно-Сибирский район												
а) Зауральско-Казахстанский подрайон												
Тавда — г. Тавда	1951—60	0,72	0,30	82	1943—50	1,48	0,33	9	1931—42	0,91	0,27	60
Тура — г. Тюмень	1931—41	0,78	0,25	81	1942—50	1,67	0,27	2				
	1951—60	0,64	0,26	93								
Исеть — с. Мехонское	1931—41	0,75	0,19	92	1942—50	1,55	0,21	1				
	1951—60	0,79	0,20	85								
Омь — г. Калачинск	1931—36	0,37	0,45	96	1937—50	1,71	0,30	2				
	1951—60	0,37	0,35	99								
Тобол — г. Кустанай	1931—40	0,54	0,21	99	1941—50	1,68	0,21	1				
	1951—60	0,79	0,21	84								
Ишим — г. Петропавловск	1931—40	0,67	0,20	96	1941—50	1,15	0,20	22				
	1951—57	0,77	0,23	84	1958—60	2,12	0,36	1				
Чидерты — свх. Экибастуз	1931—40	0,51	0,27	98	1941—50	1,63	0,26	2	1951—60	0,86	0,27	67
б) Васюганский подрайон												
Васюган — с. Васюган	1931—40	0,64	0,17	99	1941—60	1,18	0,12	8				
Тым — с. Напас	1931—42	0,72	0,10	99	1943—60	1,19	0,08	1				
Кия — г. Мариинск	1931—40	0,85	0,10	94	1941—60	1,08	0,07	12				

Алей — с. Хабазино	1931—37	0,81	0,16	89	1938—50	1,14	0,12	13				
	1951—57	0,71	0,16	98	1958—60	1,51	0,24	3				
Томь — г. Томск	1931—34	0,84	0,14	88	1935—42	1,24	0,10	11				
	1943—45	0,86	0,16	80	1946—48	1,16	0,16	16				
	1949—60	0,89	0,08	92								
Бирюса — д. Сполох	1931—34	0,93	0,07	83	1935—41	1,13	0,06	2				
	1942—45	0,92	0,07	87	1946—47	1,08	0,10	21	1948—60	0,97	0,04	72
9. Прибайкальский район												
Илим — с. Сотниково	1942—45	0,74	0,11	99	1946—49	1,28	0,11	1	1931—41	1,00	0,07	49
									1950—60	0,99	0,07	54
Лена — с. Грузновка	1943—45	0,87	0,13	83	1931—42	1,04	0,06	25				
	1950—60	0,90	0,07	92	1946—49	1,24	0,11	2				
Киренга — с. Шорохово	1939—44	0,91	0,04	99	1945—49	1,15	0,05	1	1931—38	1,02	0,04	34
									1950—60	0,97	0,03	72
10. Оленек-Колымский район												
Оленек — с. Сухона	1946—60	0,83	0,05	99	1937—45	1,15	0,05	1				
Колыма — п. Усть-Среднекан	1948—60	0,72	0,18	95	1933—47	1,25	0,16	7				
11. Чукотский район (меженный сток не подсчитывался)												
12. Охотско-Камчатский район												
Камчатка — с. Ключи									1931—47	0,98	0,02	65
									1948—60	1,02	0,03	34
13. Алдано-Буреинский район												
Алдан — г. Томмот	1931—34	0,84	0,11	93	1935—37	1,15	0,13	13	1938—49	0,98	0,06	62
	1954—56	0,82	0,13	92	1950—53	1,12	0,11	14				
					1957—60	1,13	0,11	12				

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Зея — уроч. Зейские ворота	1931—34	0,74	0,17	95	1935—37	1,23	0,20	13	1931—34	1,04	0,14	35
	1938—47	0,83	0,11	95	1948—51	1,20	0,17	13				
	1952—54	0,76	0,20	90	1955—60	1,33	0,14	2				
Бурея — с. Каменка	1938—45	0,78	0,10	99	1935—37	1,26	0,16	6				
	1952—53	0,70	0,19	96	1946—51	1,11	0,11	16				
					1954—60	1,10	0,10	16				
14. Сихотэ-Алиньский район												
Иман — п. Картун	1931—38	0,92	0,08	84	1939—45	1,13	0,08	6	1950—60	1,02	0,07	38
	1946—49	0,87	0,11	89								
Уссури — ст. Кировская	1956—60	0,76	0,15	96	1939—45	1,16	0,12	10	1931—38	0,94	0,12	68
					1952—55	1,25	0,16	7	1946—51	0,93	0,13	70

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Характеристика фаз различной водности годового стока рек зарубежных стран

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Западная Европа												
I. Северо-Восточный район												
Вуокса — Иматра	1908—21	0,92	0,06	91	1901—07	1,14	0,09	7	1955—60	1,01	0,10	45
	1937—54	0,87	0,06	99	1922—36	1,15	0,06	1				
Кюми-Йоки — Калкинен	1908—21	0,88	0,08	94	1901—07	1,14	0,11	11	1955—60	1,01	0,12	45
	1937—54	0,86	0,07	98	1922—36	1,22	0,08	1				

Оулу-Йоки — Вала	1908—16	0,92	0,08	83	1901—07	1,10	0,09	12	1949—60	0,96	0,07	71
	1937—48	0,85	0,07	99	1917—36	1,12	0,05	1				
Кеми-Йоки — Тайвалкоски	1911—16	0,93	0,08	81	1917—36	1,06	0,04	7				
	1937—47	0,84	0,06	99	1948—58	1,13	0,06	2				
	1959—60	0,73	0,14	98								
II. Скандинавский район												
Луле-Эльв — Тронгсфорс	1908—19	0,95	0,03	95	1920—38	1,05	0,03	4	1901—07	0,99	0,04	65
	1939—50	0,98	0,03	75								
Онгерман-Эльв — Форсмо	1909—17	0,90	0,06	95	1918—29	1,13	0,05	1				
	1930—42	0,92	0,05	95	1943—53	1,08	0,05	6				
	1954—57	0,90	0,09	89								
Индальс-Эльв — Эстерсунд	1908—20	0,92	0,04	98	1901—07	1,06	0,05	12	1928—42	0,99	0,04	60
	1947—57	0,95	0,04	89	1921—27	1,10	0,05	3				
					1943—46	1,15	0,07	2				
Даль-Эльв — Норслунд	1901—19	0,95	0,05	84	1920—31	1,12	0,07	5	1932—38	1,00	0,09	49
	1939—47	0,94	0,08	77								
Венерн-Гета-Эльв — Сьеторп	1901—07	0,93	0,09	78	1908—13	1,15	0,10	8	1932—39	0,99	0,08	54
	1914—23	0,92	0,08	83	1924—31	1,22	0,09	1				
	1940—49	0,82	0,08	99	1950—55	1,16	0,10	6				
	1956—57	0,80	0,17	88								
Гломма — Лангнес	1901—05	0,90	0,10	84	1906—10	1,20	0,10	3				
	1911—23	0,89	0,06	97	1924—39	1,10	0,06	5				
	1940—48	0,90	0,07	92	1949—50	1,17	0,15	14				

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Логен — Лосна	1901—05	0,90	0,07	92	1924—39	1,08	0,04	3	1906—10	1,04	0,07	28
	1911—23	0,94	0,04	93	1949—50	1,19	0,11	5				
	1940—48	0,94	0,05	88								
III. Центрально-Европейский район												
Висла — Варшава	1943—60	0,94	0,06	84	1937—42	1,22	0,11	2	1921—36	0,98	0,06	62
Эльба — Дечин	1901—09	0,90	0,10	83	1910—27	1,11	0,07	7	1955—60	1,06	0,12	30
	1928—36	0,80	0,10	98	1937—42	1,39	0,12	1				
	1943—54	0,84	0,09	97								
Влтава — Прага	1901—09	0,85	0,12	90	1910—27	1,10	0,09	14				
	1928—36	0,78	0,12	97	1937—42	1,53	0,15	1				
	1943—54	0,81	0,11	97	1955—60	1,11	0,15	22				
Майн — Швейнфурт	1929—36	0,91	0,11	79	1937—42	1,29	0,13	2	1911—28	1,04	0,08	30
	1943—55	0,89	0,09	87								
Дунай — Штейнкремс	1901—09	0,89	0,06	97	1910—27	1,09	0,04	1				
	1928—35	0,90	0,06	96	1936—45	1,09	0,05	4				
	1946—53	0,89	0,06	97	1954—60	1,05	0,06	20				
Дунай — Оршова	1901—09	0,93	0,07	84	1910—17	1,16	0,07	2	1918—27	1,00	0,06	50
	1928—35	0,91	0,07	90	1936—42	1,18	0,08	2	1955—60	1,04	0,08	30
	1943—54	0,88	0,06	98								
Жиу — Подарь	1943—52	0,77	0,11	99	1939—42	1,56	0,18	1	1928—38	0,95	0,11	
					1953—60	1,08	0,13	25				
Яломица — Слобозия	1928—38	0,90	0,13	77	1939—42	1,70	0,22	1				

Темза — Теддингтон	1901—09 1942—60	0,76 0,92	0,12 0,08	98 83	1910—41	1,12	0,06	3						
Рейн — Базель	1901—09 1942—57	0,94 0,95	0,05 0,04	89 89	1910—41	1,04	0,03	9						
Сена — Париж	1942—56	0,83	0,10	96	1927—41	1,17	0,10	5						
Луара — Монжан	1901—09 1942—56	0,76 0,75	0,14 0,11	97 99	1910—41	1,18	0,07	1						
Гаронна — Мас. д. Анжэ	1942—56	0,78	0,08	99	1927—41	1,22	0,08	1						
Рона — Тэйль	1942—56	0,87	0,06	98	1927—41	1,13	0,06	2						
Адда — Фуентес	1901—10 1942—60	0,82 0,90	0,08 0,06	99 96	1911—41	1,12	0,05	1						
V. Южно-Европейский район														
Эбро — Сарагоса	1912—29	0,74	0,11	99	1930—41	1,39	0,13	1						
Тахо — Вила-Велна	1901—09 1920—36	0,88 0,88	0,14 0,10	80 89	1910—19	1,32	0,13	1						
Сегура — Мурсия	1912—15 1928—40	0,64 0,82	0,21 0,12	97 94	1916—27	1,32	0,12	1						
Зарубежная Азия														
I. Северный Китай														
Сунгари — Харбин	1901—28	0,75	0,09	99	1929—60	1,22	0,08	1						
Хуанхэ — Шань-Сянь	1920—32	0,80	0,08	99	1933—57	1,10	0,05	3						

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
II. Юго-Восточный Китай и Япония												
Янцзы — Ханькоу	1901—05	0,94	0,07	80	1906—21	1,06	0,04	7				
	1922—29	0,91	0,05	97	1930—38	1,10	0,05	3				
	1939—47	0,91	0,05	97	1948—54	1,12	0,06	3				
	1955—60	0,87	0,06	99								
Цяньтанцзян — Тилилун	1938—45	0,84	0,10	95	1946—55	1,08	0,09	18	1930—37	1,06	0,11	28
Синьаньцзян — Лотунху	1938—47	0,84	0,10	95	1930—37	1,08	0,11	22				
					1948—55	1,12	0,11	15				
Сицзян — Учжоу	1901—06	0,90	0,08	90	1907—24	1,08	0,05	6	1925—36	1,01	0,06	43
	1937—46	0,91	0,06	93	1947—52	1,21	0,08	1				
	1953—60	0,84	0,07	99								
Тоне — Ивамото	1939—46	0,86	0,05	99	1919—23	1,08	0,06	10	1924—38	1,00	0,04	50
					1947—56	1,07	0,04	4				
III. Индокитай и Индостан												
Красная — Сон-Тай	1903—36	0,97	0,03	82	1937—52	1,08	0,04	3				
	1953—55	0,92	0,11	76								
Меконг — Вьентьян	1915—36	0,94	0,04	93	1937—52	1,16	0,05	1				
	1953—59	0,82	0,08	99								
IV. Ближний Восток												
Евфрат — Хит	1930—37	0,76	0,11	99	1938—54	1,15	0,07	2				
	1955—60	0,90	0,13	77								
	1924—37	0,78	0,07	99	1907—23	1,11	0,07	7				

(данных недостаточно)

СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

I. Аляска (данных недостаточно)

II. Береговые хребты Тихоокеанского склона

Фиш-Крик — Кетчикан	1916—30	0,95	0,04	89	1931—40	1,14	0,05	1				
	1941—60	0,97	0,04	77								

III. Сьерра-Невада

Сакраменто-Ред — Блафф	1917—37	0,74	0,09	99	1901—16	1,32	0,11	1				
	1944—60	0,93	0,10	75	1938—43	1,27	0,18	8				
Фетер — Оровилл	1918—37	0,72	0,11	99	1902—17	1,29	0,12	1				
					1938—43	1,29	0,20	8	1944—60	0,95	0,12	65
Кингс — Пиедра	1918—36	0,78	0,12	97	1901—17	1,25	0,12	3				
	1944—60	0,81	0,12	95	1937—43	1,28	0,19	8				

IV. Северная часть Скалистых гор и юго-западная часть Канады

Колумбия — Те-Далс	1929—45	0,86	0,05	99	1901—28	1,03	0,04	24				
					1946—60	1,11	0,05	2				
Сев. Саскачеван — Эдмонтон	1929—46	0,87	0,06	99	1912—28	1,09	0,06	7				
					1947—60	1,05	0,06	16				
Боу — Банф	1935—48	0,90	0,03	99	1911—34	1,04	0,03	8				
					1949—60	1,04	0,04	16				

V. Центральная часть Скалистых гор, Плато Прерий, Великая и Центральная равнины

Миссисипи — Клинтон	1921—41	0,84	0,06	99	1901—20	1,15	0,06	1				
	1954—60	0,85	0,10	94	1942—53	1,12	0,08	8				

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы				Фазы средней водности			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сидар — Сидар-Рапидс	1921—42	0,83	0,09	97	1903—20	1,16	0,10	6				
	1953—60	0,70	0,16	98	1943—52	1,32	0,14	2				
Гумбольдт — Палисейд	1923—41	0,68	0,16	98	1912—22	1,22	0,21	15				
	1953—60	0,71	0,25	89	1942—52	1,52	0,21	15				
Миссури — Форт-Бентон	1901—06	0,91	0,12	78	1907—28	1,15	0,06	1				
	1929—41	0,69	0,08	99	1942—53	1,07	0,08	19				
	1954—60	0,87	0,11	89								
Снейк — Хайс	1929—42	0,83	0,06	99	1911—28	1,10	0,05	3	1953—60	0,96	0,08	68
					1943—52	1,08	0,07	13				
Арканзас — Пуэбло	1901—04	0,87	0,16	79	1905—30	1,14	0,06	1				
	1931—40	0,74	0,10	99	1941—49	1,13	0,11	13				
	1950—60	0,85	0,10	98								
Ред-Ривер — Александрия	1929—40	0,87	0,11	88	1941—50	1,28	0,12	2				
	1951—60	0,87	0,12	86								
VI. Южная часть Скалистых гор												
Колорадо — Гленвуд-Спрингс	1931—60	0,85	0,06	99	1904—30	1,17	0,06	3	1901—03	0,95	0,18	59
Колорадо — Лесс Ферри	1931—60	0,86	0,06	99	1913—30	1,21	0,08	1				
Рио-Гранде — Эмбудо	1901—04	0,64	0,21	97	1905—24	1,25	0,09	1				
	1925—47	0,77	0,09	99	1948—60	1,13	0,12	15				
VII. Мексиканское нагорье												
Хила — Соломон	1943—60	0,74	0,14	98	1917—42	1,18	0,12	8				

Томбигби — Лерой	1931—43	0,92	0,09	79	1944—51	1,26	0,12	2	1929—30	1,12	0,23	29
	1952—60	0,85	0,11	92								
Аппалачикола — Чаттахучи	1931—42	0,92	0,09	81	1929—30	1,42	0,21	3				
	1950—60	0,84	0,09	97	1943—49	1,28	0,11	1				
Саванна — Огаста	1926—27	0,72	0,23	90	1928—30	1,41	0,19	3	1931—42	1,00	0,10	49
	1950—60	0,82	0,10	97	1943—49	1,18	0,12	8				
IX. Западные склоны Аппалачской возвышенности												
Огайо — Метрополис	1940—48	0,89	0,10	86	1929	1,21	0,30	23	1930—39	0,97	0,10	60
					1949—52	1,38	0,15	1	1953—60	0,94	0,11	70
Камберленд — Картадж	1924—26	0,85	0,16	82	1923	1,26	0,28	18	1930—39	0,96	0,09	64
	1940—48	0,84	0,09	97	1927—29	1,43	0,16	1	1953—60	0,96	0,10	64
					1949—52	1,26	0,14	4				
Теннесси — Чаттануга	1924—26	0,77	0,12	98	1901—23	1,08	0,04	5	1930—39	0,96	0,06	74
	1940—48	0,82	0,07	99	1927—29	1,26	0,12	2				
	1953—60	0,94	0,07	80	1949—52	1,54	0,10	1				
X. Восточные склоны Аппалачской возвышенности												
Мерримак — Лоуренс	1904—32	0,88	0,04	99	1901—03	1,18	0,13	9				
					1933—60	1,10	1,10	1				
Делавэр — Риджелсвилл	1907—32	0,94	0,04	94	1933—60	1,06	0,04	7				
Саскуиханна — Гаррисберг	1909—34	0,94	0,05	88	1901—08	1,12	0,07	5	1935—60	1,02	0,04	30
Потомак — Пойнт оф Рокс	1909—34	0,93	0,04	96	1901—08	1,23	0,08	7	1935—60	1,0	0,04	50
СЕВЕРНАЯ АФРИКА												
I. Субтропический												
Боу Селам — Боу-Бирек	1922—27	0,68	0,19	97	1914—21	1,15	0,17	19				
	1937—51	0,84	0,12	92	1928—36	1,24	0,16	8				
					1952—60	1,11	0,16	23				

Река — пункт	Маловодные фазы				Многоводные фазы			
	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$	годы	$K_{ср\,n}$	$C_{v\,n}$	$P\%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
II. Пустынный (данных нет)								
III. Тропический								
а) западный подрайон								
Нигер — Куликоро	1907—22	0,87	0,07	97	1923—36	1,19	0,07	1
	1937—50	0,94	0,07	80	1951—55	1,28	0,12	2
Черная Вольта — Сенги	1937—51	0,92	0,10	79	1952—60	1,13	0,12	15
б) восточный подрайон								
Тана — Камбуру	1932—57	0,95	0,06	80	1908—31	1,05	0,06	20

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

Глава 1. Краткий обзор исследований многолетних колебаний стока рек СССР 9

Глава 2. Материалы наблюдений и приемы исследования циклических колебаний стока 18

Глава 3. Исследование циклических колебаний стока рек СССР . 44

Глава 4. Теснота связи стока рек СССР 72

Глава 5. Районирование территории СССР по синфазности циклических колебаний стока 84

Глава 6. Циклические колебания годового стока рек зарубежных стран 100

Глава 7. Асинфазность стока рек СССР и зарубежных стран . . 135

Заключение 146

Литература 151

Приложения:

1. Характеристика фаз различной водности годового стока рек СССР 156

2. Характеристика фаз различной водности рек СССР в межень . . . 164

3. Характеристика фаз различной водности годового стока рек зарубежных стран 170

КУЗИН ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ

Циклические колебания стока рек северного полушария

Отв. редактор *Андреянов Владимир Георгиевич*
Редактор *Л. А. Чепелкина*
Худ. редактор *И. Н. Кошаровский*
Техн. редактор *Г. В. Ивкова*
Корректор *О. Д. Рейнгеверц*

Сдано в набор 25/XI-69 г. Подписано к печати 13/IV-70 г.
Бум. тип. № 1 60×90¹/₁₆. Бум. л. 5,625. Печ. л. 11,25.
Уч.-изд. л. 12,15. Тираж 1000 экз. М-12167. Индекс ГЛ-226
Гидрометеорологическое издательство.
Ленинград, В-53, 2-я линия, д. № 23.
Заказ № 755. Цена 85 коп.

Ленинградская типография № 8 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Ленинград. Прачечный пер., д. № 6