

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ЗАГОТОВОК СССР

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

557.49

В 76

К. П. ВОСКРЕСЕНСКИЙ

канд. географ. наук



СТОК В ЮЖНОМ ЗАВОЛЖЬЕ  
И  
ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Под редакцией

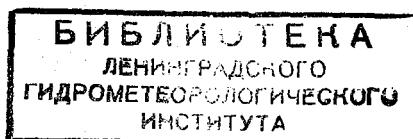
докт. техн. наук

проф. Д. Л. СОКОЛОВСКОГО



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛЕНИНГРАД • 1953





## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение . . . . .	4
Краткая физико-географическая характеристика территории . . . . .	5
Гидрографическая сеть . . . . .	9
Гидрологическая изученность территории . . . . .	13
Уровень рек и временных водотоков . . . . .	14
Зимний режим . . . . .	17
Средний многолетний и годовой сток . . . . .	19
Колебания годовых величин стока . . . . .	45
Внутригодовое распределение стока . . . . .	56
Максимальные расходы воды . . . . .	70
Литература . . . . .	96

## В В Е Д Е Н И Е

Строительство оросительных и обводнительных систем для орошения южного Заволжья, освоения пустынных и полупустынных районов северной части Прикаспийской низменности в связи с широким развитием в них животноводства и земледелия, обводнения и орошения Сарпинской низменности, Черных земель и Ногайской степи предусматривает использование для этой цели водных ресурсов р. Волги в комплексе с водами местного стока.

В настоящей работе приводятся основные результаты работ Государственного гидрологического института (ГГИ) по изучению стока и методам его расчета в Заволжье, Сарпинской низменности, Черных землях, Ногайской степи и районах Прикаспия, выполненных в течение 1950—1952 гг. по заданиям ряда водохозяйственных организаций.

При составлении этой работы использованы все материалы наблюдений над режимом рек и других водоемов, произведенных на сети гидрометстанций и постов Гидрометеорологической службы, а за более ранний период и других ведомств. По некоторым рекам приводятся данные до 1950 г.

Изучение стока в рассматриваемых районах (преимущественно в Заволжье) начато сравнительно давно, с конца прошлого столетия. Исследования рек до Великой Октябрьской революции производились в основном Отделом земельных улучшений Министерства земледелия и гидротехническим бюро уездных земств. Гидрологические исследования этого периода велись без плана, преимущественно после ряда неблагоприятных для сельского хозяйства засушливых лет, и прекращались вскоре после окончания засух. Поэтому результаты гидрологических наблюдений за этот период отрывочны и не всегда надежны.

Более планомерные исследования по изучению стока рек Заволжья были начаты после Великой Октябрьской социалистической революции, в период первых пятилеток. Нижневолгопроектом в связи с составлением проекта орошения этой территории. Результаты этих работ дали более полное представление о стоке на рассматриваемой территории. В дальнейшем экспедиционные исследования стока в южном Заволжье и Прикаспийской низменности были произведены Ленгипроводхозом и Ленинградским филиалом Гидропроекта.

На основании этих работ, производившихся в порядке творческого содружества с ГГИ, были уточнены основные характеристики стока в южном Заволжье и Прикаспийской низменности. В частности, была произведена оценка степени искусственной зарегулированности стока гидротехническим сооружениям в пределах рассматриваемой территории и уточнены расчетные величины максимальных расходов воды.

Раздел настоящей работы «Максимальный сток» составлен канд. техн. наук Г. А. Алексеевым.

## КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ

В настоящем очерке рассматривается гидрологический режим постоянно текущих рек, временных водотоков и озер в пределах территории, ограниченной с севера линией г. Хвалынск — г. Чкалов, с юга — побережьем Каспийского моря от устья р. Урала до устья р. Кумы и склонами Ставропольской возвышенности, с запада — р. Волгой до г. Сталинграда, водораздельной линией, проходящей по возвышенности Ергени и далее по Ставропольской возвышенности, с востока — р. Уралом.

По географическому ландшафту указанная территория делится на четыре резко отличающиеся части: Сыртовое Заволжье, Прикаспийскую низменность, возвышенность Ергени и Кумо-Манычскую впадину.

Северная часть территории — Сыртовое Заволжье — расположено в пределах отрогов возвышенности Общий Сырт: Мелового Сырта, Синего Сырта, Среднего Сырта и Каменного Сырта.

Общий Сырт является водораздельной возвышенностью между реками, принадлежащими к бассейнам р. Волги, бессточных Камыш-Самарских озер, Чижино-Дюринских разливов и системы р. Урал. Отроги Общего Сырта являются частными водоразделами между притоками основных рек южного Заволжья. В западной, приволжской части Сыртовое Заволжье переходит в однообразную волнистую равнину, в пределах которой расположены низовья рек Еруслана, Большого Карамана и Большого Иргиза.

На северо-востоке, в верховьях р. Самары, высоты Общего Сырта доходят до 357 м абр., а к западу, в верховьях р. Бузулук, достигают 288 м абр. На водоразделе р. Б. Иргиз высоты доходят до 259 м абр. (гора Макаровские Шишки). В среднем в бассейне р. Б. Иргиз и верховьях р. Еруслан высоты колеблются от 160 до 100 м абр., понижаясь в приволжской части до 10—15 м абр. Южная граница Сыртового Заволжья, представляющая уступ к Прикаспийской низменности, характеризуется абсолютными высотами 60—70 м.

Сыртовое Заволжье в западной, приволжской части представляет волнистую равнину, переходящую восточнее линии г. Пугачев — г. Ершов в область сыртов, рассеченную глубокими речными долинами, балками и оврагами, местами значительно размытую современными водными потоками. Высота водоразделов в редких случаях превышает 165 м. Глубина речных долин колеблется от 6—15 м в верховьях до 30—40 м в низовьях.

На южном склоне Общего Сырта распространены известняки, мергели и глины мелового и третичного возрастов. Основной поверхностью породой здесь являются послетретичные бурые и коричневые плотные глины, носящие название «сыртовых», которые в приволжской части Сыртового Заволжья сменяются толщами глинистых песков.

Непосредственно с юга к Сыртовому Заволжью примыкает Прикаспийская низменность, имеющая общее понижение к Каспийскому морю.

В северной ее части преобладают высоты около 20 м абсолют. Наиболее низкая часть низменности имеет отрицательные отметки; так, близ дельты р. Волги отметки равны —20, —24 м абсолют.

Прикаспийская низменность представляет собою совершенно плоскую бессточную равнину, сложенную молодыми рыхлыми песками и глинами позднего четвертичного (хвалынского) возраста, подстилаемыми мощными слоями осадочных пород — морскими глинами, суглинками и песками верхнего третичного и четвертичного возрастов.

Рельеф заволжской части Прикаспийской низменности отличается чрезвычайным однообразием. Эрозионные формы — речные долины, балки и овраги — почти отсутствуют. Имеющиеся балки сосредоточены преимущественно по берегу р. Волги, в долинах р. Еруслана и его притока — р. Торгуна, а также на побережьях некоторых озер. В остальной части низменности имеются лишь бессточные понижения — падины и западины.

Суглинистая равнина северной части Прикаспийской низменности далее к югу переходит в сплошные пески — Рын-пески, с перевеянными подвижными барханными, бугристо-барханными и грядово-лощинными песками, обязанными своим происхождением отложениям древних рек, владавших в Каспийское море. Постоянной гидрографической сети в этом районе нет.

Северо-восточная часть Прикаспийской низменности представляет первичную поверхность морской равнинны, преобразованной стоком временных, теряющихся в песках, «слепых» рек: Большого Узеня, Малого Узеня, Кушума, Горькой, Дюры, Чижей и других, менее значительных, берущих начало на склонах Общего Сырта.

Низовья названных рек нередко, соединяясь между собой, образуют обширные пространства, изборожденные многочисленными неглубокими и плоскими рукавами — ериками и лиманами. Долины временных рек неширокие. Водораздельные пространства плоские, с небольшими возвышенностями и холмами.

Для Прикаспийской равнины характерны также плоские понижения в рельефе — падины, иногда значительные по размерам, заполняемые весенними талыми снеговыми водами, образующими так называемые «разливы», а иногда небольшие блюдцеобразные впадины — «западины». В понижениях располагаются многочисленные типичные соленые или горько-соленые озера, часто переходящие в солончаки и соленые грязи («соры» и «хаки»). Большое число понижений занято временными озерами, образующимися в период весеннего стока и затем полностью высыхающими.

Ергени являются продолжением Приволжской возвышенности. Ширина их колеблется от 20 до 50 км. Высота с северной, наиболее высокой части равна 120—160 м абсолют. Восточный склон резко обрывается в Прикаспийскую низменность, западный — полого понижается к р. Дону. Долины рек и балок восточного склона отличаются небольшой длиной, прямолинейным направлением, большими уклонами, ничтожным разветвлением и крутизной склонов. Водность потоков, стекающих с восточного склона Ергеней, увеличивается с юга на север.

В северных балках нередко протекают постоянные водотоки, питающиеся подземными водами и оканчивающиеся в низменной степи устьевыми озерами. Южные балки обычно заканчиваются слепыми устьями или разливаются по степи, образуя болота, переходящие в солончаки.

Слоны Ставропольского плато, с которых стекает в пределах Кумо-Манычской впадины р. Калаус и другие, менее значительные реки, сложены делювиальными и лессовидными суглинками и расчленены неглубокими (15—25 м) балками с широким дном и пологими склонами.

Почвенный покров в южном Заволжье и Прикаспийской низменности представлен преимущественно темно- и светлокаштановыми разностями. На высоких ровных местах распространены южные («бедные») черноземы. В понижениях и прирусловых участках почвы засолены, местами переходят в типичные солонцы. По механическому составу большая часть почв южного Заволжья относится к глинистым и суглинистым разностям. В приволжской части, западнее р. Еруслан, почвы песчаные. В пустынных районах Прикаспийской низменности почвы представлены песчаными и супесчаными сероземами.

Растительный покров южного Заволжья и Прикаспийской низменности характеризуется степной и полупустынной растительностью. На севере простирается полоса ковыльно-разнотравной степи, к югу переходящая в ковыльно-типчаковую, южнее широты г. Новоузенска в свою очередь сменяющуюся полынно-злаковой полупустыни.

Большие лиманы и разливы покрыты луговой растительностью с густыми зарослями пырея, а солонцы — зеленой полынью и пр.

В пустынных районах растительный покров сильно разрежен. Здесь встречаются полукустарники — полынники, прутняк и пр. Значительно развиты также эфемерные растения (тюльпаны, лук и пр.), быстро заканчивающие вегетацию после окончания весны.

В климатическом отношении рассматриваемая территория относится к континентальным районам, с холодной малоснежной зимой и сухим жарким летом. Зимой эта территория находится под воздействием западного отрога Сибирского антициклона и господствующими являются ветры восточной четверти. При отступании антициклона на восток, на периферии его происходит усиление юго-восточных ветров, вызывающих нередко зимой снежные бураны, а весной, когда пустыни Средней Азии довольно сильно нагреты, ветры приносят сухой теплый воздух, вызывающий засухи, быстрое таяние снега и, как следствие, высокие короткие паводки на реках.

Правобережье р. Волги менее континентально, чем Волго-Уральское междуречье.

Летом рассматриваемая территория находится под воздействием отрогов Азорского антициклона, расположенного над Европой. При такой синоптической обстановке господствующими являются западные ветры, несущие влагу. Однако нередко в теплую часть года в Прикаспийской низменности устанавливается антициклональное положение, при котором господствуют сухие юго-восточные ветры из пустынь Средней Азии и Казахстана, часто переходящие в суховеи. Наибольшая повторяемость суховеев наблюдается в центральной и восточной частях Волго-Уральского междуречья. Большая нагретость летом территории южного Заволжья и Прикаспийской низменности мало способствует образованию и выпадению летом осадков.

Испарение здесь очень велико. Почти все осадки, выпадающие летом, быстро испаряются и только незначительная часть их успевает просочиться в почву. Запасы воды в почве пополняются главным образом за счет осенних и зимних осадков.

Сток в реках происходит почти исключительно в весенний период. После окончания весеннего стока почва вскоре просыхает почти на всю глубину промачивания. Растительность сохнет, степь выгорает. Реки прекращают течение, разбиваясь на отдельные плесы, разобщенные сухими перекатами. Озера сильно мелеют, лиманы полностью высыхают. Испарение с открытой водной поверхности колеблется от 800—900 мм в бассейне р. Б. Иргиз до 1000—1100 мм — в районе Камыш-Самарских озер и в верховьях р. Сал, а на побережье Каспийского моря оно снова уменьшается до 900—800 мм.

Сухая и жаркая погода летом, почти в течение 7 месяцев, с конца апреля до конца октября, здесь обычное явление.

Средняя температура воздуха в январе колеблется от  $-14,6^{\circ}$  в г. Уральске до  $-10^{\circ}$  у г. Стalingрада и  $-6,6^{\circ}$  у г. Степного. В июне средняя температура воздуха достигает  $21-24^{\circ}$ . Средний суточный минимум температуры воздуха составляет  $-34^{\circ}$ , а абсолютный минимум достигает  $-46^{\circ}$ .

Максимальные температуры воздуха наблюдаются в июле—августе и достигают  $36-44^{\circ}$ . Наиболее высокие значения температуры отмечаются на юге Прикаспийской низменности.

Зима в Заволжье продолжительная и устойчивая, длится 4—5 месяцев. Оттепели довольно редки. В юго-западной части Прикаспийской низменности и в бассейне р. Сал в некоторые годы с конца января — начала февраля возможны оттепели.

Средние даты перехода температуры воздуха через  $0^{\circ}$  весной падают на конец марта — начало апреля. Отдельные заморозки могут быть в течение всего апреля.

Весенний подъем температуры воздуха может быть очень быстрым, что вызывает интенсивное таяние снега и бурное начало весеннего половодья.

Средняя продолжительность теплого (безморозного) периода колеблется от 150 дней в с. Озинки до 173 дней в с. Калмыково. Средние даты осеннего перехода температуры воздуха падают на первую половину ноября. Наиболее ранние заморозки были отмечены в г. Уральске 4/IX, а в г. Стalingраде — 27/IX.

Средняя дата устойчивого промерзания почвы приходится на период 20/XI—1/XII. Полное оттаивание почвы в среднем наступает в период с 1 по 10/IV.

Годовое количество осадков колеблется от 350 мм на севере, в Заволжье, и на юго-западе, в Сальских степях, до 150 мм на побережье Каспийского моря.

В годовом ходе осадков наблюдается два максимума: первый — в июне и второй — в ноябре—декабре. В отдельные годы суммы месячных осадков не только превышают средние величины, но даже иногда месячные осадки составляют половину или  $2/3$  годовых осадков. Поверхностный сток в основном определяется запасами влаги, которые накапливаются за зиму в снежном покрове.

Устойчивый снежный покров в среднем устанавливается во второй декаде ноября; окончательный сход его в Заволжье происходит в последних числах марта — начале апреля, а в бассейне р. Сал в некоторое годы — даже в конце февраля.

Устойчивый снежный покров бывает далеко не на всей территории; южнее границы: низовья р. Урал — верховья р. Сал, — он наблюдается менее, чем в половине всех зим.

На севере, несмотря на большую высоту снежного покрова, полный сход снега происходит в течение 1—5 дней; на юге Прикаспийской низменности продолжительность снеготаяния вследствие повторного выпадения снега увеличивается до 15 дней.

Средние запасы воды в снеге колеблются от 80 мм на северо-востоке, в бассейне р. Б. Иргиз, до 20 мм на побережье Каспийского моря (рис. 1).

Количество осадков в теплую половину года (апрель—октябрь) в среднем колеблется от 200 мм в бассейне р. Б. Иргиз до 150 мм на широте Камыш-Самарских озер. Южнее последних осадки за теплую половину года составляют около 125 мм. Суточные максимумы осадков в южном Заволжье и Прикаспийской низменности могут достигать 80—100 мм, однако повторяемость таких максимумов очень мала.

Средняя продолжительность выпадения осадков зимой равна 5—7 час., летом — 1—2 часам. Летние дожди весьма кратковременны и носят преимущественно ливневой характер.

Число бездождных дней очень велико — от 230 до 270. Продолжительность бездождных периодов может достигать двух месяцев. В сред-

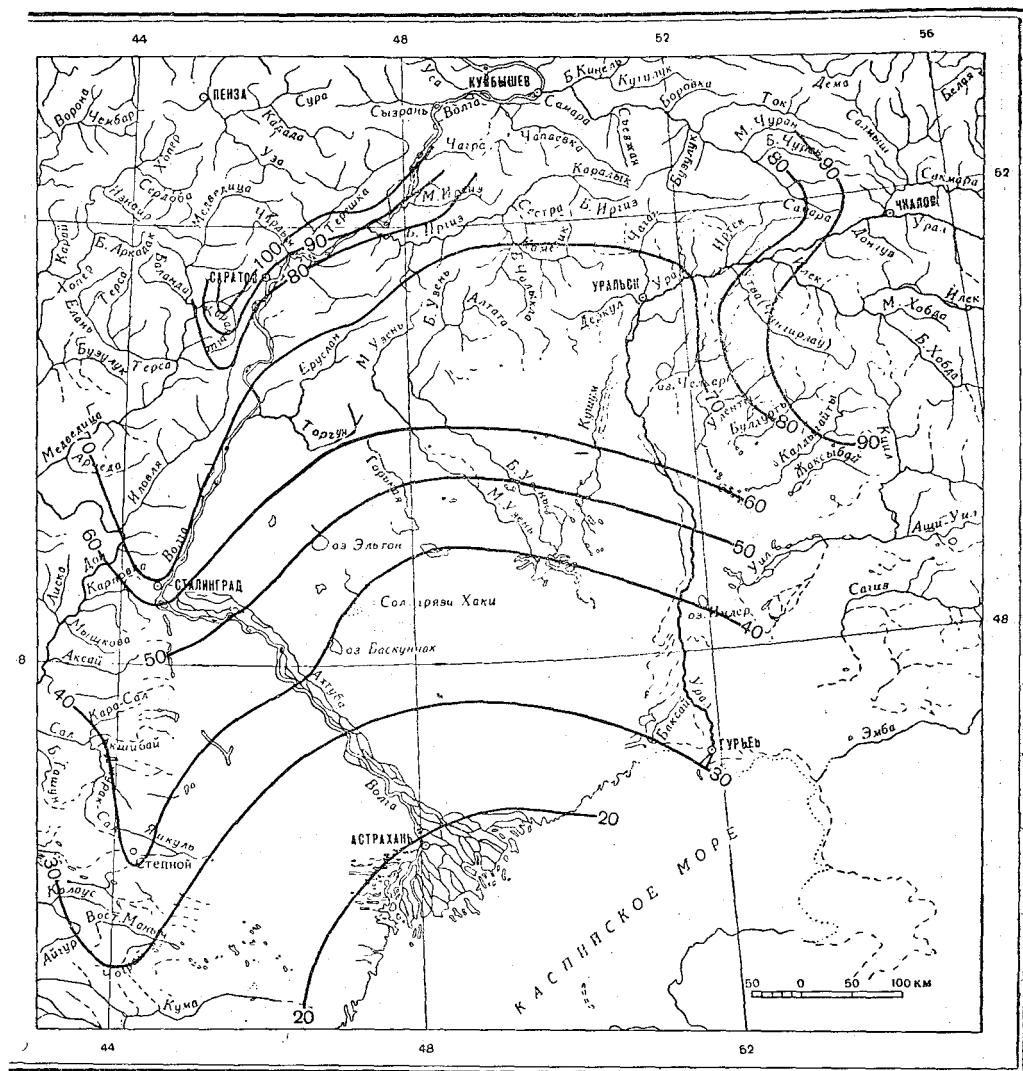


Рис. 1. Средний многолетний запас воды в снежном покрове (в мм).

нем один раз в 5 лет в бассейнах рр. Б. Иргиза и Сала бывают бездождевые периоды до 25 дней, а в Прикаспийской низменности, в низовьях р. Б. Узень, — до 35 дней.

## ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ СЕТЬ

Гидрографическая сеть Сыртowego Заволжья, возвышенности Ергени и Прикаспийской низменности различна по своему характеру.

Сравнительно хорошо расчлененному рельефу и относительно более влажному климату Сыртового Заволжья соответствует более значитель-

ная густота речной сети, балок и оврагов. Однако наиболее густая речная и овражно-балочная сеть имеется в пределах возвышенности Ергени.

В Прикаспийской низменности, обладающей очень несложным геологическим строением, почти полным отсутствием расчлененности рельефа и меньшим количеством осадков, рек чрезвычайно мало. Балки, в которых сток наблюдается только весной, приурочены главным образом к долинам немногочисленных рек; встречаются они также в районе озер Эльтон и Баскунчак. Восточный склон Ергеней прорезан короткими долинами рек и многочисленными балками, заканчивающимися в пределах Прикаспийской низменности слепыми концами или разливами, образующими озера и болота, которые нередко превращаются в солончаки. Более типичны для Прикаспийской низменности многочисленные озера, образующиеся в бессточных понижениях, наполняемых весенним стоком. Размер таких понижений и соответственно озер колеблется в значительных пределах — от 1 до 10 км<sup>2</sup> и более. В весенний период многие озера соединяются, образуя большие водоемы.

Озера рассматриваемого района до настоящего времени изучены недостаточно. Даже общее количество водоемов может быть установлено лишь приближенно. Кроме того следует иметь в виду, что число озер в значительной части территории изменчиво. Многие озера являются блуждающими, меняющими место и форму; иногда такие озера, засыпаемые песчаными барханами, совсем исчезают, а в местах выдувания появляются новые. Некоторые озера, показанные на картах, превратились в солончаки и исчезли совершенно.

Распределение озер по территории неравномерно, наибольшее количество их расположено южнее 50-й параллели.

В зависимости от количества воды, ежегодно поступающей в весенний период, озера имеют различную степень минерализации — от пресных до соленых, самосадочных. Минерализация воды меняется также в течение года, в зависимости от высыхания водоема. Пересяхдающие соленые или горько-соленые озера часто переходят в соленые грязи («хаки») или солончаки — сухие или мокрые. Пресные озера сосредоточены преимущественно на севере, западе и юго-западе рассматриваемой территории, а также в поймах степных рек. Образование пресных озер в указанных районах связано с наличием поверхностного стока.

Пресные озера представлены лиманами Заволжья, мелкими пойменными озерами и старицами р. Волги и других рек, полупресными Сарпинскими озерами, системой Камыш-Самарских озер в низовьях рр. Б. и М. Узень и р. Кушум. Последние озера, однако, к концу лета усыхают и становятся солоноватыми.

Наиболее пресные озера расположены в низовьях рек, стекающих с Общего Сырта.

Периодически пресные озера, образующиеся вследствие заполнения плоских впадин весенним стоком, в Заволжье носят название лиманов. Высохшие лиманы используются как сенокосные угодья и являются источником образования пресных грунтовых вод.

Особенно много лиманов встречается в районе так называемых «разливов» весеннего стока небольших речек, стекающих с Общего Сырта (Чижка 1-й, 2-й, 3-й и Дюра).

Площади лиманов непостоянны и зависят от величины весеннего стока в году; обычно они занимают от нескольких квадратных метров до 0,5 га.

Из числа разливов наиболее значительными являются Чижинские и Дюринские (Восточные и Западные). Центральная, пониженная, в большую часть лет бессточная область междуречья Б. Узень — Кушум (Уральский), расположенная южнее склонов Общего Сырта, занята огромными заливающими луговыми пространствами — Чижинскими раз-

ливами. Восточнее и западнее от них расположены Дюринские разливы. На юге Чижинские разливы переходят в Балыктинские разливы.

В весенние периоды многоводных лет вся система разливов соединяется между собой, образуя огромное, залитое водой пространство, и дает сток через р. Мухор в Камыш-Самарские озера. Чижинские разливы представляют собой понижение до 1—4 м, шириной до 90—100 км, разделенное в северной части на две системы: собственно Чижинскую и Дюринскую, резко сужающиеся к югу до 20—30 км и переходящие почти в меридиональном направлении, южнее оз. Балыкта, в полосу Балыктинских разливов, протяжением 80—90 км. Вся система разливов на юге заканчивается небольшой группой пересыхающих Балыктино-Кушумских озер, соединенных в многоводные годы р. Мухор с системой Камыш-Самарских озер. Территория Чижинских разливов представляет собой суглинистую равнину с многочисленными мелкими западинами и небольшими буграми. Широкое распространение имеют также более значительные бессточные понижения — лиманы, различных размеров и формы, заполняемые весенними талыми водами. Нередко в этих понижениях скапливаются грунтовые воды, обычно сильно засоленные.

Бессточность лиманов в засушливые годы способствует процессу постепенного засоления почв — образованию солончаков, о чем можно судить по смене растительных ассоциаций, отмеченных при обследовании Чижинских разливов И. В. Ларином в 1923—1924 гг., новыми, более солелюбивыми ассоциациями растений, обнаруженными в 1951 г. при обследовании разливов экспедицией Академии наук СССР.

Основным источником питания Чижинских и Дюринских разливов является весенний сток рек, стекающих с южного склона Общего Сырта. Гидрографическая сеть этого района хорошо развита и представлена целым рядом небольших речек, берущих начало на водоразделе возвышенности (высотой 100—150 м абсолют.). и растекающихся при выходе на равнину (высота 10—20 м абсолют.).

Помимо вод, сбрасываемых речками, стекающими со склонов Общего Сырта, существенную роль в питании разливов имеют местные талые снеговые воды, так как наличие здесь пониженных форм рельефа способствует накапливанию снега, сдуваемого ветром с окружающих возвышенностей. Наибольшей силы ветры в этом районе достигают в зимне-весенний период, с преобладающими восточными направлениями.

Площадь Чижинских разливов, по данным И. И. Филимонова и И. В. Ларина, составляет 240 тыс. га, причем из них на заболоченные участки, покрытые камышом, приходится до 48 тыс. га, т. е. около 20%.

Камыш-Самарские озера представляют собой систему бессточных водоемов, расположенных в низовьях рек Б. и М. Узень и занимающих общее пространство не менее 200 км в окружности.

Весенние воды указанных рек наполняют эти озера лишь до конца мая. В многоводные годы в них происходит сброс воды с территории Чижино-Дюринских и Балактинских разливов, а также из системы р. Кушум.

Камыш-Самарские озера являются примером блуждающих озер: очертания их неопределенны и сильно меняются в течение года и в разные годы. Размеры отдельных озер достигают 4 км, глубины не превышают 2,5 м. По последним данным, площадь Камыш-Самарских озер и их объем увеличиваются в связи с наступлением периода влажных лет [13].

В правобережной части Прикаспийской низменности, южнее г. Красноармейска, расположена цепь озер, приуроченных к общему понижению рельефа степи, сначала в южном, а затем в юго-восточном направлении, и носящих общее название Сарпинских.

Питание Сарпинских озер происходит в основном за счет весеннего стока; в это время озера разливаются на 10—15 км и соединяются друг

с другом протоками, образуя подобие реки. Наиболее значительным из этой группы является оз. Сарпа, длиною до 30 км, при ширине 1,5 км и глубине 1,5 м. Площадь озера сильно меняется в зависимости от времени года и смены влажных и засушливых лет. Озеро полностью пересыхало в 1873, 1893, 1904, 1906, 1921 и 1948 гг.

Кроме указанных групп, озера встречаются в бассейнах рек Сала, Маныча и Кумы. Большая часть из них расположена в долинах рек. Преобладающим типом здесь являются бессточные озера. Размеры их в отдельные годы сильно меняются.

Высыхающие соленые или горько-соленые озера в Прикаспийской низменности часто переходят в соленые грязи (хаки) или солончаки — сухие или мокрые. Солончаки встречаются преимущественно в южной части Прикаспийской низменности, между бугристыми песчаными образованиями. Для низменности характерны также такыры, т. е. лишенные растительности более или менее обширные, затвердевшие глинистые пространства, образующиеся после высыхания временных озер.

Основную гидрографическую сеть рассматриваемой территории Сыртowego Заволжья составляют реки: Самара (верховья), ее левобережные притоки — рр. Бузулук (с притоком — р. М. Чеган), Съезжая и реки, впадающие в р. Волгу: Чапаевка, Чагра, М. Иргиз, Б. Иргиз [с притоками — рр. Б. Глушица, Карамык, Сестра, Камелик (с притоками — рр. Таловая, Солдатка, Солянка, Б. Чалыкла)], Б. Кушум, М. Кушум, Б. Караман, Еруслан (с притоками — рр. Торгун и Бизюк).

Нижнее течение р. Еруслан и его приток р. Торгун полностью находятся в пределах Прикаспийской низменности.

Характерными особенностями гидрографической сети Сыртowego Заволжья являются асимметрия водосборов и широкие речные долины с асимметричными склонами. Ширина долины р. Самары в среднем ее течении равна 10—12 км; ширина долины р. Б. Иргиз выше с. Большие Глушицы равна 2—3 км, ниже, до впадения р. Камелик, — 5—6 км, а в нижнем течении — местами до 10—15 км.

У р. Самары наиболее развиты правобережные притоки, у р. Б. Иргиз — левобережные.

В пределах рассматриваемой территории Прикаспийской низменности протекают р. Еруслан (нижнее течение) с притоком — р. Торгун, р. Горькая, р. М. Узень с притоком — балкой Багырдай, р. Б. Узень, рр. Чиж 2-й, Чиж 1-й, Дюра (западная и восточная), р. Кушум. В нижнем течении р. Урал от нее отходят ее рукава — Багырдай, Нарынка, Баксай, имеющие течение в период половодья на р. Урал, вследствие перелива стока из последнего. Верховья рр. Б. Узень, М. Узень, Чижей и Дюры находятся на склонах Общего Сырта, где они получают основное питание. В пределах Общего Сырта в р. Б. Узень впадают ее основные притоки — рр. Алтата и Чертанла.

В пределах возвышенности Ергени, с ее западных склонов, берет начало р. Сал, образующаяся от слияния рек Джурюк-Сал и Кара-Сал. Бассейн верхнего течения р. Сал представляет собой степную, равнинную местность, пересеченную притоками р. Джурюк-Сал (рр. Цеклиту, Булукту, Средняя Булукту, Сухая Булукту), рр. Пандесал, Загисту и притоками р. Кара-Сал (рр. Сухой Сал и Ектибай). Непосредственно в р. Сал впадает также большое число балок, имеющих сток только в периоды снеготаяния и исключительно интенсивных дождей.

С северо-восточного склона Ставропольской возвышенности в Прикаспийскую низменность стекает р. Кума с притоками — рр. Мокрый Карамык, Томузловка и Мокрая Буйвола.

Со Ставропольской возвышенности в долину р. Восточного Маныча стекают также рр. Чограй и Калаус с притоками — рр. Грачевкой (с. р. Мутнянкой), Айгур и балкой Малой Горькой.

Река Калаус доходит до р. Восточного Маныча только в исключительно многоводные годы. Низовья р. Кумы теряются в песках Прикаспийской низменности, однако в некоторые многоводные годы воды реки доходят до Каспийского моря.

К наиболее значительным рекам, стекающим с восточного склона Ергеней, относятся р. Яшкуль с притоком — р. Элистой, рр. Гашун-Бурзага, Аршань-Зельмен, Ельмата, Большая и Малая Тингута.

## ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ

Наблюдения над стоком в пределах рассматриваемой территории производились в 76 пунктах.

Территориально пункты наблюдений располагаются неравномерно. Наибольшее число их находится в северной и западной частях территории, в бассейне р. Волги и ее притоков — рр. Самары, Б. Иргиза, Еруслана, а также в бассейне р. Сал и на склонах Ергеней. Наименьшее количество пунктов приходится на южную, восточную и западную части Прикаспийской низменности, на бессточный бассейн Камыш-Самарских озер и бассейн р. Урал.

Таким образом, наиболее изученным в гидрологическом отношении следует считать Сыртовое Заволжье, а наименее — южную, восточную и западную части Прикаспийской низменности.

Основной особенностью условий стока в пределах рассматриваемой территории, влияющей на методику и точность подсчета стока, является наличие на реках постоянных и временных плотин, обычно ежегодно размываемых в начале весеннего половодья и вновь восстанавливаемых на его спаде. Эти плотины создают подпор, влияющий на точность гидрометрических работ, особенно в начале и конце половодья.

Некоторая часть стока после окончания половодья остается в многочисленных прудах, созданных на реках. В маловодные годы в южной части территории весенний сток может быть полностью зарегулированным в прудах. В средний по водности год в прудах остается обычно 2—3%, а в отдельных районах территории — до 15—16% годового стока.

В устьевых участках рек, впадающих в р. Волгу, подпорные явления, распространяющиеся далеко вверх по течению (на десятки и сотни километров), наблюдаются при прохождении половодья на р. Волге.

Весьма характерным для рек рассматриваемой территории является неустойчивость их русел, ежегодно сильно размываемых при прохождении половодья или блуждающих по широкой пойме. Последнее весьма характерно для нижних участков рек Прикаспийской низменности.

В летний период русла всех рек сильно зарастают.

Гидрометрические наблюдения в прежние годы, особенно до 1936 г., имели ряд существенных дефектов, из которых наиболее важные: 1) частое отсутствие в наблюдениях сведений о ледовых фазах, 2) измерение расходов воды поплавками без достаточного обоснования принятых переходных коэффициентов от фиктивных расходов к действительным, 3) водомерные наблюдения и измерение расходов воды на пересыхающих реках начинались позднее, а заканчивались ранее фактического окончания периода стока.

Перечисленные причины сильно повлияли на точность подсчета стока. В связи с изменчивостью русла и различной степенью искусственной зарегулированности стока, кривые расхода воды, как правило, строились отдельно для каждого года; для некоторых пунктов, где русло достаточно устойчиво, были построены общие кривые для нескольких лет. Кривые расходов во всех случаях построены графически по всем изменившимся расходам. В отдельных случаях произведена графическая экстра-

поляция кривых до наивысших уровней воды, с учетом направления кривых скоростей течения и площадей живого сечения. На пересыхающих реках нижние части кривых экстраполированы до предполагаемого уровня нулевого расхода. В отдельных случаях, при наличии сильной изменяемости русла, сток подсчитывался по кривым расхода с введением поправок на изменение уровня.

В некоторых пунктах сток подсчитывался путем интерполяции между измеренными расходами. Кривые расходов в таких случаях не строились.

Сток в зимние периоды в большинстве случаев подсчитан по летней

кривой с введением коэффициентов  $K = \frac{Q_{зим}}{Q_{лет}}$ , т. е. отношения измеренного

зимнего расхода к летнему, снятому с кривой при данном уровне.

В ряде случаев для периода до 1936 г. приводятся суммарные величины годового стока, без разделения его по месяцам. Такой прием применен для пересыхающих рек или рек с ничтожно малым стоком в меженный период. Даты начала и конца стока в таких случаях определены ориентировочно путем экстраполяции начала и конца гидрографов до предельно низких или нулевых расходов.

Как показал анализ данных о стоке рек в последний период (после 1940 г.), когда наблюдения производились более тщательно, сток малых рек, считавшихся ежегодно пересыхающими, в действительности очень сильно уменьшается после половодья, но полностью не прекращается. Однако суммарная величина стока таких рек в меженный период ничтожно мала (1—2% и не более 5%) по сравнению с суммарным годовым стоком, что не выходит за пределы обычной точности подсчета стока. Таким образом, годовые величины стока, приведенные для периода до 1936 г., можно считать полным годовым стоком.

В основном, материалы по стоку рек можно считать более или менее удовлетворительными, в особенности начиная с 1936 г., когда качество гидрометрических работ улучшилось, а сток за отдельные годы, как правило, подсчитывался по расходам, измеренным в данном году.

Сводные данные о стоке рек Сыртowego Заволжья и Прикаспийской низменности, исключая правобережную часть бассейна р. Волги, склоны Ергеней, верховья р. Сал и низовья р. Кумы, по 1933 г. включительно опубликованы Б. Д. Зайковым [8].

Данные о стоке за весь период наблюдений по 1947 г. включительно приводятся в работе К. П. Воскресенского «Сток рек и временных водотоков на территории лесостепной и степной зон Европейской части СССР» [4].

Данные за 1948, 1949 и 1950 гг., а также за другие, ранее пропущенные годы приводятся в обработке Куйбышевского и Ростовского УГМС.

## УРОВЕНЬ РЕК И ВРЕМЕННЫХ ВОДОТОКОВ

Годовой ход уровней рек Сыртowego Заволжья, Прикаспийской низменности и восточного склона Ергеней характеризуется одним резко выраженным максимумом в период весеннего половодья и очень низким уровнем в остальную часть года. В отдельные годы с наступлением заморозков в период снеготаяния или выпадения интенсивных дождей встречаются двух- и даже трехпиковые половодья. Однако такие половодья в условиях климата Сыртowego Заволжья и Прикаспийской низменности не являются характерными. Значительно чаще такой тип половодья встречается на реках, стекающих со склонов Ергеней.

Подъем уровня в период весеннего половодья в годы с наиболее интенсивным снеготаянием происходит очень быстро, достигая порядка нескольких метров в сутки.

Наибольшая интенсивность подъема уровня зависит не только от интенсивности снеготаяния, но и от его продолжительности. Наибольшая продолжительность интенсивного снеготаяния наблюдается в северных районах рассматриваемой территории, т. е. в пределах Сыртового Заволжья, так как в южных районах, в особенности в Прикаспийской низменности, снег исчезает прежде чем наступает период интенсивного таяния, возможного в данном районе. Кроме того, в пределах Сыртового Заволжья более значительные величины подъема уровня в период снеготаяния обусловлены большей расчлененностью рельефа местности и более быстрым стоком талых вод. Довольно интенсивно проходят половодья на реках, стекающих с восточного склона Ергеней, а также в бассейнах рр. Сала и Калауса. Как правило, менее значительные подъемы уровня наблюдаются в низовьях рек, где русла более широкие, а время дебегания стока от области формирования максимума более значительно.

В табл. 1 приведены наибольшие за сутки подъемы уровня, определенные по среднесуточным уровням на реках Волго-Уральского междуречья в 1946 г., который был многоводным в пределах рассматриваемой территории. Еще более значительны приращения уровня, определенные по срочным наблюдениям.

Таблица 1  
Наибольший подъем уровня за сутки весной 1946 г.  
(по среднесуточным уровням)

Река	Пункт	Наибольший суточный подъем уровня	
		дата	величина, см
Самара	с. Ново-Сергиевка . . . . .	7—8/IV	76
Бузулук	с. Байгородка . . . . .	11—12/IV	235
М. Иргиз	с. Селезниха . . . . .	5—6/IV	189
Б. Иргиз	с. Бол. Глушица . . . . .	7—8/IV	318
"	с. Клевенка . . . . .	7—8/IV	470
"	г. Пугачев . . . . .	7—8/IV	217
Камелик	с. Березово . . . . .	7—8/IV	160
Чалыкла	с. Ново-Спасское . . . . .	7—8/IV	237
Б. Караман	с. Озинки . . . . .	7—8/IV	113
Терешка	с. Советское . . . . .	5—6/IV	97
	с. Поповка . . . . .	6—7/IV	166
Чардым	с. Куриловка . . . . .	7—8, 9—10/IV	116
Еруслан	с. Нов. Тарханы . . . . .	6—7/IV	124
	с. Красный Кут . . . . .	6—7/IV	93
М. Узень	с. Песчанка . . . . .	28—29/III	159
Б. Узень	с. Малый Узень . . . . .	7—8/IV	188
Чеган	г. Новоузенск . . . . .	7—8/IV	185
	пос. Каменный . . . . .	9—10/IV	338

В 1932 г. наибольший суточный подъем уровня на р. Камелик у с. Ново-Спасское достигал 6,3 м, а на реках Прикаспийской низменности колебался от 2,5 до 4,5 м.

В южной части Заволжья суточные подъемы уровня рек меньше, что объясняется разливами, площади которых достигают весьма значительных размеров.

Следует иметь в виду, что естественный ход уровня в весенний период в значительной степени нарушается различного рода плотинами, имеющимися на реках рассматриваемой территории. На реках Заволжья

имеется много временных плотин, ежегодно сносимых водой в начале половодья и вновь возводимых в его конце, в целях накопления воды в прудах для орошения и обводнения. В некоторые маловодные годы весной талых снеговых вод едва хватает на наполнение прудов, поэтому подъема уровня почти не бывает.

В меженний период течение во многих реках обычно прекращается даже при наличии небольшого грунтового питания. Реки разбиваются на ряд отдельных плесов или прудов. Поэтому колебания уровня воды в этот период обычно связаны с изменением объема прудов вследствие испарения, фильтрации и изъятия на орошение и водоснабжение. В низовьях наиболее значительных рек, русла которых углубляются до водоносных горизонтов, сток в межень сохраняется.

На некоторых реках, преимущественно протекающих в Сыртовом Заволжье, вследствие попусков из прудов колебания уровня носят зубчатый характер.

Дождевые паводки на реках рассматриваемой территории весьма редки. Так, на р. Самаре летние дождевые паводки бывают в среднем один раз в 4—5 лет. Вероятность появления дождевых паводков и, следовательно, летних подъемов уровня рек уменьшается по мере перехода к югу, в Прикаспийскую низменность. Наибольшая вероятность летних дождевых паводков — в бассейнах рек, стекающих со Ставропольской возвышенности. Бывают также летние дождевые паводки на балках в бассейне р. Сал.

Продолжительные обложные осенние дожди часто способствуют наполнению прудов и, следовательно, некоторому подъему уровня воды. В бассейнах рр. Сала, Калауса и Кумы возможны зимние паводки вследствие продолжительных оттепелей, нередко сопровождающихся дождями.

Минимальное стояние уровня обычно приходится на август—сентябрь.

В зимний период уровень воды в реках в северной части территории относительно выше летнего, что объясняется спадом осеннего дождевого паводка, который на юге обычно не выражен. Поэтому в южных районах уровень воды в реках (вернее, в разобщенных плесах и прудах) зимой почти не отличается от его положения летом.

Амплитуда колебаний уровней воды в реках Сыртowego Заволжья в среднем достигает 7—9 м в верховьях и 4—7 м в низовьях. В отдельных пунктах амплитуда уровня достигает даже 15 м. Амплитуда колебаний уровня рек, стекающих с восточного склона Ергеней, составляет 1—3 м. Значительные амплитуды уровня (8—10 м) наблюдаются на рр. Сал и Калаус. Определенной закономерности в изменении амплитуды колебаний уровня нет как по длине отдельных рек, так и в пределах различных районов рассматриваемой территории.

Продолжительность стояния наиболее высоких уровней невелика — всего несколько дней. Относительно высокие уровни держатся весной в течение 20 дней, иногда до 40 дней. Амплитуда колебаний уровня в остальное время года составляет 0,5—1 м.

Максимальные подъемы уровня временных водотоков составляют 2—3 м в тех районах, где хорошо выражена гидрографическая сеть. В местах, где временные водотоки образуются в пологих ложбинах, как например, на широте Камыш-Самарских озер в Прикаспийской низменности, максимальные подъемы уровня временных водотоков не превышают 1 м. В годы с наиболее интенсивным снеготаянием, при достаточно больших запасах снега, в северной части Прикаспийской низменности, в районах с невыраженной гидрографической сетью, степь покрывается на большом протяжении слоем талой воды. Так, например, по свидетельству Б. Н. Сергеева [16], слой талой воды в 1917 г. к востоку от ж.-д. линии Урбах — Астрахань достигал на протяжении более 20 км

0,75 м. Площадь водосбора, с которого образовалось такое скопление талой воды, составляла приблизительно 300—400 км<sup>2</sup>.

Для южных районов Прикаспийской низменности, как уже указывалось, характерно почти полное отсутствие ясно выраженных тальвегов. Для этой территории характерны плоские впадины, которые и аккумулируют сток талых вод. При исключительно равнинном рельефе водоразделы между отдельными впадинами неясно выражены. Площадь водосбора различных впадин непостоянна и зависит от степени равномерности залегания снежного покрова по территории в том или ином году.

При больших снегозапасах отдельные небольшие западины после поступления талых вод сливаются между собой и дают сток в сторону наиболее значительной и глубокой впадины, которая, таким образом, аккумулирует относительно большее количество стока, чем небольшие впадины.

При небольших снегозапасах весенний сток почти полностью может задержаться в микро-впадинах. По этой же причине непостоянная величина площади водосбора может быть и у рек, протекающих в пределах южной части Прикаспийской низменности. В маловодные годы площадь водосбора их меньше, чем в многоводные.

### ЗИМНИЙ РЕЖИМ

Холодная устойчивая зима с довольно низкими температурами воздуха в пределах Сыртowego Заволжья и Прикаспийской низменности способствует устойчивости зимнего режима рек.

Большая часть рек южных районов этой территории в зимнее время не имеет стока и представляет собой цепь разобщенных перекатами плесов или искусственных прудов, что также обуславливает устойчивый из года в год режим рек в этот период. В Прикаспийской низменности даже довольно значительные реки, как например, Б. и М. Узень, к началу зимы не имеют стока.

Образование заберегов при переходе рек на зимний режим является характерным для рассматриваемого района; осенний ледоход отмечается лишь на некоторых реках, имеющих сток в течение всего года.

Ледоход в бассейнах рр. Самары, Большого Иргиза и других рек начинается в первой декаде ноября. Продолжительность его в среднем составляет 10—15 дней, в отдельных случаях достигая одного и даже двух месяцев (р. Чеган); в некоторые годы, наоборот, бывает очень непродолжительный ледоход, а иногда все реки замерзают без ледохода.

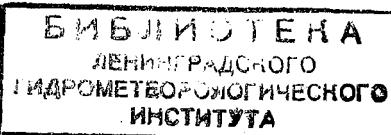
Замерзание прудов в южных районах начинается одновременно с замерзанием рек. Это объясняется тем, что большинство рек осенью представляет собой цепь разобщенных плесов, а на реках с постоянным течением расходы воды и скорости течения настолько незначительны, что не могут существенно задержать образование ледяного покрова. В северных районах разница в сроках замерзания рек и прудов может составлять 2—3 дня.

Средняя продолжительность периода ледостава на разных реках колеблется от 120 до 150 дней.

Наибольшая толщина льда на реках наблюдается в марте; в северных районах (бассейн р. Самары) она составляет 110—160 см, а в южных — 80—100 см (рр. Еруслан, Малый Узень).

Многие реки, имеющие незначительные глубины, к концу особенно суровых зим промерзают до дна; на рис. 2 показаны некоторые характерные профили рек Заволжья в зимнее время.

При промерзании рек только на перекатах в таких местах образуются наледи. Наледи могут образоваться также вследствие попусков из выше-



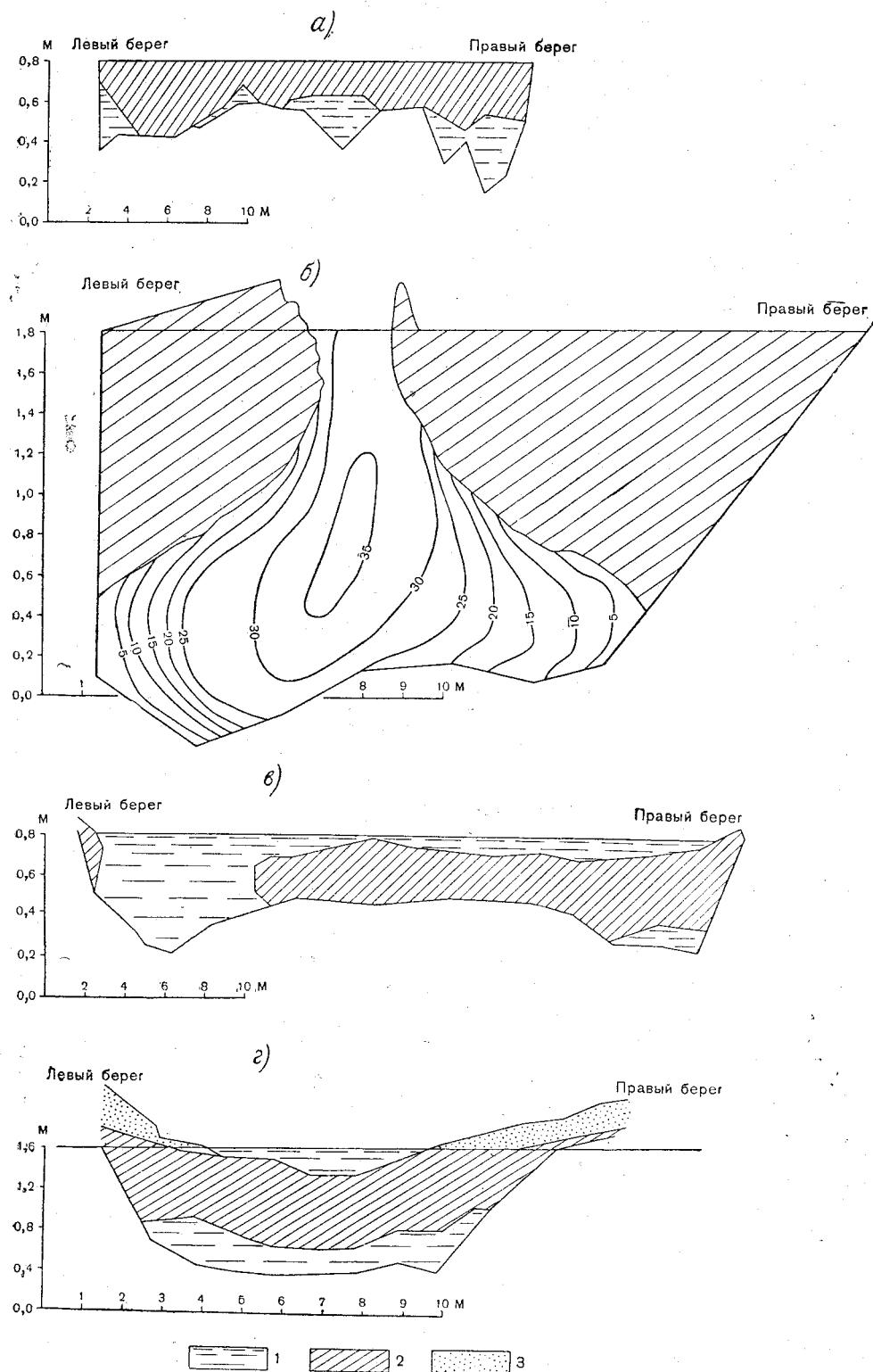


Рис. 2. Характерные поперечные профили малых рек Заволжья в зимний период.  
 а — при ледоставе, б — образование наледи; в русле показаны линии равных скоростей течения (в см/сек.); в — вода поверх льда в начале весны; г — двойной слой воды в начале весны; 1 — вода, 2 — лед, 3 — снег.

расположенных прудов. Толщина льда при наличии наледей более значительна.

По имеющимся данным донный лед на реках Заволжья не обрывается.

Вскрытие рек Заволжья происходит в конце первой — начале второй декады апреля. В юго-западной части Прикаспийской низменности реки вскрываются во второй — третьей декаде марта.

Весенний ледоход, в связи с бурным наступлением весны, проходит довольно быстро, в среднем в течение 2—3 дней, но в отдельные годы на реках северных районов он затягивается на 20—25 дней.

В первую очередь очищаются от льда малые реки. На реках с площадями водосбора до 100 км<sup>2</sup> ледоход в среднем проходит в течение 1—2 дней, а на более крупных реках — 3—8 дней. В некоторые годы весенний ледохода не бывает, лед тает на месте.

Весенний сток малых рек и ручьев, промерзших до дна, начинается поверх льда, который тает на месте; после промыва льда уровень воды в реке резко падает.

Первые подвижки льда часто сопровождаются заторами, обычно образующимися на криволинейных участках рек и перекатах. С дальнейшим увеличением расхода воды заторы разрушаются. Пик весеннего половодья обычно проходит при ледоходе, а в маловодные годы — под ледяным покровом, после чего лед оседает на дно и тает на месте.

В многоводные годы весенне половодье проходит бурно и ледоход сопровождается разрушением берегов и гидротехнических сооружений (неинженерного типа).

Менее устойчивая зима с частыми оттепелями, сопровождаемыми дождями, в пределах юго-западной части территории (бассейны рр. Сала, Кумы, Калауса) является причиной неустойчивости зимнего режима рек и временных водотоков.

Средняя продолжительность осеннего ледохода на реках этого района около 10 дней, наибольшая — 35—40 дней и более; в некоторые годы ледохода совсем не бывает.

Продолжительность ледостава равна 80—100 дням. Река Кума в некоторые годы совсем не замерзает. В связи с оттепелями весенний ледоход неустойчив и длится в среднем 10—20 дней. Наибольшая продолжительность его при затяжных веснах до 40—75 дней. В некоторые же годы ледоход проходит в течение 1—2 дней или же его совсем не бывает; талые воды текут поверх льда, который тает на месте. Вскрытие рек в большинстве случаев наблюдается в середине или конце марта. Наибольшая толщина льда на реках этого района равна 40—50 см.

Эпизодические нарушения зимнего режима временных водотоков возможны в период оттепелей, вызывающих снеготаяние и сток в сухих логах и балках. Наиболее часты зимние паводки на временных водотоках в бассейне рр. Сала, Кумы и Калауса.

## СРЕДНИЙ МНОГОЛЕТНИЙ И ГОДОВОЙ СТОК

Основными факторами формирования стока в пределах Общего Сырта, Прикаспийской низменности, Ергеней и северо-восточного склона Ставропольской возвышенности являются климат и геологическое строение местности. Холодная устойчивая зима, быстро наступающая весна и жаркое сухое лето в основном определяют величину годового стока и его распределение по времени в пределах Общего Сырта и Волго-Уральского междуречья.

Менее устойчивая зима и сухое, жаркое лето в верховьях р. Сал и на склонах Ставропольской возвышенности, а также в пределах Кумо-Манычской впадины являются причиной некоторого отличия в режиме рек этих

районов по сравнению с реками Волго-Уральского междуречья, выражающегося в более повышенном стоке в некоторые зимние месяцы.

Основная часть годового стока в пределах рассматриваемой территории проходит в период весеннего половодья. Геологическое строение местности определяет условия и величину подземного питания реки и потому является показателем соотношения поверхностного и подземного стока. Роль подземного стока в общем годовом уменьшается по мере перехода от северных районов территории к южным. Наиболее значительное подземное питание имеют реки, протекающие полностью в пределах Общего Сырта, как например, рр. Самара, Бузулук; менее значительным подземным питанием располагают реки, берущие начало на склонах Общего Сырта, как например, рр. Большой Иргиз, Еруслан, Большой и Малый Узень; почти совсем не имеют подземного питания нижние участки рек, находящихся в пределах Прикаспийской низменности. Таким образом, доля подземного стока в годовом уменьшается с севера на юг. Соответственно этому меняется соотношение весеннего и годового стока (табл. 2).

Таблица 2  
Соотношение весеннего и годового стока рек Сыртового Заволжья  
и Прикаспийской низменности

Река	Пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Соотношение весеннего и годового стока, в %
Сал	х. Барабанщиков . . . . .	13 730	87
Калаус	с. Петровское . . . . .	4 760	54
М. Тингута	Тингутинская оп.-мелиор. станция . . . . .	160	100
Самара	с. Ново-Сергиевка . . . . .	1 460	70
Бузулук	с. Байгородка . . . . .	1 810	90
М. Иргиз	с. Селезниха . . . . .	2 110	100
Б. Иргиз	с. Клевенка . . . . .	8 140	100
"	с. Березово . . . . .	19 790	92
Камелик	с. Ново-Спасское . . . . .	8 900	96
Б. Караман.	с. Советское . . . . .	3 520	90
Еруслан	с. Песчанка . . . . .	4 200	73
Соленая Куба	Валуйская опытная станция . . . . .	1 130	100
М. Узень	с. Малый Узень . . . . .	3 930	100
Б. Узень	г. Новоузенск . . . . .	7 480	100
Чеган	пос. Каменный . . . . .	4 000	88

Приведенные в табл. 2 данные могут служить для общей характеристики условий формирования стока с больших и малых водосборов в различных районах рассматриваемой территории. Как видно из приведенных данных, весенний сток в пределах Сыртового Заволжья составляет от 70 до 96 % годового стока.

Некоторое отличие в этом отношении имеют реки, принадлежащие к системе р. Сал, где весенний сток составляет 87% годового и, в особенности, реки, стекающие со Ставропольской возвышенности. Так, например, весенний сток р. Калаус составляет 54% годового, что объясняется значительной величиной дождевого стока осенью и в первую половину зимы. К югу, в пределах Прикаспийской низменности, весенний сток уже становится равным годовому. Исключение составляют устьевые участки рек Б. Иргиза и Еруслана, которые имеют достаточно углубленные русла и поэтому получают грунтовое питание.

Таким образом, все реки Прикаспийской низменности, без различия в площади водосбора, являются временными водотоками, так как сток в них наблюдается только в весенний период. Лишь в отдельные годы, вследствие обложных осенних дождей, происходит некоторое наполнение разобщенных плесов водой, а иногда в них даже возобновляется течение. Так, например, в начале октября 1941 г. на р. Б. Узень у г. Новоузенска расход воды был равен  $5 \text{ м}^3/\text{сек}$ . В противоположность этому, в годы с небольшими снегозапасами и недостаточно влажной почвой к моменту таяния, вследствие предшествующей сухой осени, весеннего стока почти не бывает. Это, например, имело место в бассейне р. Б. Узень до г. Новоузенска в 1933 г. и в бассейне р. М. Узень в 1930 и 1933 гг., когда незначительный весенний сток был полностью задержан в плесах и прудах.

В пределах Сыртowego Заволжья наиболее значительные реки имеют сток в течение всего года и, следовательно, являются постоянными водотоками.

На склонах Ергеней и Ставропольской возвышенности постоянное грунтовое питание получают рр. Сал и Калаус. Менее значительные реки и балки или совсем не получают его, или получают в недостаточном количестве и, таким образом, являются временными водотоками с периодическим стоком.

Основное различие между постоянными реками и временными водотоками заключается в том, что русла первых углублены ниже залегания постоянных водоносных горизонтов, а вторых — выше. Как показывают имеющиеся данные, для различных районов глубина эрозионного вреза речных долин увеличивается одновременно с увеличением площади водосбора [4]. Некоторые отклонения от этой общей закономерности объясняются местными особенностями, главным образом геологическим строением отдельных речных водосборов. Устойчивое соотношение весеннего и годового стока наступает при некоторой, определенной для данного климатического района и геологических условий, величине площади водосбора. Для условий Общего Сырта (бассейн р. Самары) устойчивое соотношение весеннего и годового стока наступает при площади водосбора реки около  $1000 \text{ км}^2$ . Поэтому реки с площадью водосбора менее  $1000 \text{ км}^2$  являются в этом районе временными водотоками.

В бассейне р. Сал и рек Кумо-Манычской впадины водотоки с площадями водосбора менее  $10000 \text{ км}^2$  весной сбрасывают 90—100% годового стока. Бесссточный период в свою очередь увеличивается с уменьшением площади водосбора отдельных рек и по мере перехода от северных районов к южным.

Недостаточно продолжительные ряды наблюдений над стоком рек рассматриваемой территории, в большинстве случаев составляющие менее 10 лет, не позволяют установить норму стока непосредственно из данных наблюдений. Поэтому средние величины годового стока за период наблюдений были приведены к многолетнему ряду. Приведение коротких рядов к длительным сделано путем построения графиков связи годовых величин стока в пунктах непродолжительных наблюдений с соответствующими величинами стока в опорных пунктах. В качестве опорного пункта на Волго-Уральском междуречье для приведения стока к многолетней норме была выбрана р. Большой Узень у г. Новоузенска, где имеется 42-летний ряд средних величин стока.

Этот ряд был получен по данным непосредственных наблюдений, с восстановлением пропущенных лет по наблюдениям в других пунктах на р. Б. Узень (с. Александров Гай, Орлов Гай) или на соседних реках — М. Узень (с. Малый Узень) и Соленая Куба (Валуйская опытная стан-

ция). Годовые величины стока рр. Б. Узень и М. Узень за период 1909—1949 гг. приведены в табл. 10 и 11. Несмотря на восстановление величин стока за отдельные годы, приведенные ряды являются единственными для характеристики средней величины и изменчивости годового стока в Прикаспийской низменности.

В бассейне р. Сал наиболее продолжительный ряд средних величин стока имеется по р. Сал у х. Барабанчиков (за 22 года). В юго-западной части территории длительные наблюдения производились на р. Куме у г. Буденновска.

Средние за период и многолетние нормы стока рек рассматриваемой территории приведены в табл. 3.

Распределение речного стока по территории обычно принято изображать в виде карт изолиний. Такой прием позволяет производить географическую интерполяцию величин среднего стока и расчеты его для неизученных или малоизученных речных бассейнов.

Как известно, такие карты стока для Европейской части СССР составлены Д. И. Кочерином (1927 г.), затем Б. Д. Зайковым и С. Ю. Белинковым (1936 г.) и, наконец, снова Б. Д. Зайковым (1946 г.).

Первая карта речного стока, составленная специально для Заволжья, была опубликована в 1935 г. Б. Д. Зайковым [8]. Далее, в 1937 г., Б. И. Скачковым была составлена новая карта стока для этой территории. В 1946 г. Б. Д. Зайковым, в связи с составлением общей карты стока для Европейской части СССР, было произведено уточнение величин стока на рассматриваемой территории, на основе данных более длительных наблюдений. Дальнейшее уточнение карты было сделано в ГГИ в 1949 г. в связи с составлением карты стока на территории лесостепной и степной зон Европейской части СССР [4]. Часть этой карты в пределах рассматриваемой территории приведена на рис. 3. Дополнительно была произведена экстраполяция стока на южные районы Прикаспийской низменности, в связи с чем южнее Камыш-Самарских озер проведена изолиния стока 0,25 л/сек. с 1 км<sup>2</sup>.

Норма стока, по данным непосредственных наблюдений, в пределах Сыртового Заволжья меняется от 2,5 л/сек. на севере до 1 л/сек. на юге (на склоне Общего Сырта); в Прикаспийской низменности величина стока колеблется от 1,5 л/сек. в верховьях рр. Б. и М. Узень, Еруслан до <0,25 л/сек. вблизи побережья Каспийского моря.

Таким образом, градиент стока в пределах территории довольно резко меняется в направлении с северо-запада, от берегов р. Волги у г. Саратова, до побережья Каспийского моря, между гг. Гурьевым, Астраханью и далее к низовьям р. Кумы. В пределах Кумо-Манычской впадины норма стока составляет 0,5 л/сек., имея тенденцию к увеличению на склонах Ставропольской возвышенности.

В Прикаспийской низменности, как указывалось, почти весь сток проходит в весенний период. Следовательно, все реки, без исключения, являются временными водотоками. К северу, в пределах Сыртового Заволжья, к снеговому талому стоку рек с площадью водосбора более 1000 км<sup>2</sup> добавляется некоторая доля подземного стока. Таким образом, на этой территории величина стока с малых и больших водосборов различается на величину подземного стока. Такое же явление наблюдается в бассейнах р. Сал и рек, стекающих со Ставропольской возвышенности. Поэтому расчет стока временных водотоков в пределах Сыртового Заволжья (с площадью водосбора менее 1000 км<sup>2</sup>) и других районов может быть сделан по карте среднего весеннего стока (рис. 4). Величина весеннего стока была определена путем срезки подземного стока на гидрографах [4]. Полученные средние за период наблюдений значения весеннего стока в пределах Волго-Уральского междуречья были приве-

дены к многолетнему ряду по стоку р. Большой Узень у г. Новоузенска. В остальных районах приведение стока произведено по другим пунктам [4]. Средние за период и многолетние нормы весеннего стока приведены в табл. 4.

В пределах Прикаспийской низменности карта весеннего стока (рис. 4) может быть использована для расчета стока всех рек, за исклю-

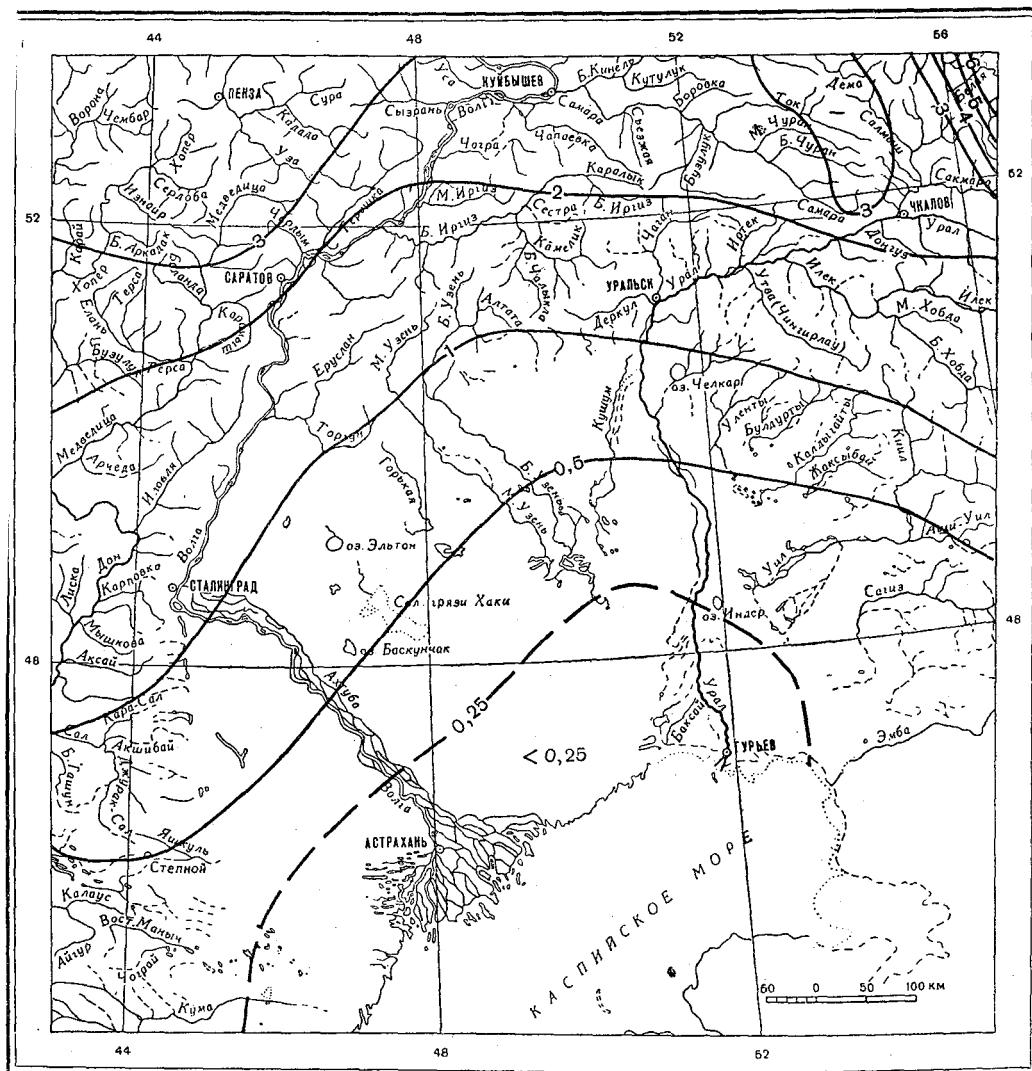


Рис. 3. Средний многолетний сток (без учета зарегулированного стока в прудах и водохранилищах) (в л/сек. с 1 км<sup>2</sup>).

чением низовьев рр. Б. Иргиз, Еруслан и р. Кумы, наравне с картой годового стока (рис. 3). Средний многолетний коэффициент весеннего стока в южной части Прикаспийской низменности равен 0,25, увеличиваясь к северу, примерно на широте г. Новоузенска, до 0,5. При таком градиенте коэффициента весеннего стока его значение у побережья Каспийского моря должно составлять около 0,10—0,15, а средняя величина весеннего стока — около 2—3 мм, т. е. практически весенний сток талых вод в этом районе отсутствует.

Таблица 3

Средние за период наблюдений и многолетние расходы воды и модули стока

Река	Пункт	Координаты		Период наблюдений	Число лет 1	Средний за период		Средний многолетний	
		широта	долгота			расход, м <sup>3</sup> /сек.	модуль стока, л/сек. с 1 км <sup>2</sup>	расход, м <sup>3</sup> /сек.	модуль стока, л/сек. с 1 км <sup>2</sup>
Бассейн р. Дон									
Сал	х. Барабанников	47° 20'	42° 39'	13 730	8 (10)	9,36	0,7	9,36	0,7
Ерик	х. Минаев (Ульянов)	47 32	42 46	182	1928—49	6	1,0	—	—
Реки между Тереком и Волгой									
Кума	х. Золка	44 18	43 51	8 100	1932—41	8 (10)	12,4	1,5	13,0
"	с. Стародубское	44 33	44 02	11 200	1927—41; 1943—49	15 (22)	10,8	1,0	1,6
"	г. Буденновск 2	44 44	44 10	15 470	1926—41; 1943—49	21 (23)	10,7	0,7	1,1
Мокрый Карапыш	с. Владимировка	44 48	44 47	21 590	1929—38	7 (10)	11,2	0,5	—
"	с. Ново-Григорьев	—	—	—	—	—	—	—	—
Томузловка	с. Новоселовка	44 24	43 52	2 030	1940—41; 1949	2 (3)	0,03	0,0	—
Мокрая Буйвола	с. Преображенское	44 44	43 33	3 500	1928—34	7 (1)	—	—	—
Калаус	с. Довуцк	44 57	43 57	2 160	1940, 1941	1 (2)	0,34	0,2	—
"	с. Сергиевское	44 57	42 41	1 600	1932—40; 1948—49	4 (11)	0,72	0,5	—
балка Малая Горькая	с. Петровское	45 20	42 50	4 760	1930—41; 1943—49	12 (19)	2,10	0,5	(0,4)
Ула	с. Воздвиженское	45 49	43 40	9 380	1931—40; 1947—49	3 (13)	2,07	0,2	—
Айгур	с. Сергиевское	44 57	42 41	108	1933—35; 1937—38;	5 (9)	0,020	0,2	—
Янкуль	с. Марьевка	45 05	42 13	276	1940, 1947—49	1	0,40	1,4	—
	совхоз № 11	45 42	43 14	2 050	1949	1	0,2	0,1	—
	выше выделения р. Элисты	46 18	44 50	1 200	1929	1	0,88	0,7	—
Амта-Бургуста	выше владения бал. ки Ара-Икк	47 19	44 34	44	1929	1	0,17	3,9	—
Ельмата	с. Гундурово	47 56	44 38	225	1929	1	0,37	1,6	—
Б. Тинута	гипсокомбинат	48 15	44 34	376	1929—30	2	0,26	0,7	—

Самара	Бассейн р. Волги									
	1901—09; 1912—13; 1916; 1923—24; 1926	160	160	15	15	0,27	1,7	(0,27)	(1,7)	(8,50)
с. Ново-Сергиевка (выше устья р. Ку- вой)	52 06	53 41	1 460	1934—49	16	4,34	3,0	4,80	3,3	151
с. Ново-Сергиевка (ниже устья р. Ку- вой)	52 06	53 38	2 160	1933—34	1 (2) 3	3,38	1,5	—	—	—
с. Первомайское	52 29	53 07	5 970	1933—35	7,06	1,2	—	—	—	—
с. Ельшанка . . .	52 29	52 01	22 500	1891—1906; 1908—13, 1915, 1925—29, 1931—32	46,6	2,1	—	—	—	—
с. Байгородка . . .	52 18	51 57	22 500	1933—49	17	45,2	2,0	54,0	2,4	1 700
с. Андреевка . . .	52 19	51 56	1 810	1933—49	12 (17) 1 (2)	4,06	2,2	3,80	2,1	119
с. Селезниха . . .	52 13	48 40	1 820	1931—32	6,51	3,5	—	—	—	—
с. Большая Глушица (выше плотины)	52 25	50 29	2 110	1931—35; 1937—43; 1945; 1948—49	9 (15)	3,51	1,6	4,00	1,9	126
с. Большая Глушица (ниже плотины)	52 25	50 29	3 680	1927	1	8,80	2,3	—	—	—
с. Клевенка . . .	52 06	49 32	3 680	1933—37	5	2,49	0,7	7,50	2,0	236
с. Березово . . .	51 55	48 29	8 140	1929—30; 1932—38;	8 (11)	8,78	1,1	—	—	—
с. Грачев Куст . . .	52 00	49 49	886	1945; 1948	9 (12)	18,5	0,9	35,5	1,8	1 120
с. Ново-Сласское .	52 00	49 27	8 900	1935—45; 1947	9 (12)	0,42	0,5	—	—	—
пос. Юлдашбаево .	51 41	50 23	1 550	1934—35	2	7,33	0,8	14,0	1,6	442
п. п. Озинки . . .	51 11	49 43	1 92	1945; 1949	1	5,17	3,3	—	—	—
с. Карловка . . .	51 48	49 30	3 230	1947—49	3	0,54	2,8	—	—	—
с. Чалыкла . . .	51 45	49 20	5 95	1933—34	2	0,32	0,1	—	—	—
М. Чалыкла . . .	51 42	48 03	1 640	1932; 1934—35	3	0,22	0,4	—	—	—
Б. Кушум . . .	51 40	46 52	763	1929	1	1,41	1,8	—	—	—
М. Караман . . .	51 27	47 38	718	1927—28; 1931	3	0,70	1,0	—	—	—
Б. Караман . . .	51 27	47 38	718	—	—	—	—	—	—	—

<sup>1</sup> В скобках указано число лет, включая неполные годы наблюдений.

<sup>2</sup> Сток искачен забором воды на орошение.

Река	Пункт	Координаты		Период наблюдений	Число лет 1	Средний за период расход, м <sup>3</sup> /сек.	Средний много-летний расход, м <sup>3</sup> /сек.	Средний много-летний модуль стока, л/сек.	Средний много-летний модуль стока, л/сек.	Средний много-летний объем стока, 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup> /сек.	
		широта	долгота								
Б. Караман	с. Советское (Маринталь) . . .	51° 27'	46° 45'	3 520	1928, 1926—27, 1929, 1931—32; 1934—45; 1947—48	13 (20)	4,68	1,3	5,50	1,6	157
	с. Крутаяровка . . .	51 28	46 40	3 730	1929	1	7,84	2,1	—	—	—
	с. Звонаревка . . .	51 37	46 30	4 090	1935	1	0,94	0,2	—	—	—
Терешка	с. Поповка . . .	52 37	47 50	2 280	1936—37	1 (2)	2,81	1,2	—	—	—
	с. Ульбовка . . .	52 18	47 07	6 820	1934—37	3 (4)	8,70	1,3	—	—	—
	с. Куриловка . . .	52 68	46 54	7 180	1944—49	6	17,6	2,4	—	—	630
	с. Глотовка . . .	51 55	46 37	9 700	1939—42	4	21,3	2,2	—	—	—
Чардым	с. Новые Тарханы .	51 50	46 13	1 420	1937—38	2	1,98	1,4	—	—	—
Курдюм	с. Новая Липовка .	51 41	46 11	983	1937—38	2	1,12	1,1	—	—	—
Курдюм	с. Лебедевка . . .	51 06	47 09	965	1934—35	2	0,64	0,7	—	—	—
Ерслан	с. Константиновка .	50 59	47 04	1 110	1923	1	2,12	1,9	—	—	—
	с. Верхний Ерушан (Лангенфельд) . .	50 57	47 00	1 380	1927—28	2	2,89	2,1	—	—	—
	р. п. Красный Кут .	50 56	46 58	1 410	1931—32; 1934—35	4	2,18	1,6	2,20	1,6	694
	с. Комсомольское (Экейм) . . .	50 45	46 54	2 190	1923, 1924, 1926	3	4,11	1,7	—	—	—
	с. Луговское (Визен-миллер)	50 38	46 31	3 120	1923, 1926	2	4,35	1,4	—	—	—
	с. Старо-Полтавка .	50 29	46 29	4 050	1929	1	7,77	1,9	—	—	—
	с. Песчанка . . .	50 25	46 27	4 200	1933—43; 1948	8 (12)	4,45	1,0	5,85	1,4	184
Соленая Куба	Валуйская опытная станция . . .	50 25	46 33	1 130	1888, 1911, 1921, 1923—30	11	1,59	1,4	1,45	1,3	45,7
Торгун	с. Рудникова . . .	50 05	46 31	2 700	1926; 1929	2	2,46	0,9	—	—	—
Камышинка	с. Карпунино . . .	50 06	45 20	49,2	1934	1	0,032	0,6	—	—	—
Сарна	г. Краснотармейск . .	48 29	44 34	—	1934	1	0,027	—	—	—	—
М. Узень	ст. Ершово . . .	51 20	48 14	103	1935	1	0,048	0,5	—	—	—
	с. Алексашкино . . .	51 00	47 44	1 970	1934—1935	2	0,055	0,3	—	—	—

"	с. Моршанка . . . . .	50	45	47	27	2 610	1914	1	3,78	1,4	4,52	1	142
"	с. Малый Узень . . . . .	50	29	47	37	3 930	1909—50	42	4,52	1,2	—	—	—
"	с. Петропавловка . . . . .	50	15	47	56	4 770	1925—27	3	9,08	1,9	—	—	—
"	с. Мавришка . . . . .	49	24	49	15	816	1934—35	2	0,45	0,5	—	—	—
"	с. Осинов Гай . . . . .	51	06	48	34	1 260	1929—30	2	1,58	1,2	—	—	—
"	с. Осинов Гай (ниже устья р. Алтата) . . . . .	51	06	48	33	5 040	1934—35	2	1,25	0,25	—	—	—
"	с. Трудовое . . . . .	50	56	48	15	5 840	1914—15	2	6,15	1,1	—	—	—
"	г. Новоузенск . . . . .	50	27	48	08	7 480	1909—50	42	7,80	1,1	7,80	1	246
"	с. Александров Гай . . . . .	50	09	48	36	9 180	1912—1914—15;	5	12,1	1,3	—	—	—
"	уроч. Ку-Чаганак . . . . .	49	18	49	50	13 300	1931—32	(1)	0,76	0,2	—	—	—
"	с. Алтата . . . . .	51	05	48	44	3 600	1941	1	—	—	—	—	—
"	с. Алтата, ниже впадения р. Тумак . . . . .	51	05	48	44	3 630	1934—35	2	0,74	0,2	—	—	—
"	с. Осинов Гай . . . . .	51	06	48	35	3 780	1929	1	6,05	1,6	—	—	—

#### Б а с с е й н р. У р а л

Урал	с. Кушум . . . . .	50	52	51	10	180 000	1912—18; 1920—30;	28 (33)	322	1,8	322	1,8	10 400
"	с. Тополи (пос. Тополинский) . . . . .	47	59	51	38	194 000	1933—47	8 (10)	189	1,0	300	1,5	9 450
Чеган	пос. Каменный . . . . .	51	38	51	28	4 000	1936—41; 1943—45;	7 (11)	6,72	1,7	7,0	1,8	220

1 Средний многолетний расход получен по восстановленному ряду за 42 года.

Таблица 4

Средний за период наблюдений и многолетний слой весеннего стока

Река, пункт и площадь водосбора	Координаты		Период наблюдений	Число лет <sup>1</sup>	Характеристика лет	Сток за период наблюдений <sup>2</sup> , мм		Сток за многолетний период, мм			
	широта	долгота				РОДОБОРОДА БЕСЧИНИН	РОДОБОРОДА БЕСЧИНИН				
Бассейн р. Дон											
Сал — х. Барabanчиков, 13 730 км <sup>2</sup>	47°20'	42°39'	1928—42; 1944—49	21 (19)	средний 1946 нам. 1935	20 51 0,2	23 59 2,5	87 86 8	20 — —	23 — —	87 — —
Ерик — х. Минаев, 182 км <sup>2</sup>	47 32	42 46	1928—30, 1947—49	6	средний 1928 нам. 1948	27 77 0	27 77 0	100 100 —	— — —	— — —	10 20 0
Реки между р. Тerekом и р. Волгой											
Мокрый Карамык — с. Ново-Григорьевское, 2 030 км <sup>2</sup>	44°24'	43°52'	1940—41	2	средний 1940 1941	8 11	—	—	—	—	—
Мокрый Буйвола — с. Довсун, 2 160 км <sup>2</sup>	44 57	43 57	1940—41	2 (1)	средний 1940	8 4	12 —	67 —	—	—	—
Калаус — с. Петровское, 4 760 км <sup>2</sup>	45 20	42 50	1936—41; 1943—49	13 (10)	средний 1946 нам. 1936	7 (8) 0,04	14 23 2	57 78 2	—	(54) (13)	49
Калаус — с. Воздвиженское, 9 380 км <sup>2</sup>	45 49	43 40	1934; 1947—49	4 (2)	средний 1934 нам. 1947	3,5 7	— 1	— —	—	—	—
балка Малая Горькая — с. Сергиевское, 108 км <sup>2</sup>	44 57	42 41	1938; 1948—49	3	средний 1949 нам. 1948	3 7,8 0,1	4 8,4 0,7	75 93 14	—	—	—
Ула — с. Старо-Марьевка, 276 км <sup>2</sup>	45 05	42 13	1949	1	1949	20	46	44	—	—	44

Айгур — совхоз № 11, 2 050 км <sup>2</sup>	45 42	43 14	1949	1	1949	2,8	3,5	80	—	—	—	34
Яшкуль — выше впадения р. Элисты, 1 900 км <sup>2</sup>	46 18	44 50	1929	1	1929	15	15	100	—	—	—	12
Амга-Бургуста — выше впаде- ния балки Ара-Икик, 44 км <sup>2</sup>	47 19	44 34	1929	1	1929	123	123	100	—	—	—	31
Ельмата — с. Гундуто, 225 км <sup>2</sup>	47 56	44 38	1929	1	1929	51	51	100	—	—	—	27
Б. Тынгута — Тынгутинская оп.-мелиор. станция, 316 км <sup>2</sup>	48 15	44 31	1929—30	2	1929	39	39	100	—	—	—	27
М. Тынгута — Тынгутинская оп.-мелиор. станция, 160 км <sup>2</sup>	48 06	44 40	1901—09; 1912; 1913; 1916; 1923; 1924; 1926	15	средний нанб. 1903 нам. 1905	53	53	100	53	53	100	—

Б а с с е й н р. В о л г и												
Самара — с. Ново-Сергиевка, 1 460 км <sup>2</sup>	52°06'	53°41'	1936—47, 1949	13	средний нанб. 1946 нам. 1944	70	100	70	73	104	70	58
Самара — с. Еланка, 22 500 км <sup>2</sup>	52 53	52 01	1936—49	14	средний нанб. 1947 нам. 1944	216	253	85	—	—	—	72
Бузулук — с. Байгородка, 1 810 км <sup>2</sup>	52 18	51 57	1936—47; 1949	12	средний нанб. 1947 нам. 1944	13	37	35	—	—	—	19
М. Иргиз — с. Селезника, 2 110 км <sup>2</sup>	52 13	48 40	1931—35; 1938—43; 1948—49	13 (8)	средний нанб. 1932 нам. 1943	47	70	67	58	—	—	—
Б. Иргиз — с. Большая Глу- шица, 3 680 км <sup>2</sup>	52 25	50 29	1933—1937	5	средний нанб. 1934 нам. 1935	112	156	72	29	—	—	—
						8	8	28	60	67	90	50
						56 (61)	74	82	60	67	—	69
						122	141	86	—	—	—	30
						11	15	73	—	—	—	44
						114	114	100	60	100	—	82
						5	8	63	—	—	—	23
						20	21	95	—	—	—	41
						45	45	100	—	—	—	50
						5	6	100	—	—	—	36

<sup>1</sup> В скобках указано число лет, за которое имеется полный годовой сток.

<sup>2</sup> Средняя величина весеннего стока в процентах от годового вычислена за период совместных наблюдений весеннего и годового стока. Средний слой весеннего стока за эти периоды указывается в скобках. Наибольшие и наименьшие значения годового стока и процентные соотношения приведены соответственно данным характерных значений весеннего стока.

Река, пункт и площадь водосбора	Координаты		Период наблюдений	Число лет	Характеристика лет	Сток за период наблюдений, мм		Сток за многолетний период, мм	
	широта	долгота				Бессточн.	Бессточн.	Бессточн.	Бессточн.
Б. Иргиз — с. Клевенка, 8 140 км <sup>2</sup>	52°06'	49°32'	1929—30; 1932—37; 1945	9 (3)	средний наиб. 1932 наим. 1945	30 (34) 114 1	100 — —	63 — —	100 — —
Б. Иргиз — с. Березово, 19 793 км <sup>2</sup>	51 55	48 29	1935—37; 1940—45; 1947	10 (9)	средний наиб. 1941 наим. 1945	29 (25) 87 0,5	86 98 3	(50) 92 17	— — —
Сестра — с. Грачев Куст, 886 км <sup>2</sup>	52 00	49 49	1934—35	2	1934 1935	27 3	100 100	— —	— —
Камелик — с. Ново-Спасское, 8 900 км <sup>2</sup>	52 00	49 27	1929; 1931—38; 1949	10 (8)	средний наиб. 1932 наим. 1933	27 (26) 79 2	100 100 2	48 50 100	96 50 —
Таловья — пос. Юлдашбаево, 1 550 км <sup>2</sup>	51 41	50 23	1932	1	1932	105	100	— — —	— — —
Чалыкла — п. Озинки, 192 км <sup>2</sup>	51 11	49 43	1947—49	3	средний наиб. 1948 наим. 1949	87 102 74	98 100 96	— — —	— — —
Б. Чалыкла — с. Карловка, 3 230 км <sup>2</sup>	51 48	49 30	1933—34	2	1933 1934	1 5	100 100	— —	— —
М. Чалыкла — с. Любичкое, 595 км <sup>2</sup>	51 45	49 20	1933—34	2	1933 1934	6 18	100 100	— —	— —
Б. Кушум — с. Ново-Бельковка, 1 640 км <sup>2</sup>	51 42	48 03	1932—35	3	средний наиб. 1932 наим. 1934	40 85 4	100 100 100	— — —	— — —
М. Караман — с. Бородавка (Боаро), 736 км <sup>2</sup>	51 40	46 52	1929	1	1929	58	100	— — —	— — —

Б. Караман — с. Романовка, 718 км <sup>2</sup>	51 23	47 23	1927—28; 1931	3	средний наиб. 1927 наим. 1928	31	100	—	—	—	—	15
Б. Караман — с. Советское, 3 520 км <sup>2</sup>	51 27	46 45	1923; 1926—27; 1929; 1931—32; 1934—36; 1938; 1940—42; 1944—45	15 (12)	средний наиб. 1942 наим. 1945	45	98	45	50	90	—	14
Б. Караман — с. Крутояровка, 3 730 км <sup>2</sup>	51 28	46 40	1929	1	1929	66	66	100	—	—	—	23
Б. Караман — с. Звонаревка, 4 090 км <sup>2</sup>	51 37	46 30	1935	1	1935	7	7	100	—	—	—	23
Терешка — с. Поповка, 2 280 км <sup>2</sup>	52 37	47 50	1937	1	1937	29	39	74	—	—	—	64
Терешка — с. Ульбовка, 6 820 км <sup>2</sup>	52 18	47 07	1934—37	4 (3)	средний наиб. 1937 наим. 1935	18 (15) 29	40	38	—	—	—	55
Терепка — с. Куриловка, 7 180 км <sup>2</sup>	52 08	46 54	1944—49	6	средний наиб. 1946 наим. 1945	78 99	24	54	—	—	—	80
Терешка — с. Глотовка, 9 700 км <sup>2</sup>	51 55	46 37	1939—42	4 (3)	средний наиб. 1942 наим. 1939	42 13	45	29	—	—	—	38
Чарым — с. Новые Тарханы, 1 420 км <sup>2</sup>	51 50	46 13	1937	1	1937	80 17	51 108	54	—	—	—	—
Курдом — с. Новая Липовка, 983 км <sup>2</sup>	51 41	46 11	1937	1	1937	36	48	75	—	—	—	31
Еруслан — с. Лебедевка, 965 км <sup>2</sup>	51 06	47 09	1934—35	2	1934 1935	9 33	9 33	100	—	—	—	17
Еруслан — с. Константиновка, 1 110 км <sup>2</sup>	50 59	47 04	1923	1	1923	60	60	100	—	—	—	13
Еруслан — с. Верхний Еруслан (Лангенфель), 1 380 км <sup>2</sup>	50 57	47 00	1927—28	2	1927 1928	90 42	90	100	—	—	—	17
Еруслан — р. п. Красный Кут, 1 410 км <sup>2</sup>	50 56	46 58	1931—32; 1934—35	4	средний наиб. 1932 наим. 1934	50 106	50 106	100	—	—	—	21
						6	6	6	—	—	—	31
									—	—	—	16

Река, пункт и площадь водосбора	Координаты		Период наблюдений	Число лет	Характеристика лет	Сток за период наблюдений, мм		Сток за многолетний период, мм	
	широта	долгота				БЕСЧИСЛЕННО	РОЗВОДНО	БЕСЧИСЛЕННО	РОЗВОДНО
Еруслан — с. Комсомольское 2 190 км <sup>2</sup>	50°45'	46°54'	1923—24; 1926	3	средний наиб. 1926 наим. 1924	59	100	—	—
Еруслан — с. Луговское (Визенмиллер), 3 120 км <sup>2</sup>	50 38	46 31	1923, 1926	2	1923 1926	98 34	100 100	—	—
Еруслан — с. Старо-Полтавка, 4 050 км <sup>2</sup>	50 29	46 29	1929	1	1929	43 45	100 100	—	—
Еруслан — с. Песчанка, 4 200 км <sup>2</sup>	50 25	46 27	1933—38; 1940—42 1948	10 (9)	средний наиб. 1942 наим. 1938	20 (22) 68 1	73 83 —	32 44 —	73 47 —
Соленая Куба — Валуйская опытная станция, 1 130 км <sup>2</sup>	50 25	46 33	1888, 1911, 1921 1923—1930	11	средний наиб. 1888 наим. 1930	44 104 2	100 100 2	40 40 100	100 100 —
Торгун — с. Рудникова, 2 700 км <sup>2</sup>	50 05	46 31	1926, 1929	2	1926 1929	48 10	48 10	—	—
Камышинка — с. Карпунино, 49,2 км <sup>2</sup>	50 06	45 20	1934	1	1934	21	21	—	—
Реки между р. Волгой и р. Уралом									
М. Узень — ст. Ершово, 103 км <sup>2</sup>	51°20'	48°14'	1935	1	1935	15	15	100	—
М. Узень — с. Алексашкино, 1 970 км <sup>2</sup>	51 00	47 44	1934, 1935	2	1934 1935	3 15	3 15	100 100	—
М. Узень — с. Моршанка, 2 610 км <sup>2</sup>	50 45	47 27	1914	1	1914	46	46	100	—

3	К. П. Воскресенский	М. Узень — с. Малый Узень, 3 930 км <sup>2</sup>	50 28	47 37	1929—37; 1946—50	13	средний наиб. 1932 наим. 1930, 1933	28 78 0	98 100 —	37 — —	100 — —	25 56 0	
		М. Узень — с. Петропавловка, 4 770 км <sup>2</sup>	50 15	47 56	1925—27	3	средний наиб. 1926 наим. 1925	60 83 25	100 100 100	— — —	— — —	33 38 29	
		Б. Узень — с. Марининка, 816 км <sup>2</sup>	49 24	49 15	1934—35	2	средний наиб. 1935	8 27	8 100	— —	— —	7 12	
		Б. Узень — с. Осинов Гай, 1 260 км <sup>2</sup>	51 06	48 34	1929—30	2	1929 1930	72 7	72 100	— —	— —	24 18	
		Б. Узень — с. Осинов Гай (ниже р. Алтаты), 5 040 км <sup>2</sup>	51 06	48 33	1934—35	2	1934 1935	5 11	5 100	— —	— —	27 18	
		Б. Узень — с. Трудовое (Орлов Гай), 5 840 км <sup>2</sup>	50 56	48 15	1914—15	2	1914 1915	56 10	100 100	— —	— —	35 22	
		Б. Узень — г. Новоузенск, 7 480 км <sup>2</sup>	50 27	48 08	1909—50	42	средний наиб. 1917 наим. 1933	32 92 0	32 100 0	33 — —	100 — —	49 82 0	
		Б. Узень — с. Александров Гай, 9 180 км <sup>2</sup>	50 09	48 36	1912; 1914—15; 1931—32	5	средний наиб. 1914 наим. 1915	20 67 9	20 100 9	— — —	— — —	31 40 25	
		Алтата — с. Алтата (ниже впадения р. Тумак), 3 630 км <sup>2</sup>	51 05	48 44	1934—35	2	1934 1935	5 8	5 8	100 100	— —	10 49	
		Алтата — с. Осинов Гай, 3 780 км <sup>2</sup>	51 06	48 35	1929	1	1929	50	50	100	—	39	
		Урал — с. Кушум, 180 000 км <sup>2</sup>		50°52'	51°10'	1913; 1915—18; 1922—47	31 (29)	средний наиб. 1922 наим. 1935	36 104 3	63 78 18	36 — 17	57 — —	63 101 37
		Урал — с. Тополи (пос. Топо- линский), 194 000 км <sup>2</sup>	47 59	51 38	1936—40; 1944—45; 1947	8	средний наиб. 1947 наим. 1937	14 55 5	45 61 33	30 — —	47 — —	64 88 108	
		Чеган — пос. Каменный, 4 000 км <sup>2</sup>	51 38	51 28	1932—34; 1936—37; 1940—41	7 (6)	средний наиб. 1941 наим. 1933	48 (53) 152 7	60 162 12	88 94 58	57 — —	88 42 61	

Одной из наименее исследованных в гидрологическом отношении в пределах рассматриваемых районов является территория Чижинских разливов. Величина местного стока здесь, ввиду ограниченности данных фактических наблюдений, может быть определена лишь на основании косвенных соображений. В частности, такой приближенный расчет может

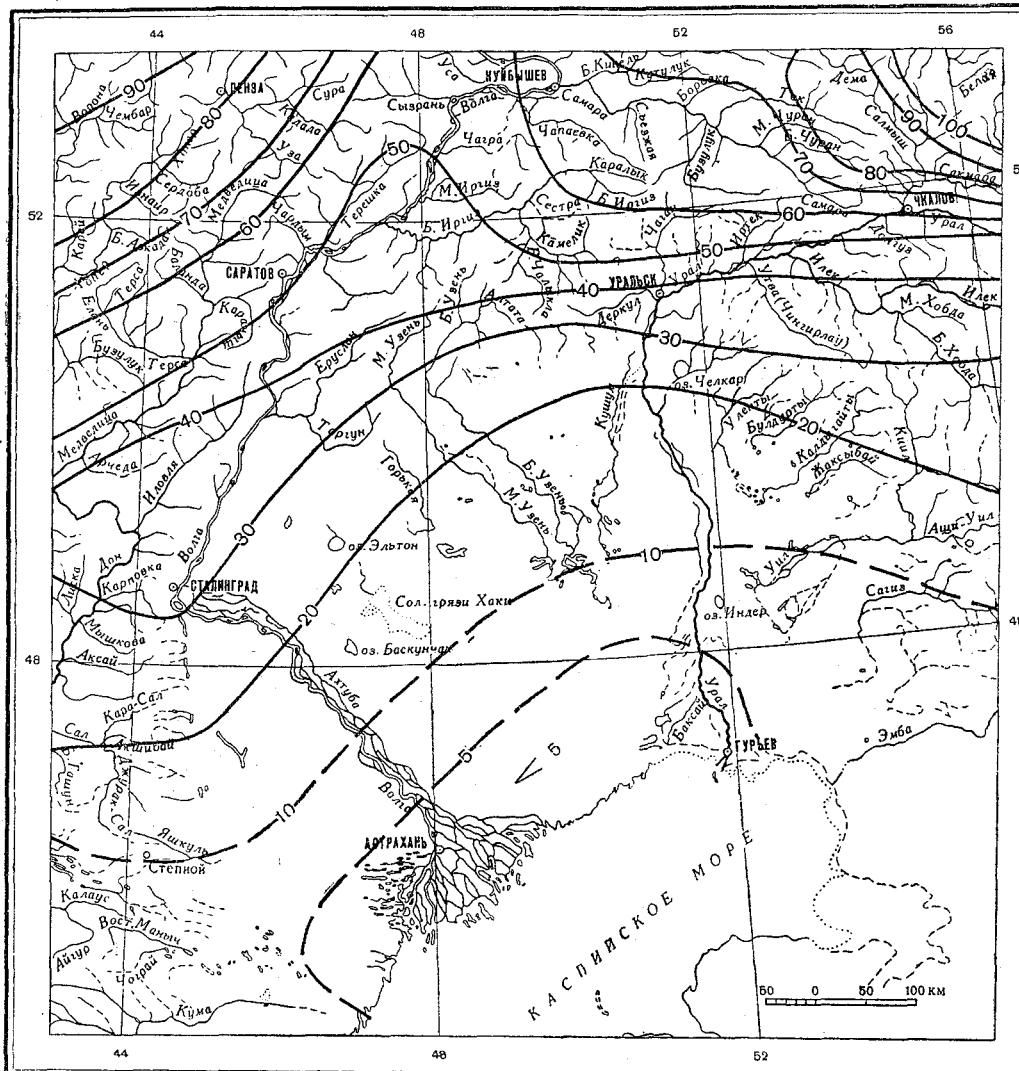


Рис. 4. Средний слой весеннего стока (без учета зарегулированного стока в прудах и водохранилищах) (в мм).

быть сделан по величине урожая трав, собранного с затопляемых весной лиманов (в пределах разливов).

Общая площадь водосбора Чижинских разливов составляет  $6800 \text{ км}^2$ , из которых  $3420 \text{ км}^2$  приходится на площадь собственно Чижинской равнины, а  $3380 \text{ км}^2$  — на площадь водосбора рек, стекающих со склонов Общего Сырта.

В различные по водности годы площадь разливов резко меняется. В маловодные годы она сильно сокращается. М. Д. Антоновым, по личным наблюдениям в период 1923—1935 гг. и по опросу местных жите-

лей в дальнейшем, было установлено, что в маловодный для Заволжья период 1933—1938 гг. Чижинские разливы совершенно не получали воды. По этой причине хорошие сенокосные луга превратились в безводную пустыню с солянковой растительностью, требующую ряда многоводных лет для восстановления прежнего урожая трав.

В многоводные годы весенний сток рек по выходе на равнину затапливает полностью всю территорию, заполняет все озера и доходит к югу через Балактинские озера и р. Мухор до Камыш-Самарских озер. Такими многоводными являлись здесь 1914, 1922, 1927 и 1942 гг.

В средние по водности годы Чижинские разливы неполностью заливаются паводочными водами.

Близким к среднему году (вернее, несколько выше среднего) для этого района является 1929 г. В этом году М. Д. Антоновым было произведено обследование разливов (в течение апреля и начала мая) и с помощью глазомерной съемки определена площадь, заливаемая водами рр. Чиж 1-й и 2-й и рр. Солянка 1-я и 2-я, оказавшаяся равной 77 500 га.

В среднем общая площадь заливаемых лугов в колхозах, расположенных на территории Чижинских разливов, по данным областных земельных отделов, равна 97 000 га. По этим данным необходимое количество воды для роста луговой растительности, исходя из расчета нормы, принятой в южном Заволжье равной 2500 м<sup>3</sup> на 1 га, составляет

$$2500 \cdot 97 000 = 242 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

К полученной величине следует добавить объем стока, аккумулирующийся в прудах, который оценивается М. Д. Антоновым равным  $2 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ . Следовательно, объем стока на территории Чижинских разливов в средние по водности годы выражается примерно величиной  $244 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ , или слоем стока, при расчете на заливаемую площадь, в 250 мм, или около 8 л/сек. на 1 км<sup>2</sup>.

Приближенный расчет стока на площади этих разливов может быть произведен также по методу водного баланса.

Источником питания Чижинских разливов, как отмечалось выше, является сток рек, стекающих с южного склона Общего Сырта, и талые воды, образующиеся непосредственно на территории разливов. При расчете слоя воды, поступающей на площадь заливаемых лугов, следует принять, что местные талые воды полностью остаются в пределах разливов и затрачиваются на смачивание почвы и наполнение лиманов. Такое предположение является вполне допустимым, если учесть относительно небольшое испарение в период снеготаяния и бессточность территории разливов в средние по водности годы.

Таким образом, местные талые воды можно принять равными снегозапасам, средняя величина которых для рассматриваемой территории равна 60 мм (см. рис. 1). На площади заливаемых лугов в 97 000 га запас воды в снеге выражается величиной

$$0,06 \cdot 97 000 \cdot 10^6 = 58,2 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

Весенний сток с оставшейся частию водосбора Чижинских разливов, ввиду отсутствия данных наблюдений, можно определить по карте стока (рис. 4). Для этой цели отдельно определяем сток с равнинной части водосбора, без явно выраженных русел, и с площади водосбора рек, стекающих с Общего Сырта.

Равнинная часть водосбора Чижинских разливов, без явно выраженных русел, составляет 342 000 га; из них на площадь заливаемых лугов, как указывалось выше, приходится 97 000 га. Следовательно, площадь, с которой стекают воды в разливы, равна:

$$342 000 - 97 000 = 245 000 \text{ га.}$$

При среднем слое стока на водосборе этих разливов, равном 25 мм (рис. 3), объем стока выразится величиной

$$0,025 \cdot 245\,000 \cdot 10^6 = 61,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

Объем весеннего стока рек, стекающих с южных склонов Общего Сырта (рр. Чиж 1-й, 2-й, 3-й, Солянка 1-я, 2-я и др.), при общей площади водосбора 3384 км<sup>2</sup> и среднем слое стока 35 мм (рис. 4), будет равен:

$$3384 \cdot 10^6 \cdot 0,035 = 118,10^6 \text{ м}^3.$$

Следовательно, общее количество воды, питающее Чижинские разливы, в средний по водности год равно:

$$(58,2 + 61,3 + 118,6) 10^6 = 238,1 \cdot 10^6 \text{ м}^3,$$

что соответствует слою воды 245 мм, или около 8 л/сек. на 1 км<sup>2</sup>. Таким образом, два различных метода расчета дали приблизительно одинаковые результаты. Сток дождевых вод в пределах южной части Волго-Уральского междуречья наблюдается очень редко и возможен только поздней осенью. И. И. Филимонов в отчете о гидротехнических работах Новоузенского уездного земства за 1912 г. пишет, что осенью 1905 г. после ливня пруд на р. Солянке у с. Моршанки (площадь водосбора 337 км<sup>2</sup>) наполнили водой почти полностью, что дало слой стока 3,4 мм [19].

Непосредственные наблюдения на более значительных реках, как например, Б. Узень, Еруслан, показывают, что после продолжительных осенних дождей наблюдается некоторое увеличение уровня воды в реках, которое, однако, не всегда сопровождается возобновлением течения.

В более южных, песчаных районах Прикаспийской низменности дождевые осадки почти полностью теряются на испарение и инфильтрацию. Вероятность дождевого стока в этом районе очень мала. Роль последнего в питании рек увеличивается в юго-западных районах рассматриваемой территории, на склонах Ставропольской возвышенности и, отчасти, в бассейне р. Сал.

Точность определения стока небольших временных водотоков, как показали сравнения фактических величин стока и определенных по карте в пределах лесостепной и степной зон Европейской части СССР, составляет  $\pm 25 - 30\%$  [4]. Расхождения эти объясняются, главным образом, различиями в рельфе разных водосборов и связанными с этим условиями накопления снегозапасов.

Таблица 5

Название пруда	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Максимальные снегозапасы, мм
Эстонка . . . . .	1,0	99
Ухинский . . . . .	5,0	128
Куриный Дол . . . . .	2,6	108
Орловский . . . . .	6,6	130
Фроловский . . . . .	2,7	84
Богдашино . . . . .	4,25	113

В качестве примера изменчивости снегозапасов на малых водосборах приводим результаты снегомерных съемок, произведенных в многоводном 1952 г. экспедицией Ленгипроводхоза в южном Заволжье на водосборах небольших прудов (табл. 5).

В 1952 г. снегозапасы в южном Заволжье были выше нормы. Как видно из данных табл. 5, расхождения в снегозапасах в этих условиях достигают 30 %.

Значительные расхождения в величине снегозапасов на малых водосборах были установлены также экспедицией ГГИ в маловодном 1949 г. в бассейне р. Сал (табл. 6).

Таблица 6

Название водосбора	Площадь водосбора, $\text{км}^2$	Максимальные снегозапасы, мм
балка Бузиновка, створ № 1	6,2	14
"    "    "    " № 2	0,4	21
"    "    "    " № 3	2,7	22
"    Габунка, створ № 4	4,2	19
"    "    "    " № 5	2,2	17
"    Чапура . . . . .	24,0	17
"    Генеральская . . . . .	33,0	16
"    Голая . . . . .	49,5	12
"    Сальская . . . . .	73,0	21

Данные, приведенные в табл. 6, характерны для открытой степной местности, прорезанной глубокими балками. При очень малой толщине снежного покрова расхождения в снегозапасах на отдельных водосборах достигают 30 %. При наличии длительного периода наблюдений расхождения в средних величинах снегозапасов будут менее значительны.

По наблюдениям М. Н. Чертусова [20], произведенным в районе Пришиб-Могутинских лиманов в Прикаспийской низменности, степные балки в годы со значительным снежным покровом совершенно заносятся снегом и незаметны на обширном равнинном пространстве; в годы со средними снегозапасами занесенные балки можно отличить от окружающей местности только по вогнутости снежного покрова; такое же распределение снега было отмечено экспедицией ГГИ на балке Вишневой (рис. 5).

В малоснежные зимы, согласно данным наблюдений экспедиции ГГИ в 1949 г. в бассейне р. Сал, снег надувается на подветренных склонах (по отношению к господствующим ветрам) степных балок.

Такой характер снегонакопления следует ожидать и в блюдцеобразных понижениях в бессточной части Прикаспийской низменности.

Расхождение нормы стока постоянных рек с данными карты за счет местных особенностей бассейна обычно принимается равным  $\pm 15-20\%$ .

Величина стока рек и временных водотоков Сыртового Заволжья и Прикаспийской низменности в отдельные годы зависит от зарегулированности его многочисленными прудами, имеющимися в большом количестве на этой территории.

Количество прудов, собирающих весенний сток, на реках Заволжья, начиная с левобережья р. Самары, увеличивается с севера на юг. Процент зарегулированности стока прудами возрастает в такой же последовательности, а на отдельных реках — с уменьшением площади водосбора. При этом сток с малых водосборов, с площадями до 200—300  $\text{км}^2$ , в исключительно маловодные годы полностью задерживается, а в 1933 г. сток был полностью задержан даже на такой значительной реке, как р. Б. Узень до г. Новоузенска (площадь водосбора 7480  $\text{км}^2$ ).

В средние по водности годы зарегулированный сток на всех реках рассматриваемой территории составляет в среднем 2—3%, однако в отдельных районах он достигает 15—20%.

О степени зарегулированности прудами стока рек Волго-Уральского междуречья можно судить по данным, полученным Нижневолгопроектом в маловодные 1934 и 1935 гг., в течение которых сток р. Б. Узень составлял 0,13 и 0,33 от среднего (табл. 7).

Количество прудов в бассейне р. Сал, задерживающих весенний сток, согласно рекогносцировочным обследованиям Ростовского УГМС в период 1943—1946 гг., равно 109 (табл. 8).

Суммарная емкость учтенных прудов приблизительно равна 7225 тыс. м<sup>3</sup>. В это число не вошли пруды на р. Кара-Сал и притоках второго порядка. Таким образом суммарная емкость всех прудов и, следовательно, объем зарегулированного стока в бассейне р. Сал будет еще больше.

Суммарная емкость учтенных прудов составляет лишь 2,3% по отношению к среднему стока р. Сал у сл. Мартыновки. Однако в наиболее маловодные годы сток р. Сал почти полностью задерживается в прудах. Так, по ориентировочным подсчетам, в 109 прудах в бассейне р. Сал в маловодном 1949 г. было задержано 36% годового стока.

В связи с начавшимся с 1948 г. массовым восстановлением и строительством новых прудов в Заволжье и Прикаспийской низменности объем зарегулированного стока в этих районах возрастает с каждым годом.

Таким образом, карты стока (рис. 3 и 4), построенные по данным непосредственных наблюдений, не дают истинного представления о величине местного стока в пределах рассматриваемой территории. Особенно значительные расхождения в величинах фактического стока и стока, регистрируемого гидрометрическими станциями, могут быть в пределах Заволжья, где имеется большое число прудов и водохранилищ. Поэтому была сделана попытка учесть сток, зарегулированный на этой территории прудами.

Для уточнения карты стока в пределах Заволжья можно воспользоваться данными о количестве и объеме прудов, имеющихся в этом районе, согласно инвентаризационным ведомостям облводхозов. Такие материалы были собраны в 1951 г. экспедицией Ленгипроводхоза для территории Саратовской, Сталинградской и Западно-Казахстанской областей в пределах Волго-Уральского междуречья. Све-

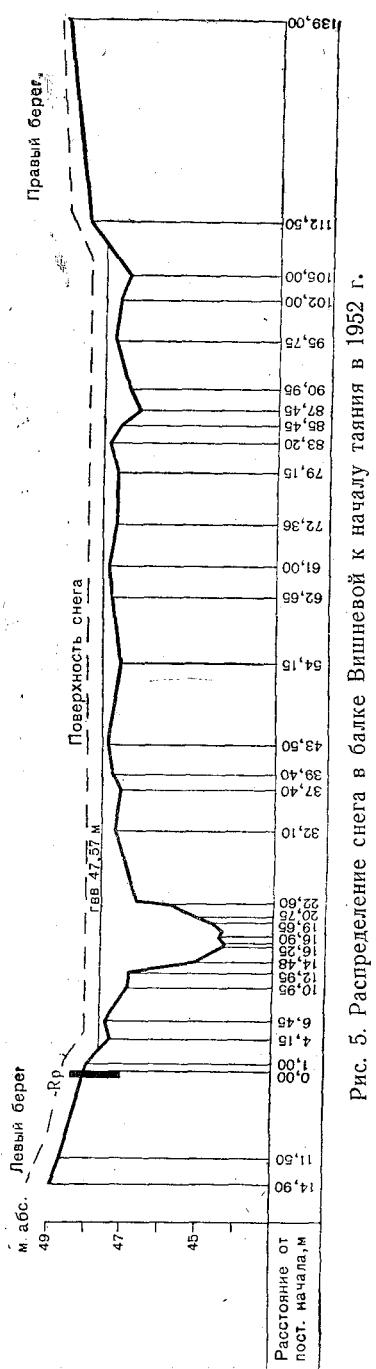


Рис. 5. Распределение снега в балке Вишневой к началу таяния в 1952 г.

имеющихся в этом районе, согласно инвентаризационным ведомостям облводхозов. Такие материалы были собраны в 1951 г. экспедицией Ленгипроводхоза для территории Саратовской, Сталинградской и Западно-Казахстанской областей в пределах Волго-Уральского междуречья. Све-

Таблица 7

Река — пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Количество учтенных прудов	Зарегулированный сток, в % от годового	
			1934 г.	1935 г.
Караман — с. Первомайское . . . . .	147	7	100	—
М. Иргиз — с. Селезниха . . . . .	2 110	5	1,3	—
Чалыкла — с. Любецкое . . . . .	595	27	8	9
Камелик — с. Ново-Спасское . . . . .	8 900	108	10	19
Камышевка — с. Праксино . . . . .	462	19	27	—
Алтата — с. Алтата . . . . .	3 630	53	22	7
Еруслан — с. Лебедевка . . . . .	965	41	17	5
“ — р. п. Красный Кут . . . . .	1 410	73	27	6
“ — с. Песчанка . . . . .	4 200	78	14	11
Торгун — с. Савинка . . . . .	—	7	100	—
М. Узень — с. Алексашкино . . . . .	1 970	12	26	9
“ — с. Малый Узень . . . . .	3 930	20	54	19
Б. Узень — с. Мавришка . . . . .	780	21	22	4
“ — с. Осинов-Гай . . . . .	1 260	69	26	18
“ — г. Новоузенск . . . . .	7 480	183	38	12
Толстовка — х. Петровский . . . . .	111	6	26	26

дения были собраны как о действующих прудах, так и о недействующих (разрушенных), которые, повидимому, в ближайшие годы будут восстановлены.

Таблица 8

Река	Участок	Количество прудов
Джурюк-Сал	От истока до устья р. Булукта . . . . .	14
“	“ устья р. Булукта до устья р. Загиста . . . . .	10
“	От устья р. Загиста до устья р. Амта . . . . .	1
“	От устья р. Амта до устья р. Кара-Сал . . . . .	1
Сал	От устья р. Кара-Сал до устья р. Б. Гашун . . . . .	1
Б. Гашун	На всем протяжении . . . . .	16
М. Гашун	“ “ “ . . . . .	15
Б. Куберле	“ “ “ . . . . .	18
М. Куберле	“ “ “ . . . . .	22
Ерик	“ “ “ . . . . .	11

Количество прудов и их суммарный объем в пределах указанных областей на 1951 г. приведены в табл. 9. Емкость прудов подсчитывалась облводхозами по формуле

$$W = \frac{LBH_{\max}}{2},$$

где  $W$  — объем пруда,  $L$  — длина пруда,  $B$  — ширина пруда,  $H_{\max}$  — наибольшая глубина перед плотиной.

Формула выражает объем пруда при схематизации его по форме призмы. Так как пруды, устраиваемые на балках и пересыхающих реках, имеют форму скорее пирамидальную, чем призматическую, то более правильно определять объем прудов по формуле

$$W = \frac{LBH_{\max}}{6}.$$

Таблица 9

Суммарный объем прудов на Волго-Уральском междуречье на 1950 г.<sup>1</sup>

Область	Пруды, емкостью менее 50 000 м <sup>3</sup>				Пруды, емкостью более 50 000 м <sup>3</sup>				Количество прудов, об объеме которых нет сведений	Общее количество прудов				
	количество		объем		количество		объем							
	всего	действующие	недействующие	нет сведений	всего	действующие	недействующие	нет сведений						
Саратовская . . .	1 325	839	481	5	7 746	4 582	1 129	851	258	20	161 337	29 803	30	2 484
Сталинградская . . .	81	73	8	—	736	78	71	57	14	—	30 300	1 992	57	209
Западно-Казахстанская . . .	25	2	2	21	43	280	25	10	—	15	14 800	5 136	18	68
Всего: . . .	1 431	914	491	26	8 525	4 940	1 225	918	272	35	206 437	36 931	105	2 761

В связи с этим объемы прудов, определенные облводхозами, были уменьшены на  $\frac{1}{3}$ . Объемы наиболее крупных прудов с емкостью более 1 000 000 м<sup>3</sup> были взяты непосредственно из проектов, т. е. емкость их была определена более точно.

Основная масса воды задерживается наиболее крупными прудами. Так, например, в Саратовской обл. 116 прудов с объемами более 500 тыс. м<sup>3</sup> задерживают 66,5% суммарной величины зарегулированного стока, а 1576 прудов с объемами менее 500 тыс. м<sup>3</sup> — только 33,5% стока.

Фактическая величина стока за каждый год до какого-либо замыкающего гидрометрического створа равна стоку, зарегистрированному путем непосредственных наблюдений и суммированному с объемом воды, задержанной в прудах, расположенных в бассейне реки выше данного замыкающего створа.

Таким образом, для восстановления годовых величин естественного стока за прошлые годы необходимо располагать сведениями об ежегодном наполнении прудов. Так как такие данные отсутствуют, то при расчетах зарегулированного стока Ленгипроводхозом условно было принято, что в прудах в среднем ежегодно задерживается 75% от полного их объема. Такое решение, повидимому, отражает истинное положение, если учесть, что после предшествующего засушливого года, наполнение пруда равно полному его объему минус мертвый объем, среднее значение которого в прудах Заволжья составляет около 10%; после среднего по водности года объем воды, затраченный на наполнение пруда, будет несколько меньше, т. е. порядка 75% полного объема.

Для характеристики степени зарегулированности стока в пределах перечисленных выше областей Волго-Уральского междуречья были произведены подсчеты объема зарегулированного стока за отдельные годы в трех бассейнах: р. Б. Узень у г. Новоузенска, р. М. Узень у с. Малый Узень и р. Караман у с. Советское (табл. 10—12).

<sup>1</sup> По данным облводхозов.

Таблица 10

Весенний сток р. Большой Узень у г. Новоузенска  
(с учетом наполнения прудов в бассейне реки)

Год	Объем прудов, тыс. м <sup>3</sup>	Ежегодное наполнение прудов (75% от полного объема), тыс. м <sup>3</sup>	Средний слой зарегулированного стока, мм	Слой наблюденного стока, мм	Фактический слой стока, мм
1909	21 080	15 800		6,5	8,7
1910	21 380	16 000		5,0	7,7
1911	23 620	17 700		5,0	7,7
1912	34 000	25 500		48,0	51,6
1913	35 450	26 600		36,0	39,6
1914	36 350	27 200		72,0	75,6
1915	36 350	27 200		13,0	16,6
1916	37 200	27 800		74,0	77,6
1917	37 200	27 800		92,0	95,6
1918	37 220	27 900		21,0	24,6
1919	37 220	27 900		24,2	27,8
1920	37 220	27 900		79,3	82,9
1921	37 220	27 900		24,1	27,7
1922	37 220	27 900		80,0	83,6
1923	37 220	27 900		44,0	47,6
1924	37 220	27 900		35,7	39,3
1925	44 250	33 200		32,0	36,9
1926	44 530	34 400		66,7	71,6
1927	44 800	33 600		52,1	57,0
1928	47 500	35 600		19,0	23,9
1929	48 400	36 200		43,0	47,9
1930	49 500	37 000		1,3	6,20
1931	49 800	37 400		39,5	44,4
1932	49 800	37 400		71,7	76,6
1933	49 800	37 400		0,0	4,9
1934	50 000	37 500		4,4	9,3
1935	52 600	39 400		11,1	16,0
1936	53 500	40 200		3,4	8,3
1937	55 500	41 700		4,4	10,1
1938	55 600	41 800		6,9	12,6
1939	55 700	41 800		2,1	7,8
1940	55 700	41 800		5,7	11,6
1941	56 200	42 200		(75,9)	81,6
1942	56 200	42 200		78,3	84,0
1943	56 200	42 200		5,9	11,6
1944	57 200	43 000		10,5	16,2
1945	57 200	43 000		2,5	8,2
1946	57 200	43 000		52,7	58,4
1947	57 400	43 000		27,0	32,7
1948	57 900	43 400		63,1	68,8
1949	57 900	43 400		31,5	37,2
		Средн.	4,1	33,5	38,0

Указанные пункты в дальнейшем были приняты в качестве опорных при уточнении карты стока рассматриваемого района.

Далее, в целях возможности переноса полученных данных о зарегулированности стока в опорных пунктах на другие бассейны Заволжья, было произведено сглаживание суммарного нарастания объема зарегулированного стока за отдельные периоды.

Для этой цели для створа р. Б. Узень у г. Новоузенска и р. М. Узень у с. Малый Узень, по данным суммарных объемов за отдельные годы (табл. 10—11), были построены кривые суммарного нарастания объема.

Таблица 11

Весенний сток р. Малый Узень у с. Малый Узень  
(с учетом наполнения прудов в бассейне реки)

Год	Объем прудов, тыс. м <sup>3</sup>	Ежегодное наполнение прудов (750/0 полного объема), тыс. м <sup>3</sup>	Средний слой зарегулированного стока, мм	Слой наблюденного стока, мм	Фактический слой стока, мм
1909	19 100	14 400		5,60	9,80
1910	19 100	14 400		4,00	8,20
1911	19 650	14 800	4,2	4,00	8,20
1912	24 200	18 200		53,8	58,0
1913	26 450	19 800		40,0	45,1
1914	26 500	19 900		81,6	86,7
1915	26 560	19 900		13,9	19,0
1916	26 650	20 000		84,3	89,4
1917	26 870	20 200		105,0	110,1
1918	26 870	20 200		22,5	27,6
1919	26 870	20 200		26,8	31,9
1920	26 870	20 200	5,1	90,5	95,6
1921	26 870	20 200		26,8	31,9
1922	26 870	20 200		91,6	96,7
1923	26 870	20 200		49,0	54,1
1924	26 870	20 200		40,0	45,1
1925	26 870	20 200		35,4	40,5
1926	30 550	22 900		75,5	81,4
1927	30 550	22 900		58,5	64,4
1928	30 550	22 900		20,8	26,7
1929	30 620	23 000		55,3	61,2
1930	30 700	23 000		0,0	5,9
1931	31 000	23 200	5,9	50,2	56,1
1932	31 000	23 200		78,0	83,9
1933	31 000	23 200		0,0	5,9
1934	31 000	23 200		1,3	7,2
1935	31 200	23 400		7,8	13,7
1936	31 250	23 400		5,2	11,1
1937	37 800	28 400		5,2	12,5
1938	38 600	29 000	7,3	2,9	10,2
1939	38 600	29 000		2,4	9,7
1940	40 600	30 400		5,6	13,4
1941	40 750	30 500		86,5	94,3
1942	40 750	30 500		92,5	100,3
1943	40 750	30 500		5,5	13,3
1944	40 750	30 500	7,8	10,1	17,9
1945	40 750	30 500		3,2	11,0
1946	40 750	30 500		59,4	67,2
1947	40 750	30 500		29,8	37,6
1948	40 750	30 500		66,2	74,0
1949	40 750	30 500		28,0	35,8
Средн.		6,1		37,1	43,2

Эти кривые были разбиты на ряд отрезков (по времени), в пределах которых объем прудов принят постоянным; величина последнего определена как среднее арифметическое из объемов прудов в начале и конце периода. Для пункта р. Б. Караган у с. Советское объем прудов, ввиду короткого ряда наблюдений (13 лет), принят равным среднему арифметическому из объемов за весь этот период.

В качестве дополнительной опорной точки для составления карты стока принят пункт на р. Соленой Кубе у Валуйской опытно-мелиоративной станции. Для этого пункта была получена связь годовых величин

Таблица 12

Весенний сток р. Большой Караман у с. Советское  
(с учетом наполнения прудов в бассейне реки)

Год	Объем прудов, тыс. м <sup>3</sup>	Ежегодное наполнение прудов, (75% <sub>0</sub> полного объема), тыс. м <sup>3</sup>	Средний слой зарегулированного стока, мм	Слой наблюденного стока, мм	Фактический слой стока, мм
1923	5 300	3 980		28	29
1926	5 300	3 980		38	39
1927	5 300	3 980		68	69
1928	5 300	3 980		74	75
1931	5 300	3 980		37	38
1932	5 300	3 980		75	76
1934	5 300	3 980	1,1	3	4
1935	5 300	3 980		11	12
1941	5 300	3 980		75	76
1942	5 300	3 980		95	96
1944	5 300	3 980		25	26
1945	5 300	3 980		2	3
Средн.		1,1		44	45

стока со стоком р. Б. Узень у г. Новоузенска, характеризуемая коэффициентом корреляции 0,84.

В результате дополнительного учета весеннего стока, аккумулированного в прудах, средний многолетний сток в опорных пунктах увеличился: на р. Б. Узень у г. Новоузенска на 4,5 мм (13%), на р. М. Узень у с. Малый Узень — на 6,1 мм (16,4%) и на р. Б. Караман у с. Советское — на 1,0 мм (2,2%). На основании данных по четырем опорным пунктам, где был произведен учет стока, задержанного прудами, Ленгипроводхозом совместно с ГГИ была составлена новая карта весеннего стока в южном Заволжье, отражающая фактическую величину стока (рис. 6).

Для составления карты использованы нормы стока, определенные в пунктах непосредственных наблюдений, с учетом объема стока, задержанного в прудах. Значения последнего приняты по опорным пунктам, в предположении более или менее равномерного распределения прудов по территории.

Таким образом, был получен ряд дополнительных точек для построения карты фактического стока в южном Заволжье. При составлении новой карты стока изолинии на территории, не освещенной наблюдениями, проведены также с учетом объема стока, задержанного прудами в опорных речных бассейнах, и общей тенденции увеличения числа прудов в Заволжье в южном направлении.

Подобное же уточнение карты стока за счет учета зарегулированного стока в прудах и водохранилищах может быть сделано и для других районов рассматриваемой территории.

В связи с тем, что местный весенний сток в той или иной степени зарегулирован почти во всех районах этой территории, при определении по карте стока какого-либо неисследованного в гидрологическом отношении водотока необходимо учесть снижение его по сравнению с фактическим стоком, за счет аккумуляции в прудах, расположенных в бассейне данной реки выше интересующего пункта. Для этой цели необходимо определить объем прудов, задерживающих сток выше замыкающего

створа, и на эту величину уменьшить сток, определенный по карте. Необходимость учета зарегулированного стока вызывается еще тем обстоятельством, что количество прудов в рассматриваемых районах увеличивается с каждым годом. Поэтому непосредственное использование карт стока, построенных по данным наблюдений или по фактическим

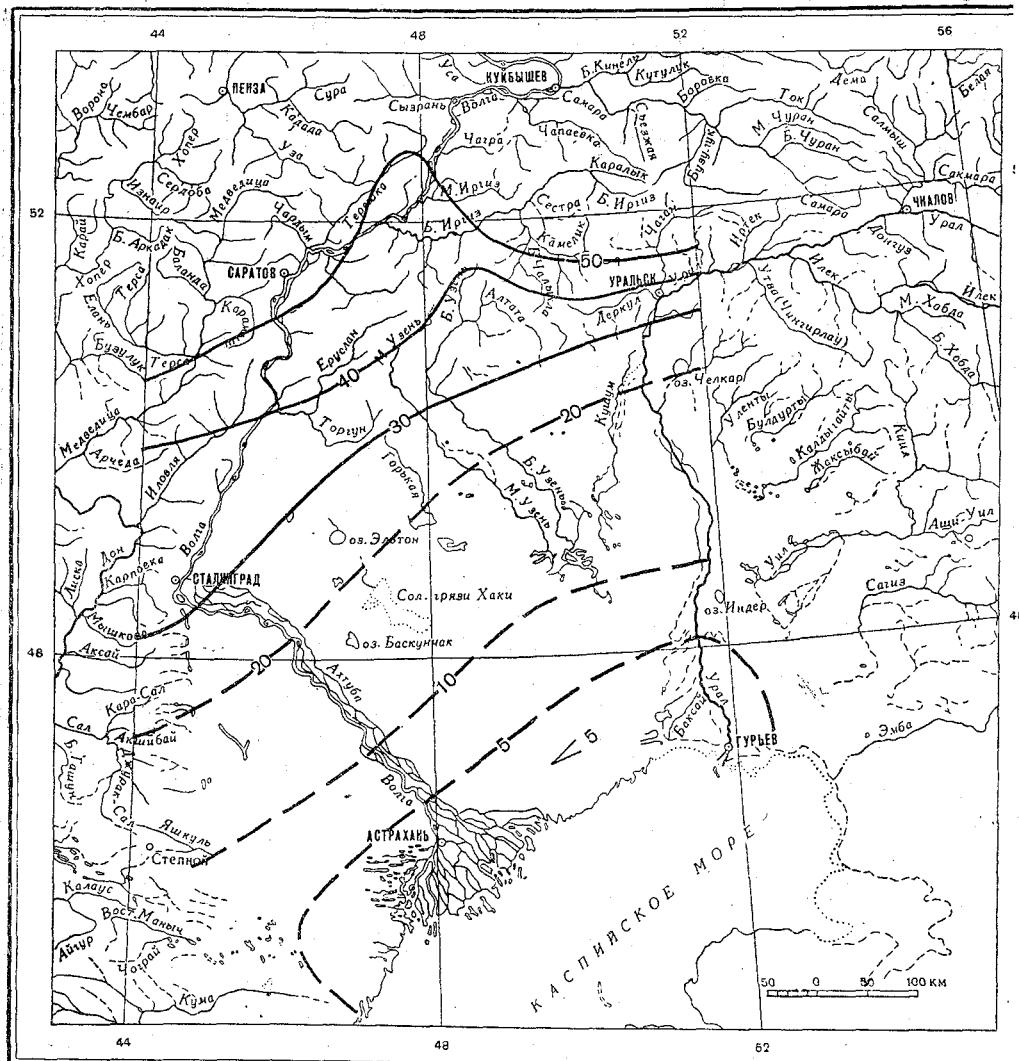


Рис. 6. Средний слой весеннего стока (с учетом зарегулированного стока в прудах и водохранилищах) (в мм).

величинам стока с учетом аккумуляции в прудах, может привести к нежелательным просчетам при гидротехническом проектировании.

Заволжье можно рассматривать как территорию, где уже в значительной степени осуществлено массовое строительство прудов и водоемов. Поэтому методы учета изменения нормы стока в Заволжье под влиянием этого фактора могут быть распространены и на другие районы, где в дальнейшем будут осуществляться мероприятия по сплошному регулированию стока рек и временных водотоков. Некоторые изменения нормы стока временных водотоков произойдут в результате введения новых передовых методов агротехники. Орошение Заволжья и Прикаспийской

низменности на базе использования вод местного стока в комплексе с волжской водой приведет к значительному увеличению распаханных площадей. Это мероприятие, учитывая высокий уровень агротехники, в частности глубокую зяблевую вспашку, приведет к некоторому уменьшению поверхностного стока. Наиболее полные исследования об изменении стока с распаханных площадей произведены И. А. Кузником [12]. По его данным, в условиях Заволжья сток с распаханных площадей при зяблевой вспашке составляет 25—50% от стока с многолетней залежи.

В некоторой степени влияние зяблевой вспашки уже учитывается в нормах поверхностного стока рек, установленных по наблюдениям, производившимся после начала массового введения этого мероприятия (приблизительно с 1936 г.). Поэтому поправки на изменение нормы стока, при определении последнего по картам, необходимо вносить лишь для неисследованных временных водотоков, не имеющих грунтового питания, расположенных в южных районах рассматриваемой территории, распаханность которых в дальнейшем значительно изменится после введения орошения. Значения этих поправок увеличиваются по мере перехода от периферийных районов территории к побережью Каспийского моря, в связи с наличием в этих районах ранее распаханных площадей.

По данным И. А. Кузника, значения поправок к норме стока на распаханность водосборов в Заволжье для временных водотоков равны:

Бассейн р. Самары . . . . .	25%
р. Иргиза . . . . .	30%
рр. Еруслана и Б. и М. Узеня	35%

Такие же приблизительно поправки должны вводиться и в других районах рассматриваемой территории по мере перехода от периферийных районов к побережью Каспийского моря. Для всей Прикаспийской низменности, распахивание которой начнется лишь после введения орошения, поправка к норме стока временных водотоков в условиях измененного режима может быть принята равной 35% от современной величины стока по карте.

Изменение нормы стока временных водотоков в Заволжье и Прикаспийской низменности произойдет также вследствие изменения структуры почв в результате введения травопольных севооборотов. Улучшение структуры почв приведет к увеличению инфильтрационной способности водосборов и, следовательно, к уменьшению поверхностного стока. Данных о влиянии этого фактора на количественные изменения стока пока недостаточно. Сравнение величины поверхностного стока с водосборами, на которых введены травопольные севообороты, со стоком с водосборами, где они еще не освоены, в условиях Каменной Степи (поля Центрально-черноземного института земледелия им. В. В. Докучаева и колхоза Высокий) и Кутулукской оросительной системы в Заволжье (Тимашевский опорный пункт Института агролесомелиорации, колхозы им. Ворошилова и Волжская коммуна) показывают, что на черноземных почвах, поверхностный сток приблизительно уменьшается на 25%, а на каштановых — на 40%.

Следует, однако, отметить, что такие поправки нужно вводить лишь в норму стока временных водотоков, которая определяется только поверхностным стоком. Норма стока рек, полностью перехватывающих подземный сток, существенно не изменится.

### КОЛЕБАНИЯ ГОДОВЫХ ВЕЛИЧИН СТОКА

Колебания годовых величин стока наиболее резко выражены в пределах Прикаспийской низменности. Как показывают данные, приведенные в табл. 13, модульные коэффициенты годового стока р. М. Узень за 41 год колебались от 0 до 2,82, а р. Б. Узень за тот же период — от 0 до 2,76.

Рассмотрение реального ряда наблюденных величин стока показывает, что сочетание маловодных лет (с годовым стоком меньше многолетней нормы) с многоводными (с годовым стоком больше нормы) может быть самое разнообразное. В 25% всех случаев наблюдалось чередование

Таблица 13

Средние годовые расходы воды и модульные коэффициенты годового стока рр. Большой и Малый Узень

(без учета наполнения прудов в бассейнах рек)

Год	р. Большой Узень — г. Новоузенск ( $F = 7480 \text{ км}^2$ )		р. Малый Узень — с. Малый Узень ( $F = 3930 \text{ км}^2$ )	
	средние годовые расходы $\text{м}^3/\text{сек.}$	модульные коэффициенты	средние годовые расходы $\text{м}^3/\text{сек.}$	модульные коэффициенты
1909	1,42	0,18	(0,7)	(0,15)
1910	1,19	0,15	(0,5)	(0,11)
1911	1,19	0,15	(0,5)	(0,11)
1912	11,4	1,44	(6,7)	(1,44)
1913	8,55	1,08	(5,0)	(1,08)
1914	17,1	2,16	(10,2)	(2,20)
1915	3,09	0,39	(1,7)	(0,37)
1916	17,6	2,22	(10,5)	(2,26)
1917	21,8	2,76	(13,1)	(2,82)
1918	4,98	0,63	(2,8)	(0,60)
1919	5,75	0,72	(3,3)	(0,71)
1920	18,8	2,37	(11,2)	(2,42)
1921	5,70	0,72	(3,3)	(0,71)
1922	19,0	2,40	(11,4)	(2,46)
1923	10,4	1,31	(6,1)	(1,32)
1924	8,47	1,07	(5,0)	(1,08)
1925	7,60	0,96	(4,4)	(0,95)
1926	15,8	1,99	(9,4)	(2,02)
1927	12,3	1,55	(7,3)	(1,57)
1928	4,51	0,58	(2,6)	(0,56)
1929	10,2	1,29	6,89	1,48
1930	0,31	0,04	0	0
1931	9,37	1,18	6,24	1,34
1932	17,0	2,14	9,72	2,10
1933	0	0	0	0
1934	1,04	0,13	0,16	0,04
1935	2,64	0,33	0,98	0,21
1936	0,82	0,10	0,70	0,15
1937	(1,05)	(0,13)	0,64	0,14
1938	(1,63)	(0,21)	(0,36)	(0,08)
1939	(0,50)	0,06	(0,30)	(0,06)
1940	(1,4)	0,18	(0,70)	(0,15)
1941	(18,0)	2,27	(10,8)	(2,33)
1942	(18,6)	2,34	(11,5)	(2,48)
1943	(1,4)	0,18	(0,69)	(0,15)
1944	(2,5)	0,31	(1,37)	(0,30)
1945	(0,6)	0,08	(0,4)	(0,09)
1946	(12,5)	1,58	7,40	1,59
1947	(6,4)	0,81	3,72	0,80
1948	(15,0)	1,89	(8,27)	1,78
1949	7,85	0,99	3,49	0,75
Средн.	7,94	1,00	4,64	1,00

годы маловодных лет с многоводными (или наоборот); встречались также два (1916—1917, 1918—1919, 1931—1932 гг.) и три (1909—1911, 1912—1914 гг.) маловодных или многоводных года, следовавших один за другим.

Были также и более продолжительные маловодные и многоводные периоды. Следует отметить 6-летний многоводный (1922—1927 гг.) и 8-летний маловодный (1933—1940 гг.) периоды. Особенно продолжительные засушливые периоды, в течение нескольких лет, наблюдаются южнее Камыш-Самарских озер, а также в пределах Черных земель и Ногайской степи.

Определение вероятных колебаний годового стока обычно производится по теоретическим кривым обеспеченности стока, для построения которых, как известно, необходимы три параметра:  $M$  — норма стока,  $C_v$  — коэффициент вариации стока и  $C_s$  — коэффициент асимметрии.

Вычисленные значения  $C_v$  и  $C_s$  годового и весеннего стока рек рассматриваемого района приводятся в табл. 14 и 15. Определение параметра  $C_v$  производилось при числе членов ряда не менее 10, а  $C_s$  — не менее 30 лет.

Как следует из данных табл. 14, значение коэффициента вариации годового стока в пределах Сыртового Заволжья и Прикаспийской низменности меняется с севера на юг от 0,62 до 0,91.

Коэффициент вариации годового стока  $r$ . Сал равен 0,97, в пределах восточного склона Ергеней и Ставропольской возвышенности значения его, в связи с большей естественной зарегулированностью стока, меняются от 0,35 до 0,53.

Для вычисления коэффициента вариации годового стока неизученных рек обычно применяются эмпирические интерполяционные формулы. Из числа таких формул наиболее известна формула Д. Л. Соколовского:

$$C_v = a - 0,063 \lg (F + 1),$$

где  $F$  — площадь водосбора в  $\text{км}^2$ ,  $a$  — географический параметр, характеризующий климатическую изменчивость стока.

Параметр  $a$  сравнительно плавно меняется по территории и его значение может быть определено методом аналогии, по данным наблюдений на исследованных реках. Вычисленные значения параметра  $a$  для изученных рек приводятся в табл. 14.

Параметр  $a$  для неизученных рек может быть также определен по карте (рис. 7), составленной в ГГИ [4].

Как известно, нижним теоретическим пределом соотношения параметров  $C_s$  и  $C_v$  является равенство:

$$C_s = 2C_v.$$

Вычисленное значение  $C_s$  для р. Б. Узень у г. Новоузенска равно 0,40, что дает соотношение параметров  $C_s = 0,44C_v$ . Для ряда рек засушливых районов степной зоны также было получено соотношение  $C_s < 2C_v$ . Это обстоятельство показывает, что полученные значения  $C_s < C_v$  непосредственно из данных наблюдений, с одной стороны, могут объясняться ошибкой вычисления, а с другой, поскольку такое соотношение встречается в большом числе случаев (16), тем, что теоретические кривые обеспеченности, применяющиеся в гидрологии, не совсем отвечают распределению речного стока.

Поэтому в практике гидрологических расчетов значительное распространение получило определение коэффициента асимметрии путем подбора его значения для построения такой кривой обеспеченности стока, которая наиболее соответствует эмпирическим точкам.

Наблюденным величинам годового стока рр. Б. и М. Узень соответствует кривая обеспеченности стока, построенная при соотношении  $C_s = 1,5C_v$ .

Таблица 14  
Коэффициенты вариации и асимметрии годового стока

Река — пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдений	Число лет	$C_v$	$C_s$ вычисл.	$\alpha$
Бассейн р. Дон						
Сал — х. Барабанщиков	13 730	1928—1941; 1944—49	20	0,97	—	1,23
Реки между р. Тереком и р. Волгой						
Кума — с. Стародубское	11 200	1929—30; 1935—41; 1944—49	15	0,35	—	0,60
Кума — г. Буденновск	15 470	1927—41; 1944—49	21	0,53	—	0,79
Калаус — с. Петровское	4 760	1933—34; 1936; 1938; 1940—41; 1944—49	12	0,51	—	0,74
М. Тингута — Тингутинская оп.-мелиор. станция	160	1901—1909; 1912—13; 1916; 1923—24; 1926	15	0,39	—	0,53
Бассейн р. Волги						
Самара — с. Ново-Сергиевка	1 460	1934—1949	16	0,62	—	0,82
Бузулук — с. Байгородовка	1 810	1934; 1937; 1940—49	12	0,65	—	0,85
Б. Караман — с. Советское	3 520	1923; 1926—27; 1929; 1931—32; 1934—35; 1938; 1941—42; 1944—45	13	0,79	—	1,01
Соленая Куба — Валуйская опыт. станция	1 130	1888, 1911, 1921, 1923—30	11	0,73	—	0,92
Реки между р. Волгой и р. Уралом						
М. Узень — с. Малый Узень	3 930	1909—49	41	0,89	0,49	1,12
Б. Узень — г. Новоузенск	7 480	1909—49	41	0,91	0,40	1,15
Бассейн р. Урал						
Урал — с. Кушум	180 000	1915—17; 1921—30; 1933—47	28	0,72	—	1,05

При отрицательных значениях годового стока, полученных при таком соотношении параметров  $C_v$  и  $C_s$ , его следует принимать равным нулю. В действительности, за период наблюдений сток р. Б. Узень у г. Новоузенска (площадь водосбора 7480 км<sup>2</sup>) в 1933 г. был равен нулю, а в 1930 г. стока на этой реке почти не было. Река М. Узень у с. Малый Узень (площадь водосбора 3930 км<sup>2</sup>) в 1930 и 1933 гг. стока не имела.

Следует иметь в виду, что в наиболее маловодные годы сток, если он наблюдался, полностью задерживается в многочисленных прудах, имеющихся в большом количестве на реках рассматриваемой территории, или же в разобщенных плесах. Таким образом, в маловодные годы наблюденный сток с малых водосборов может быть более значительным, чем с больших.

Соотношение  $C_s = 1,5C_v$  может быть принято при расчете вероятных колебаний годового стока рек, протекающих в Прикаспийской низменности, и рек бассейна р. Сал.

Для рек Сыртowego Заволжья, протекающих в условиях более влажного климата, при расчетах стока различной обеспеченности следует принять  $C_s = 2C_v$ . Вероятные колебания стока неизученных временных водотоков в Сыртовом Заволжье, в бассейне р. Сал и на склонах Ставропольской возвышенности (при площади водосбора менее  $1000 \text{ км}^2$ )

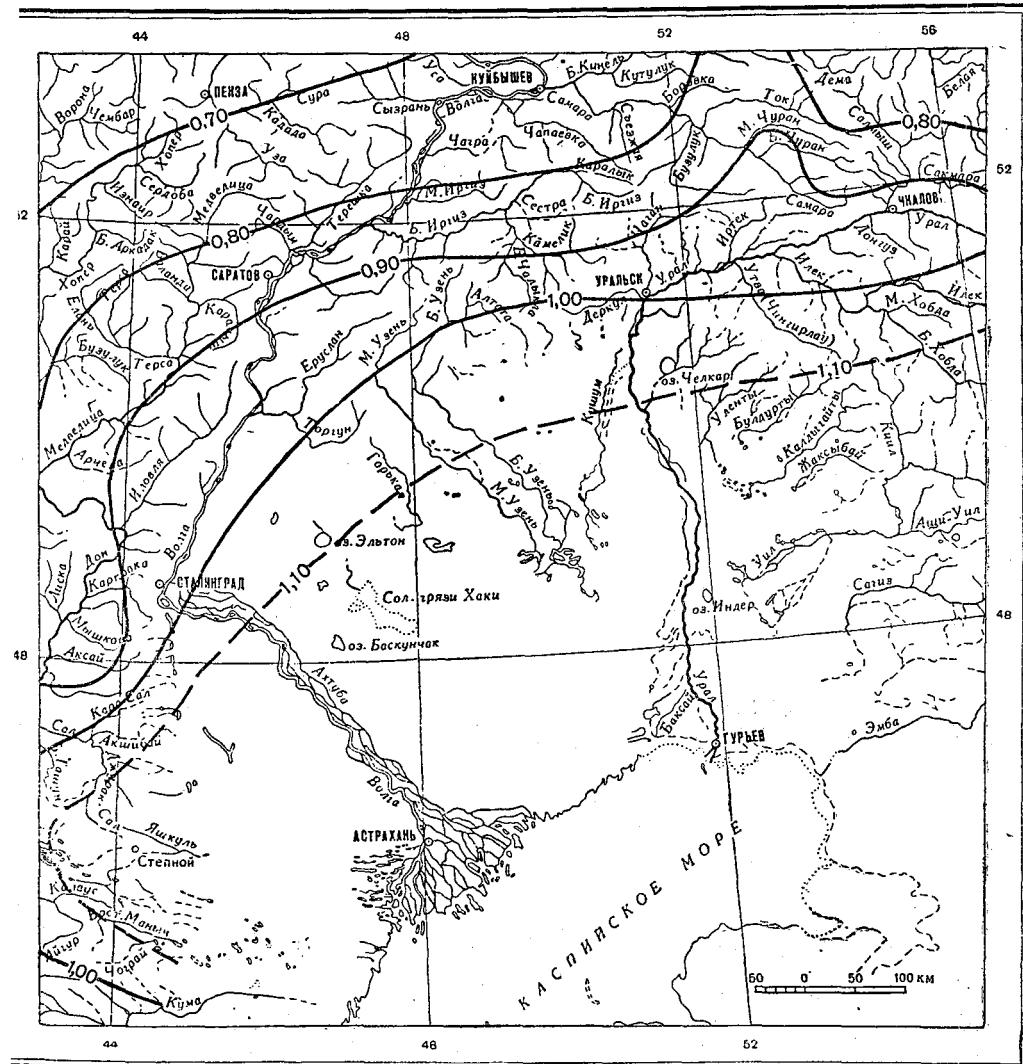


Рис. 7. Карты параметра  $a$  в формуле Д. Л. Соколовского для определения коэффициента вариации годового стока.

могут быть определены по теоретическим кривым обеспеченности стока, построенным на основании карты нормы весеннего стока (рис. 6) и параметров  $C_s$  и  $C_v$ .

В отличие от годового стока, изменчивость весеннего поверхностного стока мало зависит от площади водосбора (табл. 15). Это вполне естественно, так как размер водосбора является показателем объема водоносных пластов и, следовательно, величины подземного стока, являющегося фактором естественной зарегулированности стока, который в данном случае отсутствует. Как уже указывалось ранее, в маловодные

Таблица 15

## Коэффициенты вариации и асимметрии весеннего стока

Река — пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдений	Число лет	$C_v$	$C_s$ вычисл.
Бассейн р. Дон					
Сал — х. Барабанщиков . . .	13 730	1928—41; 1944—49	21	0,95	—
Калаус — с. Петровское . . .	4 760	1936—41; 1943—49	13	0,86	—
М. Тингута — Тингутинская оп.-мелиор. станция . . .	160	1901—09; 1912—13; 1916; 1923—24; 1926	15	0,39	—
Бассейн р. Волги					
Самара — с. Ново-Сергиевка . . .	1 460	1936—49	14	0,72	—
Бузулук — с. Байгородка . . .	1 810	1937—49	13	0,67	—
М. Иргиз — с. Селезниха . . .	2 110	1931—35; 1938—43	11	0,92	—
Б. Иргиз — с. Березово . . .	19 790	1935—37; 1940—45; 1947	10	1,09	—
Камелик — с. Ново-Спасское . . .	8 900	1929; 1931—38; 1949	10	1,09	—
Б. Караман — с. Советское . . .	3 520	1923; 1926—27; 1929; 1931—32; 1934—6; 1938; 1940—42; 1944—45	15	0,89	—
Еруслан — с. Песчанка . . .	4 200	1933—38; 1940—42; 1948	10	1,25	—
Соленая Куба — Валуйская опыт. станция . . .	1 130	1888; 1911; 1921; 1923—30	11	0,74	—
Реки между р. Волгой и р. Уралом					
М. Узень — с. Малый Узень . . .	3 930	1929—37; 1946—49	13	0,98	—
Б. Узень — г. Новоузенск . . .	7 480	1909—49	41	0,91	0,40
Бассейн р. Урал					
Урал — с. Кушум . . .	180 000	1913; 1915—18; 1922—47	31	0,86	0,87

годы в Прикаспийской низменности сток с малых водосборов относительно больше, чем с больших.

Таким образом, изменчивость весеннего стока в основном определяется климатическими факторами, что дает основание для составления карты изолиний коэффициента вариации весеннего стока (рис. 8).

Необходимый для расчета коэффициент асимметрии весеннего стока  $C_s$ , так же как и для годового стока, определяется по соотношению  $C_s = 1,5C_v$ .

Представление о распределении стока временных водотоков в средне-маловодные годы (сток, обеспеченный на 80%) дает карта (рис. 9), построенная по данным непосредственных наблюдений, т. е. без учета емкости прудов в бассейнах отдельных рек.

Как показано на карте (рис. 9), в средне-маловодные годы слой стока в северной части Прикаспийской низменности составляет от 1 до 10 мм, а в южной < 1 мм, т. е. практически отсутствует.

Приведенные карты могут служить для непосредственных расчетов стока малых рек и временных водотоков (площадью водосбора менее 1000 км<sup>2</sup>) в маловодные годы, обеспеченные на 80%. При этом следует учитывать, что карта отражает искусственную зарегулированность стока

прудами, существовавшими на данной территории в период 1909—1949 гг.

Изменчивость стока в пределах Прикаспийской низменности характеризуют данные табл. 16, где приводится годовой сток рр. Б. и М. Узень различной обеспеченности.

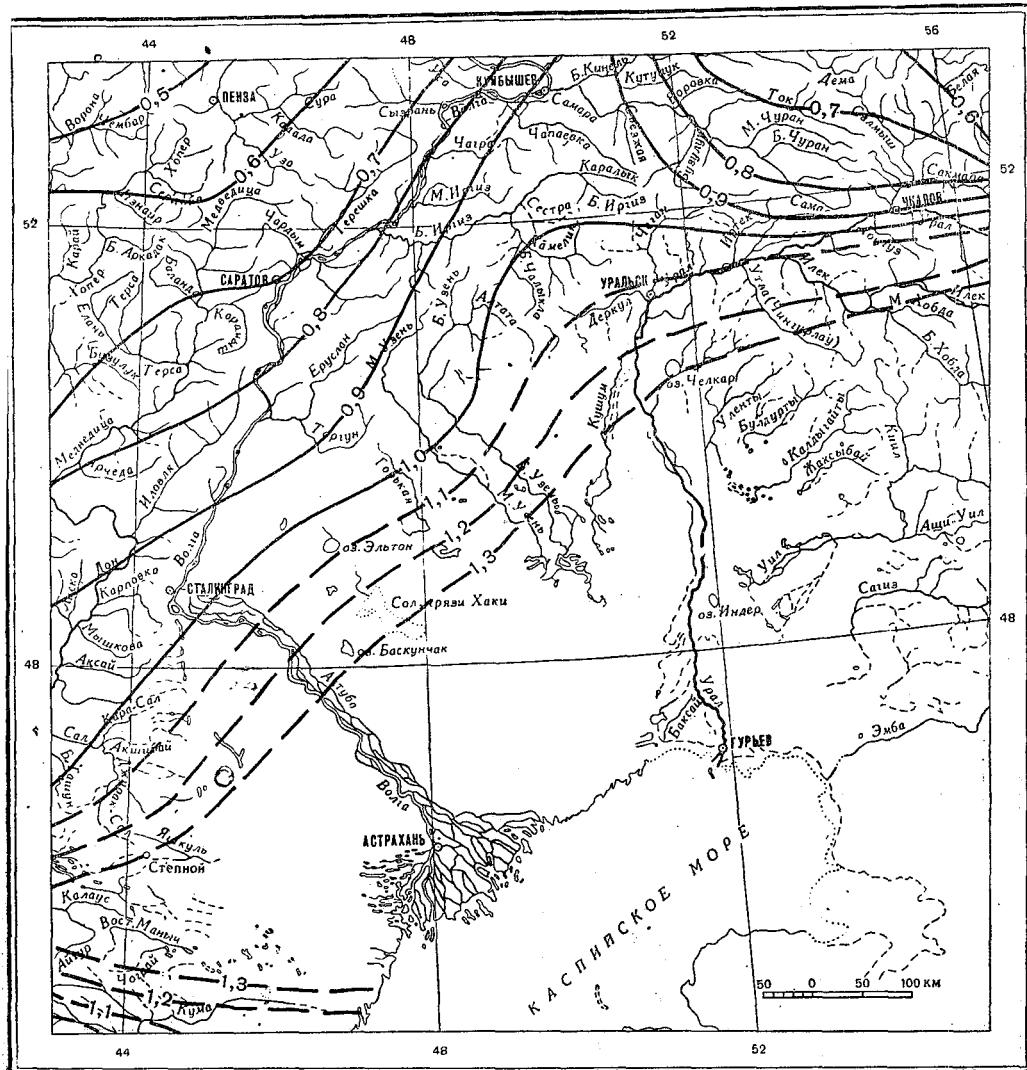


Рис. 8. Карта коэффициентов вариации весеннего стока (без учета зарегулированного стока в прудах и водохранилищах).

Как уже указывалось ранее, весенний сток в Прикаспийской низменности одновременно является и годовым. Поэтому приведенные данные характеризуют изменчивость стока как больших, так и малых водотоков в рассматриваемом районе, без учета емкости прудов в бассейнах рек.

Средняя емкость прудов за период 1909—1949 гг., как уже указывалось выше, составляет в бассейнах рек Б. и М. Узень соответственно 13 и 16,4% от нормы стока годового стока, или 4,5 и 6,1 мм слоя стока. Сравнение этих величин с данными табл. 3 показывает, что в годы, обеспе-

ченные по водности на 80—85%, сток рр. Б. и М. Узень полностью задерживается в прудах.

Если учесть, что приведенные выше расчеты относятся к средней емкости прудов в бассейнах указанных рек за период 1909—1949 гг., которая с начала данного периода увеличилась в бассейне р. М. Узень

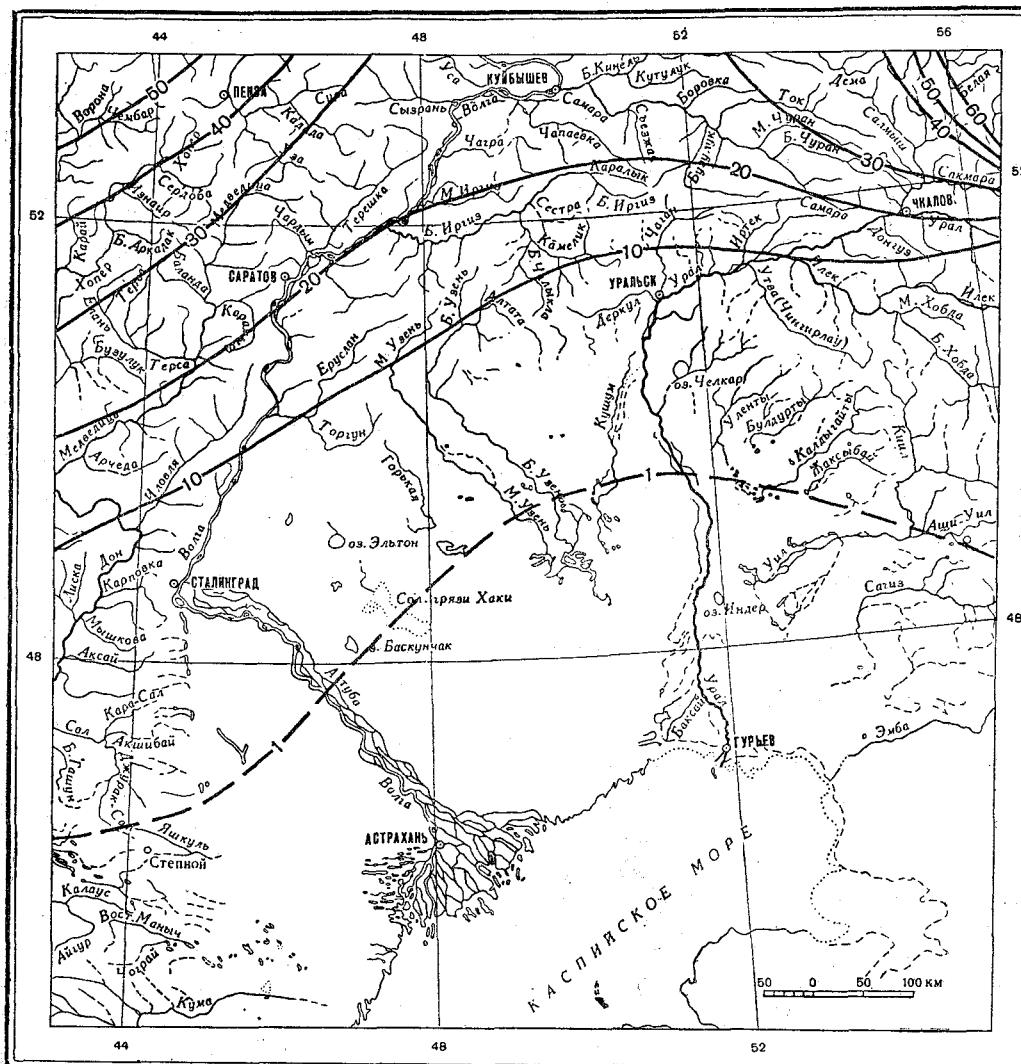


Рис. 9. Весенний сток обеспеченностью 80% (с водосборами менее 1000 км<sup>2</sup>), без учета за регулированного объема в прудах и водохранилищах (в мм).

более чем в два раза, а в бассейне р. Б. Узень — даже более чем в два с половиной раза (табл. 10 и 11), то в конце периода слой задержанного в прудах стока должен увеличиться.

По данным на 1950 г., в бассейне р. Б. Узень уже задерживался сток, выражающийся слоем в 5,8 мм, а в бассейне р. М. Узень — слоем 7,8 мм.

В дальнейшем с увеличением числа прудов в Заволжье и Прикаспийской низменности зарегулированность местного стока возрастет еще больше.

Если по отношению к норме стока зарегулированный объем составляет 15—20 %, то, как уже указывалось, в маловодные годы он доходит до 100 %. Поэтому расчет стока различной обеспеченности неизученных в гидрологическом отношении водотоков по картам нормы стока и коэффициента вариации стока, построенным по данным непосредственных наблюдений, может привести как к преуменьшению, так и к преувеличению стока, в зависимости от количества прудов в бассейне данного водотока, изменяющегося как по времени, так по территории.

Таблица 16

Слой стока различной обеспеченности, рассчитанный по данным непосредственных наблюдений за период 1909—1949 гг.  
(без учета емкости прудов в бассейне реки)

Процент обеспеченности годового стока	р. Большой Узень (пл. водосбора 7480 км <sup>2</sup> )		р. Малый Узень (пл. водосбора 3930 км <sup>2</sup> )	
	модульный коэффициент	слой стока, мм	модульный коэффициент	слой стока, мм
1	3,95	130	3,89	148
3	3,15	104	3,09	117
5	2,76	91	2,71	103
10	2,22	73	2,20	84
20	1,65	54	1,64	62
25	1,45	48	1,44	55
30	1,29	43	1,28	49
40	1,03	34	1,03	39
50	0,80	26	0,81	31
60	0,60	20	0,62	24
70	0,42	14	0,44	17
75	0,33	11	0,34	13
80	0,24	8	0,25	10
90	0,04	1,3	0,06	2,3
95	0	0	0	0
97	0	0	0	0
99,0	0	0	0	0
99,9	0	0	0	0

Наиболее обоснованный расчет вероятных колебаний стока в данных условиях может быть произведен по карте естественного стока (с учетом емкости прудов) и по соответствующим образом прокорректированным значениям коэффициентов вариации. Такие расчеты могут производиться для территории Заволжья, где известна емкость прудов, регулирующих сток.

Коэффициенты вариации, вычисленные по восстановленным рядам фактического весеннего стока для трех опорных пунктов, оказались меньшими, чем по данным непосредственных наблюдений. Последнее объясняется тем, что постоянная добавка к наблюденным величинам стока объема стока, задержанного в прудах, в значительной степени увеличила сток маловодных лет и мало сказалась на величине стока многоводных лет. Тем самым эта добавка уменьшила общую амплитуду колебаний стока. Соответственно этому коэффициенты вариации весеннего стока для опорных пунктов получили значения, приведенные в табл. 17.

Так как приведенных данных недостаточно для корректировки карты коэффициентов вариации весеннего стока, то дополнительно были определены значения  $C_v$  для остальной территории Заволжья, не освещенной наблюдениями.

Коэффициенты вариации весеннего стока, с учетом его объема, зарегулированного прудами, для этой территории определены по формуле, применяющейся в математической статистике для перехода от коэффициента изменчивости одного ряда варьирующих величин к коэффициенту

Таблица 17

Река — пункт	Коэффициенты вариации весеннего стока		
	без учета зарегулированного стока	с учетом зарегулированного стока	изменение в %
Б. Узень — г. Новоузенск	0,91	0,74	-0,19
М. Узень — с. Малый Узень	0,98	0,75	-0,24
Б. Караман — с. Советское	0,89	0,70	-0,21

изменчивости другого ряда, полученного путем изменения всех членов первого ряда на постоянную величину:

$$C_{v \text{ незарег}} = C_{v \text{ зарег}} \frac{h_{\text{зарег}}}{h_{\text{незарег}}},$$

где

$C_{v \text{ незарег}}$  — коэффициент вариации для ряда величин стока с учетом его объема, зарегулированного прудами;

$C_{v \text{ зарег}}$  — то же, без учета зарегулированного стока в прудах (определенный по рис. 8);

$h_{\text{зарег}}$  — слой стока, определенный по карте, построенной по данным непосредственных наблюдений, в мм (рис. 4);

$h_{\text{незарег}}$  — то же, определенный по карте, построенной с учетом стока, зарегулированного прудами, в мм (рис. 6).

Постоянная величина, добавленная к ряду варьирующих величин весеннего стока, в нашем случае представляет собой средний объем ежегодного наполнения прудов.<sup>1</sup>

Некоторое уменьшение коэффициента вариации весеннего стока, показанное на рис. 10, вполне закономерно и физически объяснимо. Местные жители не знают такого года в южном Заволжье, чтобы сток совершенно отсутствовал. Наблюдались годы, когда объем стока поглощался полностью прудами и пересохшими плесами, но это не означает, что сток отсутствовал совсем.

Таким образом, наличие нулевого стока в некоторые годы на реках Заволжья объясняется тем, что сток в такие годы был полностью задержан в прудах и естественных речных плесах.

Как уже указывалось выше, весенний сток для рассматриваемого района является годовым. Только в низовьях рр. Еруслана и Б. Карамана наблюдается течение круглый год, вследствие выхода в русла подземных вод.

<sup>1</sup> Такой прием учета вероятных колебаний годового стока применим также в условиях изменения гидрометеорологического режима в результате других мероприятий хозяйственной деятельности.

Колебания незарегулированного (фактического) весеннего стока за отдельные годы на территории южного Заволжья выражены сравнительно резко. Так, например, модульные коэффициенты стока за 41 год наблюдений на р. Б. Узень у г. Новоузенска колебались от 0,13 до 2,56, на р. М. Узень у с. Малый Узень — от 0,137 до 2,55.

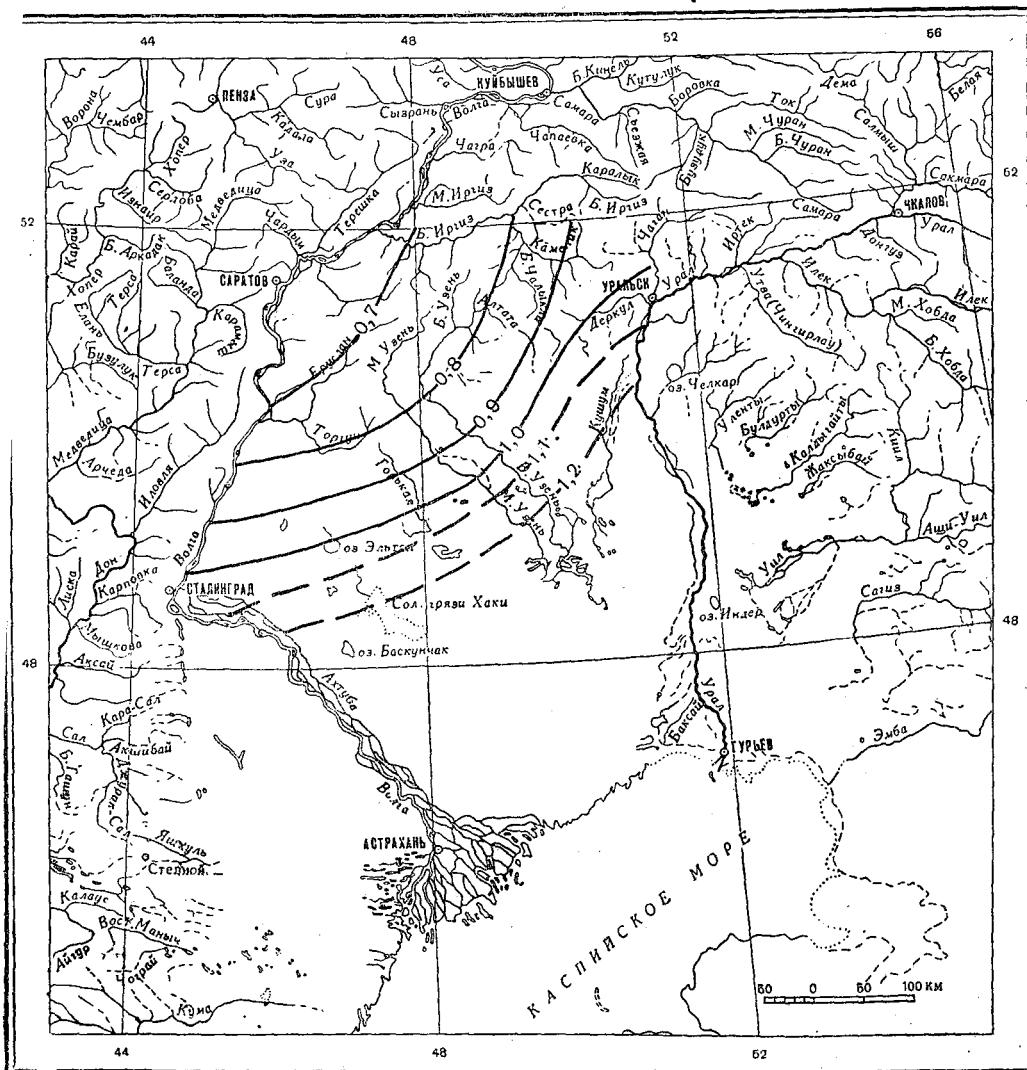


Рис. 10. Карта коэффициентов вариации весеннего стока (с учетом зарегулированного стока в прудах и водохранилищах).

Вычисленные коэффициенты вариации фактического годового стока этих рек составили соответственно 0,74 и 0,75.

К югу от широты г. Новоузенска коэффициент вариации незарегулированного весеннего стока увеличивается до 1,30 (у Камыш-Самарских озер), а к северу — уменьшается до 0,70 (близ устья р. Б. Иргиз).

На рис. 11 показаны совмещенные кривые обеспеченности годового стока р. Б. Узень у г. Новоузенска, определенного с учетом наполнения прудов в бассейне реки и без учета. Сток р. Б. Узень в этом пункте

в исключительно маловодные годы равен нулю, вследствие полного задержания его в прудах; при этом условии коэффициент асимметрии ( $C_s$ ) может быть принят  $1,5C_v$ ; если же учесть объем стока, зарегули-

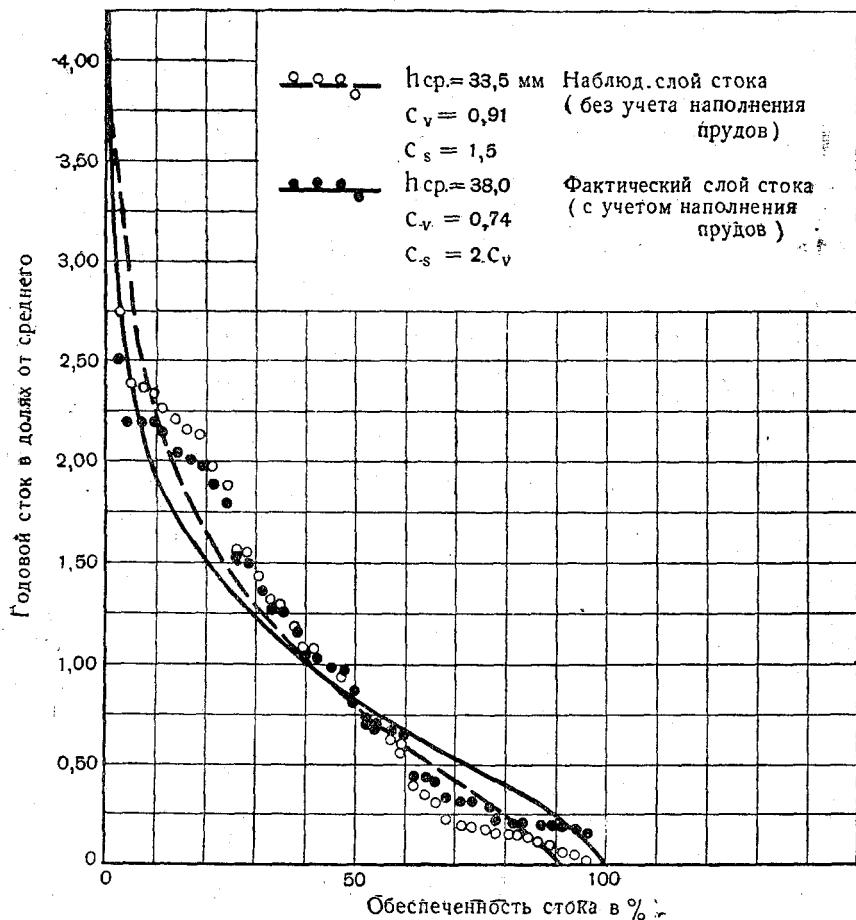


Рис. 11. Кривые обеспеченности годового стока р. Б. Узень (с учетом и без учета наполнения прудов в ее бассейне).

рованный прудами, то эмпирическим точкам годового стока лучше соответствует кривая обеспеченности стока, построенная при  $C_s = 2C_v$ .

### ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА

Распределение стока по сезонам года определяется долей участия различных источников питания. В соответствии с физико-географическими условиями территории основным источником питания рек и временных водотоков здесь является снеговой сток. В северной части района, на реках Сыртowego Заволжья, некоторую, незначительную роль играют дождевые осадки и грунтовое питание. По мере продвижения к югу доля участия дождевых осадков и грунтового питания в формировании речного стока снижается, и для рек Прикаспийской низменности дождевые паводки имеют место лишь как исключение в отдельные годы, а грунтовое питание почти отсутствует.

В целом реки рассматриваемого района относятся по классификации Б. Д. Зайкова к казахстанскому типу внутригодового режима стока, отличающемуся исключительно резкой и высокой волной весеннего половодья и низким, до полного пересыхания рек, стоком в остальное время года.

Исключение представляет р. Кума, верховья которой располагаются в предгорьях Северного Кавказа и имеют преимущественно горно-снеговое питание, обусловливающее затяжное половодье и значительную выравненность стока в году. Однако в некоторые, наиболее засушливые годы в Ногайской степи р. Кума прекращает сток вскоре после окончания весеннего половодья, не доходя таким образом до Каспийского моря.

Кроме воздействия естественных факторов, на внутригодовое распределение стока рек данного района оказывают исказжающее влияние многочисленные пруды.

Основной характеристикой внутригодового распределения стока для условий рассматриваемого района может служить отношение поверхностного стока весеннего половодья к годовому стоку.

Как видно из данных табл. 2, для юго-западной части территории (бассейны рр. Сала, Калауса, Кумы) можно отметить следующие тенденции увеличения доли весеннего стока по отношению к годовому: 1) с продвижением к северу и востоку от увлажненной зоны предгорий Кавказа к засушливым Сальским степям и Прикаспийской полупустыне и 2) с уменьшением площади водосбора.

На р. Куме по указанной выше причине (горно-снеговое питание) половодье затягивается практически на все лето. Несмотря на это, поверхностный сток за весь период половодья составляет всего около 40%, что свидетельствует об исключительно большой равномерности внутригодового распределения стока.

Для р. Калаус, верховья которой располагаются севернее верховьев р. Кумы (пл. водосбора 4760 км<sup>2</sup>), доля поверхностного весеннего стока увеличивается до 54%, а для р. Сал (пл. водосбора 13 730 км<sup>2</sup>), расположенной еще севернее, — до 87%.

Для р. Улы, лежащей на юге района, в верховьях бассейна р. Калаус, несмотря на небольшую площадь водосбора (276 км<sup>2</sup>), доля весеннего поверхностного стока составляет всего 44%, а для р. Айгур (пл. водосбора 2050 км<sup>2</sup>), расположенной примерно на 40' к северу, эта доля возрастает до 78%.

Влияние площади водосбора можно видеть на примере сравнения р. Сал (пл. водосбора 13 730 км<sup>2</sup>), для которой, как указывалось выше, весенний сток составляет 87%, и ее притока — р. Ерик (пл. водосбора 108 км<sup>2</sup>), где величина его доходит до 100%.

Что касается рек, расположенных к востоку от бассейна р. Сал и теряющихся в песках Прикаспийской низменности, то для них, вне зависимости от величины площади водосбора, доля весеннего поверхностного стока составляет 100% от годового.

Для рек северо-восточной части территории (р. Самара у с. Ново-Сергиевка, р. Бузулук у с. Байгородка и р. Чеган у пос. Каменный с площадями водосборов соответственно 1460, 1810 и 4000 км<sup>2</sup>) величина отношения весеннего поверхностного стока к годовому колеблется от 69 до 88%.

Для остальных рек Сыртowego Заволжья эта величина приближается к 100%, что указывает на весьма малую роль дождевого и грунтового питания. Исключение составляют реки, впадающие в р. Волгу, в нижнем течении которых к поверхностному стоку добавляется некоторая часть подземного. Так, например, для р. Еруслана у с. Песчанки (пл. водосбора 4200 км<sup>2</sup>) весенний сток составляет только 76%, тогда как для пунктов, расположенных выше по течению той же реки, эта вели-

чина равна 100%. Это объясняется тем, что р. Еруслан в районе с. Песчанки вступает в долину р. Волги, сложенную водонасыщенными аллювиальными отложениями, за счет которых увеличивается грунтовое питание реки.

По данным, опубликованным до 1940 г., по пр. Б. и М. Иргиз, Камелик, Б. Чалыкла, Б. Кушум, Б. Караман 100% годового стока проходит в весенне-половодье, что указывает на полное отсутствие дождевого и грунтового стока. Однако следует учесть, что измерения до 1940 г. производились несовершенно и лишь за период половодья; при этом в ряде случаев сток определялся по объему наполнения прудов, а в остальную часть года, ввиду его незначительности, совсем не определялся. После 1940 г. сток учитывался более точно, включая и меженние месяцы.

Данные наблюдений за последние годы показывают, что некоторые из перечисленных рек имеют сток в меженние месяцы, но величина его весьма незначительна (обычно не более 5% от годового). Таким образом, ошибка в определении величин годового стока за годы, когда сток в меженние месяцы не учитывался, находится в пределах обычной точности определения стока. Однако этот анализ показывает, что нельзя принимать для всех рек Сыртского Заволжья поверхностный сток весенне-половодья за 100% годового.

Кроме климатических и гидрологических особенностей рассматриваемой территории, на распределение стока рек в течение года оказывают влияние многочисленные пруды. На большинстве рек Заволжья (в особенности его южной части) естественный режим стока наблюдается только в течение кратковременного периода при подъеме весенне-половодья и части его спада. Временные земляные плотины обычно сносятся в начале половодья и вновь восстанавливаются на его спаде для накопления воды. Таким образом, в большинстве случаев часть весенне-половодья после прохождения пика и последующий меженний сток полностью аккумулируются в прудах. В водохранилищах и прудах инженерного типа сток частично аккумулируется в течение всего половодья и меженного периода.

На основании данных наблюдений за последние годы, когда сток учитывался как в период весенне-половодья, так и в межень, можно установить следующие ориентировочные величины отношения поверхностного стока весенне-половодья к годовому для рек Сыртского Заволжья (исключая нижнее течение р. Еруслан):

Площадь водосбора 1 000 км <sup>2</sup> . . . . .	100%
" " 2 000 " . . . . .	98%
" " 5 000 " . . . . .	95%
" " 10 000 " . . . . .	90%
" " 20 000 " . . . . .	85%

В пределах Прикаспийской низменности для всех рек, вне зависимости от их площади водосбора (в частности, для пр. Б. и М. Узень), величина этого отношения весьма близка к 100% (колеблется, повидимому, в пределах 98—100%). Для среднего течения р. Урал доля весенне-половодья в среднем равна 63% (пл. водосбора 180 000 км<sup>2</sup>).

Второй основной характеристикой внутригодового распределения стока для рек рассматриваемого района, отражающей роль грунтового питания, является длительность пересыхания и промерзания рек.

Из анализа имеющихся данных вытекает, что в бассейне р. Сал в годы средние по водности пересыхают и промерзают реки с водосборами менее 1500—2000 км<sup>2</sup>, а в засушливые годы — даже при площадях 15—20 тыс. км<sup>2</sup>. Так, в 1949 г. р. Сал у х. Барабанчиков (площадь 13 730 км<sup>2</sup>) не имела стока в течение 7 месяцев.

Как р. Кума на всем ее протяжении до с. Владимировка (пл. водосбора 21 590 км<sup>2</sup>), так и р. Калаус у с. Петровское (пл. водосбора 4760 км<sup>2</sup>) имеют сток в течение всего года и не пересыхали даже в засушливый 1949 г.; в створе же с. Сергиевского (1600 км<sup>2</sup>) р. Калаус в 1949 г. пересыхала на 3 месяца. Сток р. Кумы уменьшается по мере перехода в прикаспийские пустынные районы и в засушливые годы, как уже указывалось, река не доходит до Каспийского моря. Расположенная ближе к предгорьям Кавказа, р. Ула (пл. водосбора 276 км<sup>2</sup>) в том же 1949 г. совершенно не пересыхала, а расположенная севернее на 40', в зоне засушливых степей, р. Айгур с наибольшей площадью водосбора (2050 км<sup>2</sup>) пересыхала на 9 месяцев.

Реки бассейна р. Самары (Самара, Бузулук и др.), при площадях водосбора свыше 1000 км<sup>2</sup>, имеют сток в течение всего года (возможно лишь кратковременное пересыхание и промерзание в отдельные годы). При меньших площадях водосбора пересыхание и промерзание наблюдаются ежегодно и длительность этих явлений увеличивается с уменьшением площади водосбора, достигая при площади 500 км<sup>2</sup> 6 месяцев, а при площади 300 км<sup>2</sup> — 11 месяцев.

Аналогичное положение имеет место и для р. Чеган, принадлежащей к бассейну р. Урала, но здесь частичное пересыхание начинается, повидимому, при более высоком значении площади водосбора (порядка 1500—2000 км<sup>2</sup>).

Что касается остальных рек Сыртowego Заволжья, то для них следует учесть приведенное выше замечание об отсутствии за период до 1940 г. учета меженного стока, в связи с чем приводимые для этих рек данные по длительности пересыхания, повидимому, являются значительно преувеличенными, или, иными словами, соответствуют не полному пересыханию, а лишь снижению стока до очень малых величин. Опираясь на более надежные данные последних лет, можно приблизенно оценить длительность бессточного периода для рек с разными площадями водосборов следующим образом:

Площадь водосбора	Период отсутствия стока
500 км <sup>2</sup>	6—11 месяцев
1 000 "	4—8 "
2 000 "	2—6 "
5 000 "	0—4 "
10 000 "	0—2 "
20 000 "	0—1 "

Река Еруслан в нижнем течении по вышеуказанным причинам составляет исключение и имеет сток в течение всего года (у с. Песчанка при площади водосбора 4200 км<sup>2</sup>).

Все реки заволжской части Прикаспийской низменности, независимо от величины площади водосбора, имеют бессточный период от 8 до 11 месяцев в году. В отдельные засушливые годы сток отсутствует в течение всего года. Как уже указывалось, например, на р. Малый Узень у с. Малый Узень (пл. водосбора 3930 км<sup>2</sup>) в 1930 и 1933 гг. стока не было, а на р. Большой Узень у г. Новоузенска (площадь 7480 км<sup>2</sup>) в 1933 г. стока почти не было. В эти годы, как указывалось выше, сток полностью был задержан прудами вследствие его незначительной величины.

Для целей водохозяйственных расчетов необходимо установление внутригодового распределения стока для лет со стоком различной обеспеченности.

Весьма часто в качестве основного принимается распределение, среднее за многолетний период или, как его иногда называют, распределение за средний фиктивный год. Однако, как показывают результаты

сопоставления, среднее фиктивное распределение получается обычно более слаженным, по сравнению с распределением в реальные, средние по водности годы, что объясняется несовпадением в разные годы времени прохождения весеннего половодья и дождевых паводков. Различие между ними получается тем резче, чем меньше берутся интервалы времени (т. е. для суточных расходов резче, чем для среднемесячных). Поэтому обычно более целесообразно принимать для расчета распределение стока за реальный год, близкий по величине стока к среднему и с наиболее часто повторяющимся характером внутригодового распределения. Учитывая изложенное, в табл. 18, помимо среднего за период наблюдений распределения, приводится также распределение стока за реальный средний год.

Так как с точки зрения использования водных ресурсов для различных народнохозяйственных целей наиболее невыгодным является распределение с низкой меженностью, то для основных пунктов, где имеются более длительные наблюдения, помимо распределения для года маловодного по величине годового стока, в табл. 18 приводится распределение также и для года с наиболее низкой меженностью. Большая часть годового стока рек рассматриваемой территории проходит в весенний сезон. Основной объем весеннего стока в юго-западной части территории обычно проходит в течение марта, а в северо-восточной — в течение апреля, но спад половодья распространяется на следующий месяц. В соответствии с климатическими особенностями территории, за весенний сезон для ее юго-западной части принимаем март и апрель, а для северо-восточной — апрель и май. Однако в некоторые годы весенне половодье наблюдается раньше, и в этом случае весенний сток проходит в течение февраля—марта или марта—апреля.

Распределение стока

Река	Пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдений	Число лет	Характеристика года		
						I	II

Бассейн

Сал	х. Барабанщиков	13 730	1928—49	19 (22)	Средний за период Средний 1934 Маловодный 1930 С наиболее низкой меженностью 1949	2,71 1,28 8,11 5,09	22,4 1,17 8,88 8,73
-----	-----------------	--------	---------	---------	---	------------------------------	------------------------------

Реки между р. Тере

Калаус	с. Петровское	4 760	1930—41 1943—48	11 (18)	Средний за период Средний 1945 Маловодный 1936 С наиболее низкой меженностью 1938	2,18 1,50 1,89 3,27	10,1 6,79 1,83 3,13
Балка Малая Горькая	с. Сергиевское	108	1933—35; 1937—38; 1940, 1947	3 (7)	Средний за период Маловодный 1935	0,32 16,7	1,64 33,2
Кума	х. Золка . . .	8 100	1932—41	8 (10)	Средний за период Средний 1937 Маловодный с наи- более низкой меженностью 1938	3,41 2,93 6,61	5,25 6,65 5,36

На реках Сыртowego Заволжья наблюдается некоторое повышение стока в октябре—ноябре; этот период может быть принят за осенний сезон. Летний сезон, таким образом, приходится на июнь—сентябрь (иногда на май—сентябрь), а зимний — на декабрь—март (иногда на декабрь—февраль).

Для рек Прикаспийской низменности за весенний сезон можно принять апрель (или март). Вся остальная часть года может практически рассматриваться как общий бессточный сезон.

Река Кума, в связи с горно-снеговым питанием ее верховьев, имеет половодье, продолжающееся до июля, а в некоторые годы и до сентября включительно. Этот период может быть условно принят за половодный.

Длительность вегетационного периода в пределах рассматриваемой территории может быть принята (с округлением до целых месяцев) с мая по сентябрь.

Для р. Сал у х. Барabanчиков (пл. водосбора 13 730 км<sup>2</sup>) сток за вегетационный период составляет в среднем всего 3—4%, а в отдельные годы падает до 0,5%; для р. Ерик (пл. водосбора 182 км<sup>2</sup>) он близок нулю.

К югу величина стока за вегетационный период значительно повышается. Так, для р. Калаус у с. Петровское (пл. водосбора 4760 км<sup>2</sup>) она составляет в среднем около 25%, для балки Малая Горькая с площадью водосбора всего 108 км<sup>2</sup> она равна 22%. Наконец, для р. Кумы (в верхнем и среднем течении) эта величина доходит до 45—50% годового стока.

Для р. Самары у с. Ново-Сергиевка и для р. Б. Иргиз у с. Березово-рала — марта или марта — апреля.

Таблица 18

в течение года

Сток в % от годового												Средний годовой	
III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год	расход, м <sup>3</sup> /сек.	модуль стока, л/сек. с 1 км <sup>2</sup>	
47,3	21,3	1,32	0,78	0,44	0,78	0,42	0,51	0,73	1,31	100	9,85	0,7	
87,9	4,93	0,52	0,31	0,60	0,53	0,41	0,50	1,02	0,83	100	10,9	0,8	
68,5	3,70	1,78	1,00	0,77	0,70	0,85	1,30	1,47	2,94	100	1,08	0,08	
78,5	7,23	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,39	0,03	
<b>р. Дон</b>													
42,7	14,9	5,34	6,53	9,12	2,81	1,64	1,12	1,96	1,60	100	2,37	0,5	
49,7	7,92	9,15	17,8	1,02	0,83	0,72	2,14	1,16	1,27	100	2,00	0,4	
1,69	0,94	0,78	59,1	31,5	0,42	0,45	0,42	0,45	0,53	100	0,26	0,05	
76,7	14,7	0,83	0,90	0,08	0,07	0,08	0,08	0,10	0,06	100	1,21	0,3	
5,65	1,49	1,12	7,06	11,2	15,9	17,3	16,9	21,1	0,32	100	0,178	1,6	
16,7	16,7	16,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,01	0,09	
10,8	13,3	13,1	13,5	10,9	8,05	5,57	6,22	5,73	4,17	100	13,7	1,7	
10,5	13,2	18,7	19,5	5,12	5,69	5,81	4,00	4,14	3,76	100	13,5	1,7	
16,4	17,4	20,6	15,4	2,77	2,25	2,13	3,69	4,28	3,11	100	6,70	0,8	

Река	Пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдений	Число лет	Характеристика года		
						I	II
Кума	с. Стародубское	11 200	1927—41	13	Средний за период	3,70	4,79
			1943—47	(20)	Средний 1941	3,44	12,1
	г. Буденновск	15 470	1926—41, 1947	19	Маловодный 1930	3,56	3,11
Кума	с. Владимировка	21 590	1929—38	7	С наиболее низкой меженью 1938	6,80	5,28
				(10)	Средний за период	3,70	4,80
					Средний за период	4,05	5,0
					Маловодный 1930	9,97	8,86
					С наиболее низкой меженью 1938	8,79	7,71

#### Б а с с е й н

Самара	с. Ново-Сергиевка (выше устья р. Кувай) . . .	1 460	1934—47	14	Средний за период	1,36	1,36
"	с. Первомайское	5 970	1933—35	3	Средний 1945	1,16	1,41
"	с. Елшанка . . .	22 500	1933—49	17	Маловодный 1939	0,81	0,91
					С наиболее низкой меженью 1940	1,81	1,18
					Средний 1934	0,95	1,18
Бузулук	с. Байгоровка . . .	1 810	1934; 1937 1940—49	12	Средний за период	5,23	0,86
					Средний 1942	0,36	0,53
					Маловодный 1944	1,35	1,06
					С наиболее низкой меженью 1937	2,66	2,30
М. Иргиз	с. Селезниха . . .	2 110	1931—35; 1937—43; 1945	9 (13)	Средний 1935	0,00	0,00
					Маловодный 1943	1,58	2,14
Б. Иргиз	с. Б. Глушица (ниже плотины)	3 680	1933—37	5	Маловодный 1935	0,00	0,00
"	с. Клевенка . . .	8 140	1929—30 1932—38; 1945	8 (10)	Маловодный 1935	0,00	0,00
"	с. Березово . . .	19 800	193—45; 1947	9 (12)	Маловодный 1945	11,4	11,4
Камелик	с. Ново-Спасское	8 900	1929; 1931—38; 1945	8 (10)	Средний 1931	0,00	0,00
					Маловодный 1933	0,00	0,00
Б. Чалыкла	с. Карловка . . .	3 230	1933—34	2	Маловодный 1933	0,00	0,00
М. Чалыкла	с. Любичкое . . .	595	1933—34	2	Маловодный 1933	0,00	0,00
Б. Кушум	с. Ново-Бельковка . . .	1 640	1932; 1934—35	3	Маловодный 1934	0,00	0,0
Б. Караман	с. Советское (Мариенталь) . . .	3 520	1923; 1926—27; 1929; 1931—32; 1934—45; 1947	12 (19)	Маловодный 1934	0,00	0,00

Сток в % от годового												Средний годовой	
III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год	расход, м <sup>3</sup> /сек	модуль стока, л/сек. с 1 км <sup>2</sup>	
12,3	12,3	12,3	13,6	10,1	7,54	5,94	6,24	6,33	4,86	100	11,9	1,1	
22,0	16,8	12,3	9,44	3,92	4,86	3,44	4,78	3,92	3,00	100	14,4	1,3	
15,0	11,9	15,3	13,8	13,1	3,79	4,83	4,30	5,95	5,30	100	5,38	0,5	
17,0	18,7	21,4	14,3	3,42	2,05	1,32	3,06	3,56	3,16	100	6,75	0,6	
13,6	15,9	12,5	12,0	10,0	7,36	4,70	5,61	5,48	4,45	100	11,1	0,7	
12,8	16,0	11,7	11,1	10,8	7,25	5,14	5,59	5,72	4,83	100	11,9	0,5	
20,0	16,0	9,21	9,01	10,6	1,06	2,22	2,60	4,52	6,85	100	3,15	0,2	
19,0	20,3	20,7	11,5	2,46	0,73	0,64	1,04	2,51	4,62	100	6,16	0,3	

р. Волги

7,13	63,9	10,2	3,50	2,18	1,55	1,82	2,57	2,74	1,69	100	4,08	2,8
1,45	63,3	13,6	5,27	2,25	1,92	1,87	3,15	2,90	1,72	100	4,36	3,0
3,51	62,2	12,2	2,32	0,95	1,50	2,23	4,21	5,84	3,32	100	2,40	1,6
8,75	71,5	5,15	2,09	0,65	0,38	0,81	1,54	3,19	2,95	100	3,13	2,1
1,89	54,9	25,0	4,38	2,41	1,81	1,50	2,16	2,20	1,62	100	11,3	1,9
3,88	57,2	15,6	5,02	2,96	2,26	2,04	2,46	2,67	1,95	100	45,2	2,0
2,78	56,2	12,2	6,63	3,54	2,75	2,74	2,96	3,04	1,93	100	37,2	1,7
4,76	36,7	15,3	5,07	5,94	4,42	4,97	5,85	5,28	3,58	100	13,8	0,6
1,80	63,2	15,2	5,04	2,18	1,80	1,82	2,04	2,24	1,63	100	22,5	1,0
11,9	71,1	6,26	0,64	0,33	0,31	0,41	0,76	1,15	1,05	100	4,05	2,2
0,42	81,6	12,1	0,18	0,57	0,49	0,49	0,61	1,35	1,30	100	4,38	2,4
3,85	69,4	12,2	1,73	1,73	1,84	1,83	1,83	1,73	1,45	100	0,87	0,5
32,8	53,3	2,54	0,25	1,90	0,50	0,69	0,57	1,67	0,81	100	1,48	0,8
0,00	12,3	77,1	4,76	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(1,68)	(0,8)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,51	0,2
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(0,68)	(0,2)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(0,87)	(0,1)
11,5	21,4	5,66	7,26	8,86	8,55	5,94	2,38	2,33	3,32	100	1,93	0,1
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(12,1)	(1,3)
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(0,57)	(0,1)
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(0,15)	(0,05)
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,12	0,2
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(0,18)	(0,1)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	(0,38)	(0,1)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,00	0,00

Река	Пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Период наблюдений	Число лет	Характеристика года		
						I	II
Терешка	с. Улыбовка . . .	6 820	1934—37	3 (4)	Средний 1934	3,77	3,84
	с. Куриловка . . .	7 180	1944—49	6	Средний за период	3,24	2,66
	с. Глотовка . . .	9 700	1939—42	3 (4)	Средний 1949 Маловодный 1945 Средний 1940	3,76 4,96 1,74	3,48 4,33 1,78
Еруслан	с. Верхний Еруслан (Лангенфельд) . . .	1 380	1927—28	2	Средний 1928	0,00	0,00
	с. Красный Кут . . .	1 410	1931—32; 1934—35	4 7	Средний 1935	0,00	0,00
	с. Песчанка . . .	4 200	1933—43	(11)	Средний за период Маловодный 1940	1,58 5,84	1,35 3,02
Соленая Куба	Валуйская опытная станция . . .	1 130	1911, 1921; 1888, 1923—30	11	Средний 1924	0,00	0,00
Торгун	с. Рудиковка . . .	2 700	1926; 1929	2	Маловодный 1929	0,00	0,00

#### Реки между

М. Узень	с. Алексашкино . . .	1 970	1934—35	2	Маловодный 1934	0,00	0,00
	с. Малый Узень . . .	3 930	1909—50	42	Средний за период Средний 1949 Маловодный 1930, 1933	0,00 0,00 0,00	0,00 0,00 0,00
Б. Узень	с. Мавринка . . .	816	1934—35	2	Маловодный 1934	0,00	0,00
	с. Осинов Гай (ниже устья р. Алтаты) . . .	5 040	1934—35	2	Маловодный 1934	0,00	0,00
Алтата	г. Новоузенск . . .	7 480	1909—50	42	Средний 1949	0,00	0,00
	с. Александров Гай . . . . .	9 180	1912, 1914, 1915; 1931—32	5	Маловодный 1933 Средний 1931	0,00	0,00
Алтата	с. Алтата (ниже впадения р. Тумак) . . . . .	3 630	1934—35	2	Маловодный 1934	0,00	0,00

#### Бассейн

Урал	с. Кушум . . . .	180 000	1912—18, 1920—47	32 (35)	Средний за период Средний 1945 Маловодный 1937 С наименее низкой меженью 1940	1,21 0,80 2,24 1,47	1,06 0,70 1,51 1,00
	с. Тополи . . . .	194 000	1936—41, 1943—45, 1947	8 (10)	Средний за период Средний 1945 Маловодный 1937 С наименее низкой меженью 1940	1,76 1,09 2,25 1,70	1,59 0,92 2,04 1,29
	пос. Каменный . . .	4 000	1931—41	7 (11)	Средний за период Маловодный 1937 С наименее низкой меженью 1940	0,73 1,72 0,45	0,71 1,81 0,34
Чеган							

Сток в % от годового												Средний годовой расход, м <sup>3</sup> /сек.	модуль стока, л/сек. с 1 км <sup>2</sup>
III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год			
3,84	43,4	13,8	7,90	4,13	3,91	3,72	4,05	4,11	3,53	100	9,95	1,5	
6,95	52,2	8,79	4,77	3,87	3,58	3,34	3,63	4,11	2,56	100	17,6	2,4	
3,74	52,0	10,6	5,14	3,96	3,55	3,46	3,79	3,53	3,03	100	14,6	2,0	
4,42	35,1	10,7	7,28	4,56	6,41	5,38	5,75	6,61	4,50	100	10,2	1,4	
2,50	54,8	10,3	7,04	5,34	3,78	3,49	3,42	3,85	1,96	100	14,6	1,5	
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	1,84	1,3	
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	1,19	0,8	
5,0	68,7	5,24	3,30	2,65	2,77	1,96	2,19	2,89	2,37	100	2,84	0,7	
3,70	32,2	8,18	7,60	1,95	1,35	2,81	7,80	16,6	8,95	100	0,86	0,2	
100		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	1,80	1,60	
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,86	0,3	

р. Волгой и р. Уралом

0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,18	0,1
17,3	79,7	2,42	0,54	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	4,52	1,2
0,00	97,9	1,75	0,33	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	3,49	0,9
стока не было												
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,20	0,2
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,81	0,1
0,02	94,8	4,62	0,51	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	7,80	1,1
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	9,57	1,00
0,00	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100	0,56	0,2

р. Урал

1,28	25,0	40,6	12,1	5,68	3,74	2,94	2,64	2,30	1,36	100	343	1,9
0,64	12,3	27,6	21,8	10,9	7,41	5,85	5,42	3,70	2,88	100	232	1,3
2,11	32,9	24,1	13,3	7,46	4,47	3,52	3,33	2,80	2,26	100	95,9	0,5
1,11	40,7	24,5	11,3	6,54	3,75	2,47	2,16	2,79	2,21	100	140	0,8
1,91	19,0	32,2	14,1	9,55	5,80	4,51	3,86	3,38	2,34	100	203	1,0
0,86	7,00	25,1	24,1	12,2	8,16	6,51	5,81	4,41	3,84	100	210	1,1
2,26	23,9	28,5	15,7	8,35	5,06	3,82	3,48	2,86	1,78	100	90,6	0,5
1,45	25,7	31,3	13,6	7,79	4,63	3,46	3,16	3,26	2,66	100	135	0,7
2,62	86,8	4,16	1,15	0,56	0,37	0,45	0,59	0,94	0,92	100	5,80	1,5
40,7	41,3	4,32	1,90	1,32	1,13	1,35	1,41	1,45	1,59	100	1,84	0,5
0,83	86,5	3,73	1,88	1,10	0,57	0,64	0,88	1,33	1,75	100	6,14	1,5

15%, для р. Бузулук, р. М. Иргиз у с. Селезниха и р. Чеган у пос. Каменный — около 7—8%. Для остальных рек Сыртового Заволжья этот объем весьма незначителен и приближается к нулю. Для всех рек При-

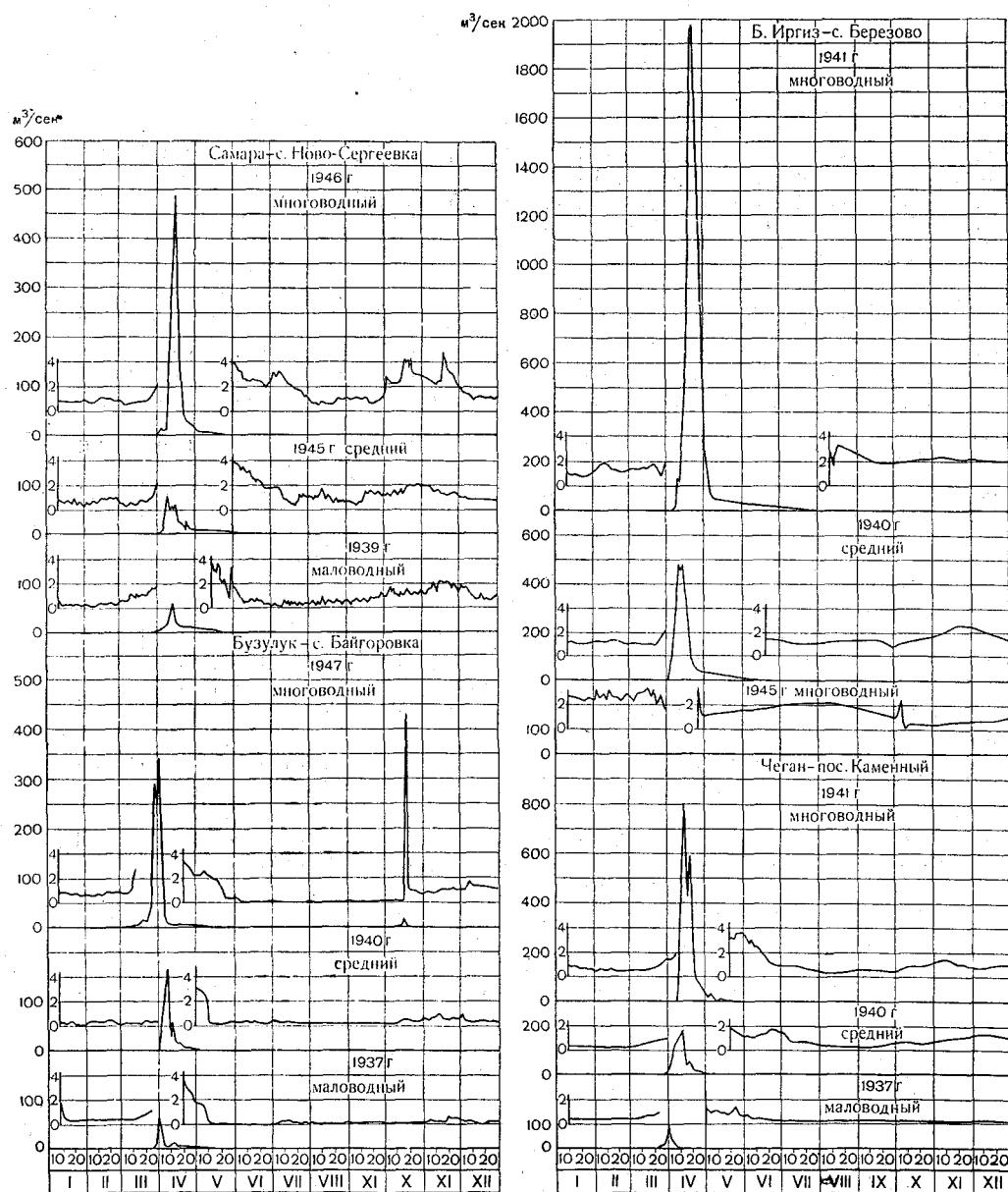


Рис. 12. Графики колебаний расходов воды рек.

каспийской низменности сток в вегетационный период (с V по IX) практически отсутствует.

Анализируя эти данные, можно принять для рек Сыртового Заволжья (кроме рек бассейнов рр. Самары, Чегана и нижнего течения р. Еру-

слан) следующие ориентировочные величины стока за вегетационный период (в процентах от годового).

Площадь водо-	Сток за вегетацион-
сбора, км <sup>2</sup>	ный период, в %
1 000 . . . . .	0—2
2 000 . . . . .	2—7
5 000 . . . . .	5—10
10 000 . . . . .	10—14
20 000 . . . . .	15—25

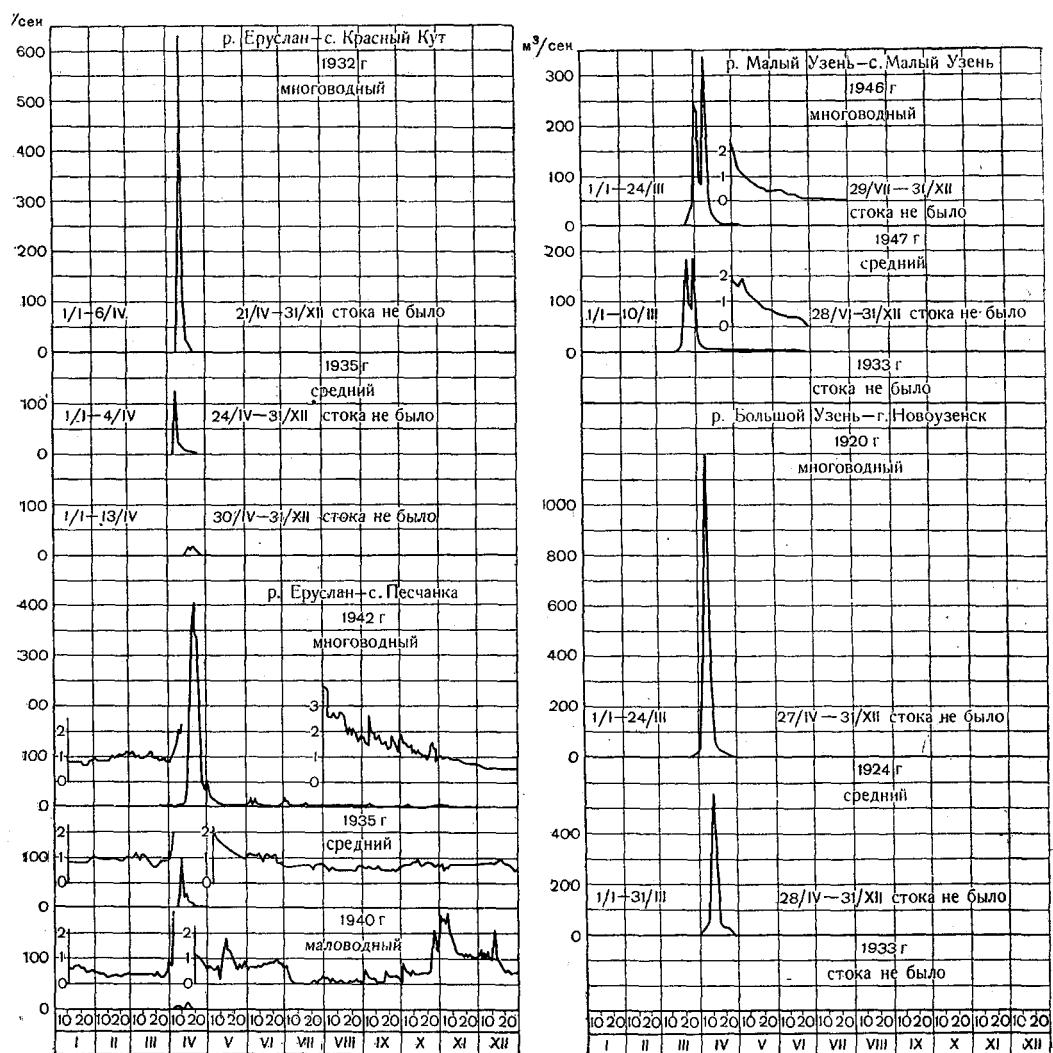


Рис. 13. Графики колебаний расходов воды рек.

В отдельные годы сток за вегетационный период может существенно отличаться от приведенных значений.

Для р. Урал, благодаря позднему прохождению весеннего половодья, сток вегетационного периода достигает около 65 % годового.

Графики колебаний суточных расходов воды типичных рек рассматриваемой территории приводятся на рис. 12—14.

Наряду с суточными колебаниями стока, на малых временных водотоках наблюдается внутрисуточный ход стока. Графики колебаний расхода воды временных водотоков в Заволжье и Сальских степях с внутрисуточным ходом стока приведены на рис. 15.

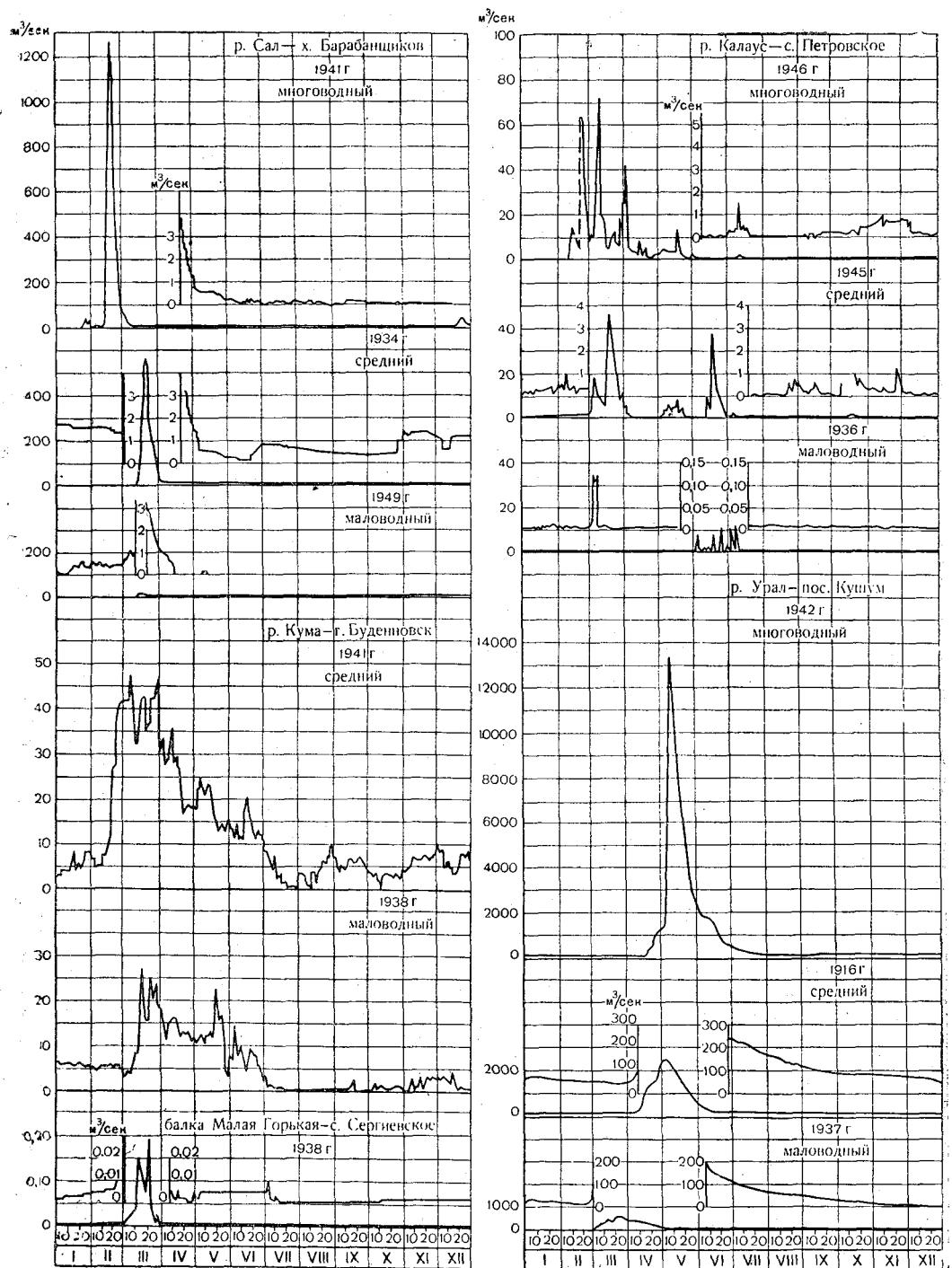


Рис. 14. Графики колебаний расходов воды рек.

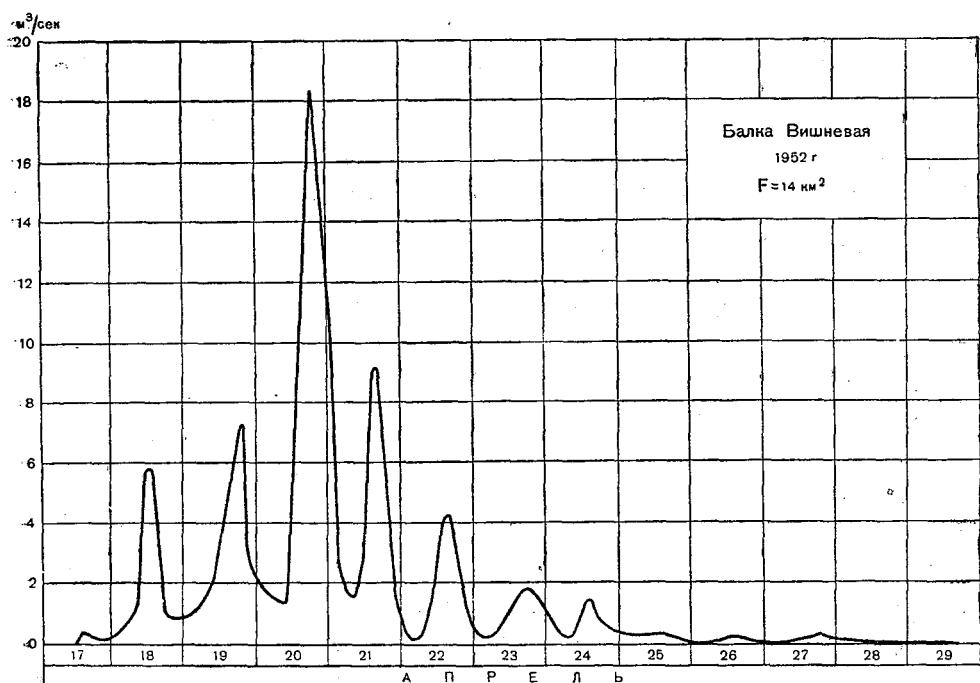
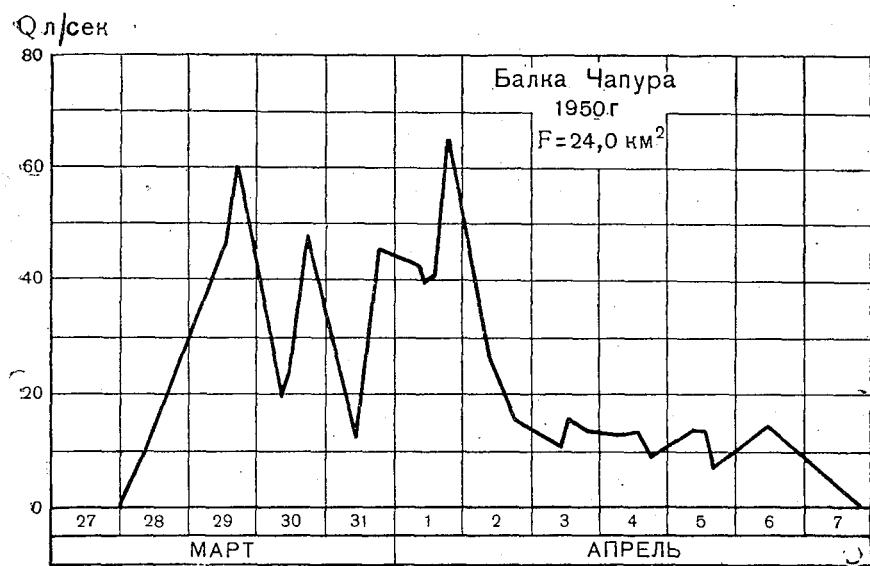


Рис. 15. Графики колебаний расходов воды временных водотоков.

## МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ<sup>1</sup>

Максимальные расходы воды в пределах рассматриваемой территории могут быть как снегового, так и дождевого происхождения.

Расчет максимальных расходов воды произведен по методу, разработанному в 1951—1952 гг. Г. А. Алексеевым [1]. Ниже излагается краткое содержание этого метода, приводятся рабочие схемы вычислений и полученные результаты сопоставляются с натурными данными. Ввиду ограниченности натурных данных по максимальному стоку на всей рассматриваемой территории, проверка предлагаемого метода расчета максимального дождевого стока произведена на материалах полевых обследований по пяти различным физико-географическим районам; результаты проверки приведены по районам Заволжья и Сальским степям. По максимальному весеннему стоку предлагаемый метод расчета был проверен ранее в ГГИ в различных физико-географических условиях (от крайнего севера до крайнего юга Европейской части СССР) на массовом материале гидрометрических наблюдений [1], поэтому здесь производится сопоставление результатов вычислений с натурными данными по максимальному весеннему стоку только для Заволжья.

Предлагаемая методика расчета максимумов весеннего стока дает, как правило, хорошие результаты при определении максимальных расходов воды весеннего стока редкой повторяемости, обеспеченных не более, чем на 5—10%, а также при вычислении первого и второго (половине) максимума по наблюденному слою весеннего стока за тот же год.

### Общая формула для расчета максимальных паводочных расходов воды

Процесс формирования снеговых и дождевых паводков по существу один и тот же, между тем до сих пор практически расчет снеговых и дождевых максимальных расходов воды производится по различным формулам и расчетным схемам.

При этом существуют две крайности: либо дается эмпирическая формула, учитывающая всего один-два фактора паводочного стока, либо предлагаются сложные генетические схемы расчета без достаточного обоснования их и методики определения ряда параметров.

Анализ и схематизация процесса формирования паводков на основе рационального упрощения схемы изохрон поверхностного стока, учета в неявной форме естественного регулирующего влияния русловой сети и роли грунтового питания показывают, что максимальный паводочный расход воды как дождевого, так и снегового происхождения можно выразить с достаточной для практики точностью, в зависимости от пяти главных факторов ( $q_0$ ,  $h$ ,  $L$ ,  $F$ ,  $I$ ), следующей простой формулой:

$$q_m = \frac{Q_m}{F} = \frac{q_0}{1 + \frac{q_0}{hv} L}, \quad (1)$$

где  $Q_m$  — максимальный паводочный расход воды в  $\text{м}^3/\text{сек.}$ ;

$q_m$  — модуль максимального стока в  $\text{м}^3/\text{сек. с 1 км}^2$ ;

$q_0$  — максимальная интенсивность водоотдачи заданной обеспеченности в  $\text{м}^3/\text{сек. с 1 км}^2$  ( $q_m = q_0$  при  $F = 0$ );

$h$  — суммарный слой водоотдачи, или, что то же самое, слой паводочного стока заданной обеспеченности, в  $\text{мм}$ ;

<sup>1</sup> Этот раздел составлен канд. техн. наук Г. А. Алексеевым.

$L$  — длина главного водотока от истока (водораздела) до замыкающего створа, в км;

$F$  — площадь водосбора в  $\text{км}^2$ ;

$\bar{v}$  — средняя скорость добегания воды по длине главного водотока (в  $\text{м/сек.}$ ), зависящая главным образом от среднего уклона водотока и максимального расхода воды;

$$\bar{v} = 0,15 I^{\frac{1}{3}} Q_m^{\frac{1}{4}}; \quad (2)$$

$I$  — средний уклон главного водотока, в  $\text{м/км}$  (в промиллях).

В среднем на различных реках, логах и балках  $\bar{v} = 0,58 \text{ м/сек.}$  при весенних паводках и  $\bar{v} = 0,8-1,0 \text{ м/сек.}$  при дождевых паводках.

### Расчет максимального весеннего стока

Слой паводочного весеннего стока  $h$  заданной обеспеченности определяется по существующим картам среднего весеннего слоя стока  $\bar{h}$  и коэффициента вариации весеннего стока  $C_{vh}$  (рис. 4 или 6) либо по кривой обеспеченности слоя весеннего стока на реке-аналоге, расположенной в данном климатическом районе.

Ввиду суточных колебаний интенсивности снеготаяния и водоотдачи параметр  $q_0$  в формуле (1) отражает максимальную среднесуточную интенсивность водоотдачи  $q_0$  и определяется для дружных весен в зависимости от слоя паводочного стока  $h$  по формуле

$$\tilde{q}_0 = 0,05 \sqrt{h}. \quad (3)$$

При относительных величинах залесенности и заболоченности водосбора  $f_a$  и  $f_b$  (выраженных в долях единицы) в формулу (3) вводится коэффициент снижения максимальной интенсивности водоотдачи:

$$K = \frac{1}{1 + 2f_a + 2f_b}, \quad (4)$$

причем  $\frac{1}{5} \leq K \leq 1$ .

Для малых водосборов, у которых длина главного водотока  $L$  меньше суточного пути пробега воды

$$L_c = 86,4 \bar{v} = 13 I^{\frac{1}{3}} Q_m^{\frac{1}{4}} \text{ км},$$

в формулу (1) вводится переходный коэффициент  $K_t = Q_m : \tilde{Q}_m$  от среднесуточного максимального расхода воды  $\tilde{Q}$  к мгновенному внутрисуточному максимуму:

$$K_t = \frac{K_0}{1 + (K_0 - 1) \frac{L}{L_c}} = \frac{K_0}{1 + (K_0 - 1) \frac{\tau}{24}}, \quad (5)$$

где  $\tau = \frac{L}{3,6 \bar{v}}$  — время добегания в часах, а параметр  $K_0 = q_0 : \tilde{q}_0$  характеризует отношение между мгновенной и среднесуточной максимальной интенсивностью водоотдачи и примерно равен

$$\begin{aligned} K_0 &= 2,5 - 3,0 \text{ — в степной зоне,} \\ K_0 &= 2,0 - 2,5 \text{ — в лесостепной зоне,} \\ K_0 &= 1,5 - 2,0 \text{ — в лесной зоне.} \end{aligned}$$

Расчет максимальных весенних расходов воды по формуле (1) на основе зависимостей (2), (3) и поправочных коэффициентов (4) и (5)

легко осуществляется путем последовательного приближения, принимая для первого приближения среднюю скорость добегания воды  $\bar{v} = 0,58$  м/сек. Опыт вычисления показывает, что второе приближение, как правило, можно принять за окончательный результат.

### Расчет максимального дождевого стока

При длине главного водотока ( $L$ ) более 3 км (точнее, при времени добегания воды  $\tau = \frac{L}{\bar{v}} > 30-40$  мин.) максимальный расход воды дождевого паводка ( $Q_m$ ) формируется за счет всего слоя водоотдачи ( $h$ ) и характеризуется, согласно общим выражениям (1) и (2), следующей простой формулой:

$$Q_m = \frac{\bar{v}h}{L} F = \bar{v}hb = 0,081^{\frac{1}{3}} b^{\frac{4}{3}} h^{\frac{4}{3}}, \quad (6)$$

где  $b = \frac{F}{L}$  — средняя ширина водосбора в км.

Слой паводочного дождевого стока  $h$  заданной повторяемости определяется по формуле

$$h = (\sqrt{H} - \sqrt{H_0})^2. \quad (7)$$

Здесь  $H$  — слой осадков за дождь (или суточный слой) в миллиметрах, повторяемостью один раз в  $N$  лет, определяемый по кривой обеспеченности осадков, выражающейся уравнением

$$H = \alpha (\lg \bar{m} + \lg N)^{1,82}, \quad (8)$$

где  $\alpha$  и  $\bar{m}$  — параметры кривой обеспеченности, определяемые по данным климатических справочников, опубликованных Главной геофизической обсерваторией, простым графоаналитическим способом, указанным ниже.  $H_0$  — начальный слой потерь до момента образования стока, идущий на смачивание почвы, заполнение микровпадин и инфильтрацию, определяемый, в зависимости от типа почв и климатического района, по табл. 19. Для степной и лесостепной зон, как правило,  $H_0 = 15-20$  мм, что хорошо согласуется, в частности, с результатами наблюдений Н. Е. Долгова в 1906—1913 гг. в районе ст. Пологи [7].

При длине главного водотока  $L < 3$  км расчет максимального дождевого стока производится по общей формуле (1), с учетом максимальной интенсивности водоотдачи, определяемой по формуле

$$q_0 = 16,67\gamma (H - H_0) = 16,67\gamma (h + 2\sqrt{hH_0}), \quad (9)$$

где  $\gamma$  — климатический коэффициент, характеризующий соотношение между слоем осадков  $H$  и максимальной мгновенной интенсивностью дождя  $I$  мм/мин. той же обеспеченности:  $I = \gamma H$ .

$$\begin{aligned} \gamma &= 0,05-0,06 && \text{в степной зоне,} \\ \gamma &= 0,04-0,05 && \text{в лесостепной зоне,} \\ \gamma &= 0,03-0,04 && \text{в лесной зоне, а также в районах муссонных дождей.} \end{aligned}$$

Параметр  $\gamma$  характеризует также соотношение между интенсивностью фильтрации  $k$  мм/мин. и начальным слоем потерь (табл. 19):

$$H_0 = \frac{k}{\gamma}. \quad (10)$$

Таблица 19

## Начальный слой потерь осадков в зависимости от типа почв и грунтов

Категория	Наименование почв и грунтов	Интенсивность инфильтрации $k$ м/мин. (по М. Ф. Срибному)	Начальный слой потерь (в мм)			
			$H_0 = \frac{k}{\gamma}$ при $\gamma = 0,03$	$\gamma = 0,04$	$\gamma = 0,05$	$\gamma = 0,06$
I	Непроницаемый грунт; скала без трещин; асфальт, бетон . . . . .	0—0,05	0—1,7	0—1,25	0—1,0	0—0,83
II	Глина, солонцы суглинистые; такыры . . . . .	0,2—0,3	7—10	5—7	4—6	3—5
III	Тучный чернозем; суглиночные солончаки суглинистые; подзолистые и серые лесные суглинки . . . . .	0,5—0,6	17—20	12—15	10—12	8—10
IV	Обыкновенный и южный черноземы; светлокаштановые почвы; солонцы супесчаные . . . . .	0,7—0,8	23—27	17—20	14—16	12—13
V	Черноземы супесчаные и песчаные; сероземы, оподзоленные супеси . . . . .	1,0	33	25	20	17
VI	Темнокаштановые и бурьи почвы; сероземы супесчаные и песчаные; задернованные супеси . . . . .	1,2	40	30	24	20
VII	Чистые открытые супеси; задернованные пески . . . . .	1,5	50	38	30	25
VIII	Развеивающиеся несцементированные пески . . . . .	2,0 и более	67	50	40	33

Величины коэффициента  $\gamma$  определены по кадастровым материалам наблюдений над ливнями [3] по формуле

$$\gamma = \frac{\sum I_5}{\sum H} \quad (*)$$

как отношение суммы наибольших средних за 5 минут интенсивностей всех дождей  $\sum I_5$  со слоем осадков  $H \geq 10$  мм к сумме осадков  $\sum H$  за те же дожди.

Следует отметить, что величины параметра  $\gamma$ , вычисленные по формуле (\*), колеблются в довольно узких пределах (от 0,04 до 0,05) не только в пределах отдельной климатической зоны, но и на всей территории СССР в целом, исключая зону муссонных дождей (ДВК), где  $\gamma = 0,03—0,04$ .

В целях учета формулой (10) повышенной неровности микрорельефа в лесной зоне по сравнению со степной, пределы изменения рекомендуемых величин параметра  $\gamma$  несколько увеличены (от 0,03 до 0,06).

## Определение слоя дождевых осадков заданной повторяемости

Кривую обеспеченности слоя осадков можно построить обычным статистическим способом на основе наблюденных на данной метеостанции максимальных количеств осадков за отдельный дождь в каждом году либо максимальных суточных осадков за каждый год, поскольку в обоих случаях кривые обеспеченности практически совпадают.

Однако более точно, а при наличии климатологического справочника и более просто, кривая обеспеченности слоя осадков определяется по совокупности всех дождей или всех суточных осадков, наблюденных на данной метеостанции путем определения двух параметров  $\bar{m}$  и  $\alpha$  в уравнении

$$\bar{s} = \bar{m}p(H) = \frac{1}{N} = \bar{m}10^{-\left(\frac{H}{\alpha}\right)^{0,55}} \quad (8_1)$$

или

$$\lg \bar{s} = \lg \bar{m} - \left(\frac{H}{\alpha}\right)^{0,55} = \lg \bar{m} - \alpha' H^{0,55}, \quad (8_2)$$

откуда и вытекает формула (8)

$$H = \alpha(-\lg p)^{1,82} = \alpha(\lg \bar{m} + \lg N)^{1,82}. \quad (8_3)$$

В этих формулах  $\bar{s}$  — среднее число дождей или дней с осадками в году за теплый сезон со слоем  $H$  мм и более<sup>1</sup>;  $\bar{m}$  — среднее число дождей в году за теплый сезон со слоем  $H \geq 0$ , определяемое по отрезку  $\lg \bar{m}$ , отсекаемому осредненной прямой (8<sub>2</sub>) на оси ординат графика связи  $y = f(x)$  между наблюденными величинами:

$$x = H^{0,55}, \quad y = \lg \bar{s}.$$

Обеспеченность любого данного слоя осадков  $H$  среди совокупности всех возможных (слоев) дождей характеризуется величиной отношения  $p(H) = \bar{s} : \bar{m}$ .

На основании соответственных величин  $H$  и  $\bar{s}$ , представленных в климатологических справочниках, можно найти соответственные величины  $x = H^{0,55}$  и  $y = \lg \bar{s}$ .

Вычисления удобно располагать в виде нижеследующей стандартной таблицы, составленной (в качестве примера) по наблюдениям за 36 лет на метеостанции Ахтуба:

	0,1	0,5	1	2	5	10	20	30	62
$x = H^{0,55}$	0,28	0,68	1,00	1,46	2,40	3,50	5,20	6,50	8,90
$\bar{s}$	35,5	30,1	25,5	17,8	9,40	3,10	0,80	0,34	$\frac{1}{36}$
$y = \lg \bar{s}$	1,55	1,479	1,407	1,250	0,973	0,492	-0,097	-0,468	-1,556

По соответственным значениям  $x$  и  $y$  строим график связи  $y = f(x)$ , на котором проводим по наблюденным точкам  $(x, y)$  сглаживающую прямую (8<sub>2</sub>), отсекающую на оси ординат  $y = \lg \bar{s}$  искомый отрезок  $\lg \bar{m}$ , характеризующий среднее число всех дождей в году за теплый сезон со слоем  $H \geq 0$ .

Следует иметь в виду, что среднее число всех дождей в году за теплый сезон  $\bar{m}$  со слоем  $H \geq 0$  всегда больше среднего числа дней в году с осадками  $H \geq 0,1$  мм.

Найдя угловой коэффициент  $\alpha'$  (т. е. тангенс угла наклона к оси  $x$ ) сглаживающей прямой (8<sub>2</sub>), можно определить искомый параметр  $\alpha$  по соотношению

$$\alpha = \left(\frac{1}{\alpha'}\right)^{1,82} \quad \text{или} \quad \alpha' = \left(\frac{1}{\alpha}\right)^{0,55} \quad (11)$$

<sup>1</sup> Такие данные приводятся в климатологических справочниках по отдельным районам СССР.

Однако более просто и точнее параметр  $\alpha$  определяется в зависимости от величины среднего слоя осадков за дождь по теоретической формуле

$$\alpha = 2,68 \frac{\bar{w}}{m}, \quad (12)$$

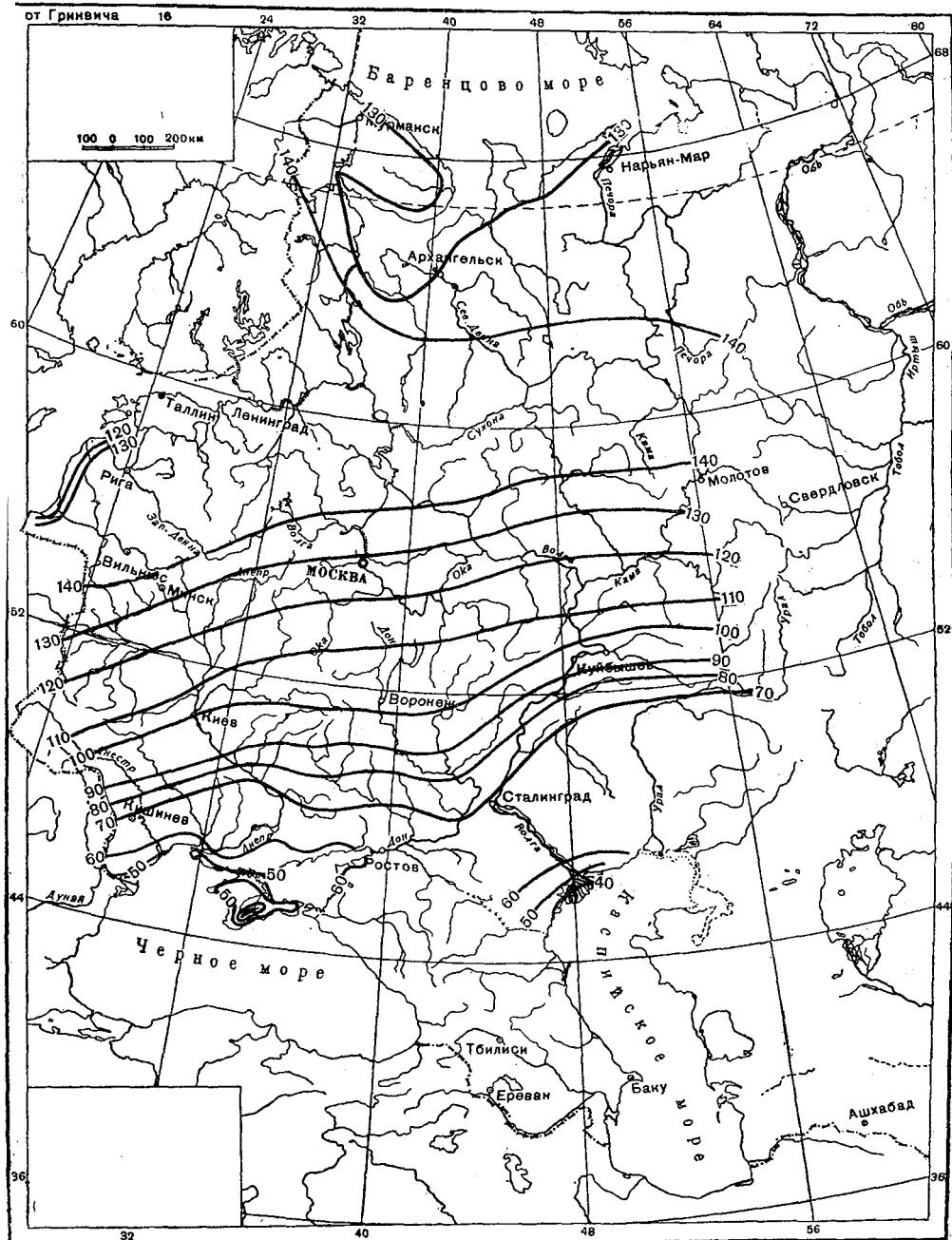


Рис. 16. Картограмма среднего числа дождей  $\bar{m}$  за май—октябрь.

где  $\bar{w}$  — средняя сумма (норма) осадков за теплый сезон года в мм.

Указанный выше метод определения слоя дождевых осадков заданной повторяемости более подробно изложен в другой работе Г. А. Алексеева [2]. Картограммы параметров  $t$  и  $\alpha$  приведены на рис. 16 и 17.

### Наблюденные и вычисленные максимальные расходы воды

В пределах рассматриваемой территории расчет максимальных расходов воды по разработанной Г. А. Алексеевым методике произведен для трех районов:

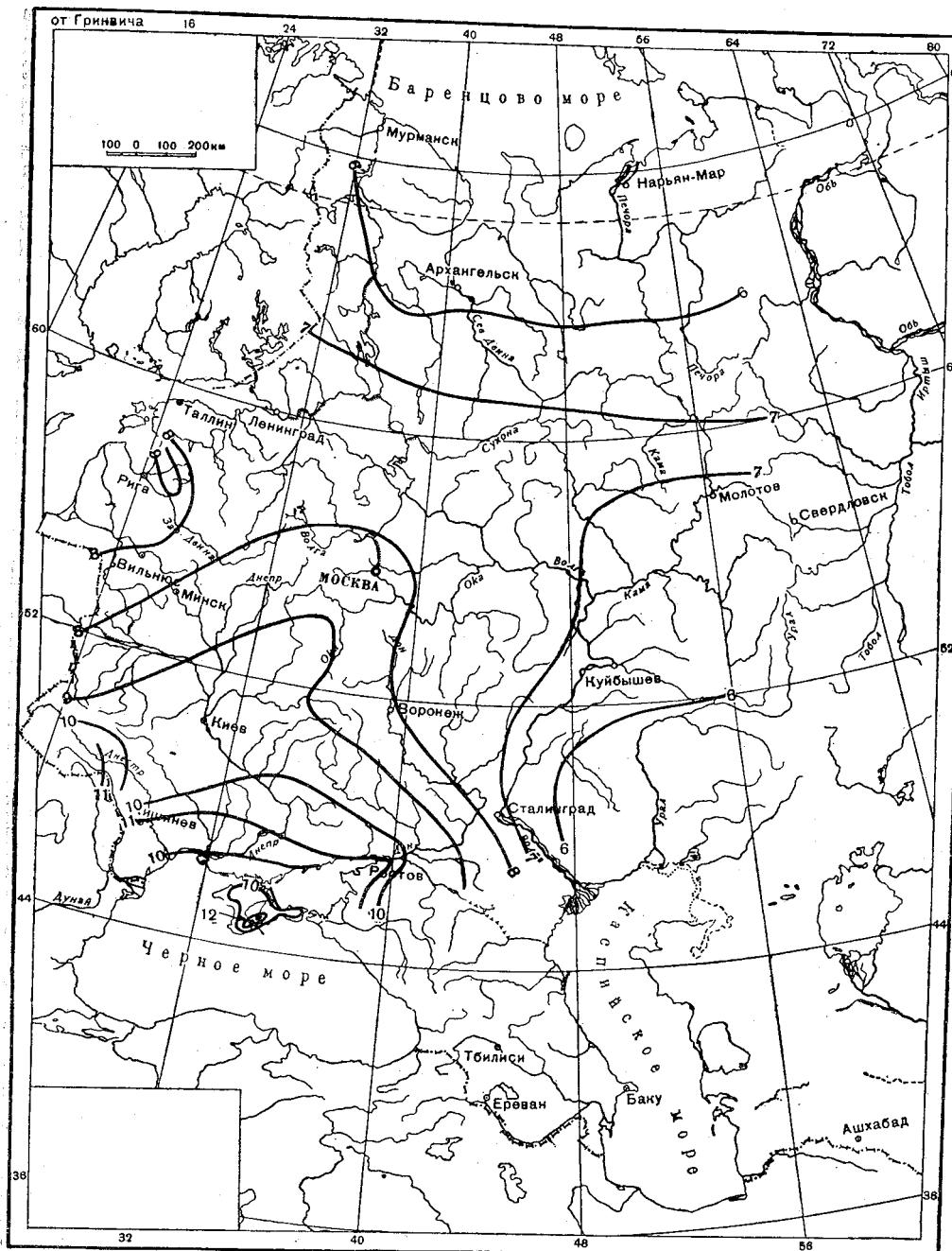


Рис. 17. Картограмма параметра  $\alpha = 2,68 \frac{\bar{w}}{m}$  в уравнении  $H = \alpha (\lg m + \lg N)^{1,82}$ .

1) территории южного Заволжья (далее называемой районом оз. Эльтон); 2) Сальских степей (два района — северный, тяготеющий

к г. Стalingраду, и южный — к г. Ростову); 3) Заволжье (Высокое Заволжье, Сыртовое Заволжье и Общий Сырт).

Результаты расчета дождевых максимумов стока подтверждены данными полевых определений 99 дождевых максимальных расходов воды по меткам прошедших ранее паводков на логах, балках и малых реках указанных районов.

В табл. 20 дана сводка исходных параметров ( $m$ ,  $\alpha$ ,  $H_0$ ,  $\gamma$ ), расчетных величин слоя осадков  $H$  и слоя дождевого стока  $h$  различной повторяемости, принятых при расчетах максимального дождевого стока для обследованных водосборов, расположенных в трех районах.

Дождевые параметры  $m$  и  $\alpha$  определены по картам, представленным на рис. 16 и 17.

Средняя годовая сумма осадков за теплый сезон года практически остается одинаковой для всего южного Заволжья (табл. 21). Поэтому для данного района в качестве расчетных дождевых параметров были приняты величины  $m = 65$ ,  $\alpha = 6,0$ , полученные по кривой обеспеченности слоя осадков для метеостанции Ахтуба.

Вычисленные слои осадков различной повторяемости вполне согласуются с наибольшими суточными количествами осадков, наблюденными на ряде станций в Заволжье (табл. 22).

Начальный слой потерь  $H_0$  принят в соответствии с данными табл. 19.

Для 15 обследованных водосборов в районе оз. Эльтон, где почвы преимущественно супесчаные или светлокаштановые, начальный слой потерь принят равным 20 мм.

Климатический параметр  $\gamma$ , входящий в формулы (9) и (10), принят одинаковым для всех трех районов и равным 0,05.

В табл. 23 показана рабочая схема вычислений дождевых максимальных расходов воды по формуле (6) для 15 водосборов, обследованных в 1951 г. экспедицией Ленинградского филиала Гидропроекта. В графах 16—20 таблицы приведены величины известного параметра

$$C = \frac{Q_m}{\sqrt{F}}^1$$

которые в порядке убывания занумерованы в последней графе.

По данным табл. 23 построены на клетчатке вероятностей (рис. 18) кривые обеспеченности параметра  $C$  для 13 водосборов. По точкам с координатами ( $\rho \%$ ,  $C$ ) на рис. 18 проведены только верхняя и нижняя кривые, соответствующие № 1 и 13 убывающих значений параметра  $C$ .

Максимальные расходы дождевого стока для малых водосборов ( $L < 3$  км) вычислены по формулам (1) и (2) путем последовательного приближения. Для первого приближения средняя скорость добегания воды  $v_1$  принималась произвольной в пределах от 0,4 до 0,6 м/сек. Результаты вычислений приведены в табл. 24.

Максимальные расходы весеннего стока, обеспеченные на 2%, вычислены для 15 водосборов в районе оз. Эльтон, обследованных в 1951 г. экспедицией Ленинградского филиала Гидропроекта. Рабочая схема вычислений показана в табл. 25.

Расчетный слой весеннего стока  $h_{2\%} = 85$  мм определен по среднему слою весеннего стока  $h = 20$  мм и коэффициенту вариации  $C_{vh} = 1,2$ , снятых с карт (см. рис. 4 и 8).

Сопоставление вычисленных дождевых и снеговых максимальных расходов воды различной обеспеченности с максимальными расходами воды, определенными по меткам горизонта высоких вод (ГВВ), показано в табл. 26. Следует иметь в виду, что происхождение максимумов, определенных по ГВВ, не установлено (снеговые или дождевые).

<sup>1</sup> В ряде работ других авторов этот параметр обозначается как  $B$ .

Таблица 20  
Величины слоя дождевых осадков  $H$  (в мм), слоя паводочного стока  $h$  (в мм) и максимальной интенсивности водоотдачи  $q_0$   
(в  $\text{м}^3/\text{сек. с 1 км}^2$ ) различной повторяемости

Название района	Дождевые параметры	Слой дождевых осадков			$H = \alpha (\lg m + \lg N)^{1,82}$ в мм при $N$ лет	Слой паводочного стока $h = (\sqrt{H} - \sqrt{H_0})^2$ в мм при $N$ лет	Максимальная интенсивность водоотдачи $q_0 = 16,67 \gamma (H - H_0)$ в $\text{м}^3/\text{сек. км}^2$ при $N$ лет	
		$m$	$\alpha$	10	20	50	100	1000
1 03. Эльтон . . .	65	6,0	39,0	47,0	56,0	68,0	104	20
2 Сальские степи, сев. часть . . .	65	7,0	45,8	55,0	68,6	79,8	122	20
Тоже, южн. часть . . .	65	8,0	52,4	62,8	78,4	91,2	139	15
3 Заволжье . . .	80	6,5	45,2	54,0	67,0	77,4	118	15

Станция	Координаты широта	Координаты долгота		Наибольшее суточное количество осадков, $\text{мм}/\text{сутки}$
		широта	долгота	
Малый Узень . . .	50°29'			94
Костычевка . . .	50°23'			67
Эльтон . . .	49°08'			100
Ахтуба . . .	48°17'			62
Верхний Баскунчак . . .	48°13'			63
Петропавловка . . .	46°51'			68
Кочетково . . .	51°31'			72
Ершов . . .	51°20'			44
Уральское реал. уч. . .	51°13'			70
Гурьев . . .	47°07'			87
		широта	долгота	

Станция	Координаты широта	Координаты долгота	Средняя годовая сумма осадков, $\text{мм}$		Средняя годовая сумма осадков за $V - X$ , $\text{мм}$	Средняя годовая сумма осадков, $\text{мм}$	Число лет наблюдений	Число лет наблюдений
			широта	долгота				
Ахтуба . . .	48°17'	46°12'	36	244	141	141	14	14
Урда . . .	48°45'	47°26'	26	244	142	142	14	14
Фурманово . . .	49°40'	49°29'	17	221	148	148	14	14
Калмыково . . .	49°03'	51°52'	25	193	116	116	11	11

Таблица 23

Вычисление дождевых максимальных расходов воды  $\bar{Q}_m$  различной обеспеченности по формуле (6) в южном Заволжье

(в районе оз. Эльтон)

Дождевые параметры:  $\bar{m} = 65$ ;  $\alpha = 6$   
Начальный слой потерь  $H_0 = 20$  мм

Название реки или балки	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$I^{4/9}$	$b^{4/3}$	$Q_m = 0,08 I^{4/9} b^{4/3} h^{4/3}$ , м <sup>3</sup> /сек.						$C = \frac{Q_m}{V_F}$						
					$Q_m$ при $h = 1$ м			$Q_m = 0,08 I^{4/9} b^{4/3} h^{4/3}$ , м <sup>3</sup> /сек.			$C = \frac{Q_m}{V_F}$						
					$Q_m$ при ГВВ, м <sup>3</sup> /сек.	$3,17$	$5,67$	$9,06$	$14,2$	$32,8$	$100\%$	$50\%$	$20\%$	$100\%$	$50\%$	$20\%$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	21
1	Ланшуг	80,8	15,3	5,28	1,64	32,2	1,245	9,2	0,914	4,25	9,24	31,4	96,0	0,47	1,03	3,50	10,7
2	Солянка	16,9	6,9	2,45	6,09	13,1	2,23	3,3	0,589	2,74	5,95	20,2	61,9	0,67	1,45	2,70	4,91
3	Эльтонка	5,64	4,2	1,33	7,15	1,71	2,4	1,46	0,28	1,30	2,83	5,3	29,4	0,55	1,19	2,23	4,04
4	Карантинка	53,6	11,4	4,7	2,19	15,1	1,415	7,88	0,892	4,16	9,00	16,8	30,7	0,57	1,23	2,30	4,20
5	Б. Самарда	17,8	6,0	2,97	(0,00)	31,6	—	4,26	—	5,5	9,8	15,7	24,6	56,8	—	—	12,8
6	М. Самарда	238	2,22	10,7	1,35	59,1	1,14	23,6	2,15	10,0	21,7	40,6	74,0	226,0	0,65	1,41	2,63
7	Горькая	78,9	13,5	5,84	1,48	45,7	1,19	10,5	1,00	4,5	10,1	18,9	34,4	105	0,52	1,14	2,13
8	Аубекер-Сай	19,8	7,2	2,75	1,39	8,85	1,16	3,85	0,357	1,66	3,60	6,75	37,5	0,37	0,81	1,52	2,76
9	Шунгур-Сай	107	17,1	6,25	1,70	39,1	1,265	11,5	1,16	5,40	11,7	21,9	40,0	122,0	0,52	1,13	2,12
10	Шукина	13,2	4,8	2,75	(0,00)	18,6	—	3,85	—	5,05	9,2	14,4	22,6	52,3	—	—	11,8
11	Хара	763	20,8	0,137	1,32	0,413	57,2	1,89	8,8	19,1	35,7	65,0	199,0	0,32	0,69	1,29	2,35
12	Чернявка	26,3	1,4	2,31	2,63	37,6	1,54	3,06	0,377	1,75	3,81	7,1	13,0	39,6	0,34	0,74	2,54
13	Берл-Арал	1370	60,0	22,8	0,72	—	0,865	64,6	4,46	20,5	45,0	84,3	153,0	468,0	0,55	1,21	2,28
14	Маки	54,5	12,9	4,22	3,49	52,2	1,74	6,82	0,95	4,41	9,6	32,7	100,0	1,60	1,30	2,43	4,42
15	Кара-Су	33,8	4,33	0,64	20,5	0,82	2,15	0,463	7,06	0,463	8,75	4,68	15,9	48,6	0,37	0,81	2,74

1 Максимальные расходы воды вычислены по формуле  $Q_m = \bar{v} b h$ , принимая  $\bar{v} = 0,58$  м/сек.

Таблица 24

Вычисление дождевых максимальных расходов воды  $Q_m$  обеспеченностью 2% по формуле (1) для малых водосборов ( $L \leq 3$  км) в Заволжье путем последовательного приближения

Слой дождевого стока  $h_{2\%} = 18,7$  мм

Максимальная интенсивность водоотдачи  $q_{02\%} = 43,2$  м<sup>3</sup>/сек. км<sup>2</sup>

№пп	Балка (или овраг) — пункт	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$b = \frac{F}{L}$ , км	$I^{0/00}$	$0,15I^{1/3}$	$Q$ при ГВВ, м <sup>3</sup> /сек.	$\bar{v}$ , м <sup>3</sup> /сек.	$\frac{q_0 L}{h}$	$\frac{q_0 L}{hv}$	$q_m = \frac{q_0}{1 + \frac{q_0 L}{hv}}$ , м <sup>3</sup> /сек. км <sup>2</sup>	$Q_m = q_m F$ , м <sup>3</sup> /сек.	$Q^{1/4}$	$\bar{v} = 0,15 I^{1/8} Q^{1/4}$ , м/сек.
1	овр. Галевский — с. Рекорд . . .	2,25	1,50	1,50	6,2	0,276	13,1	0,50 0,515	3,48 6,76	6,96 5,57	5,42	12,2	1,86	0,513
2	ж.-д. кювет на 57 км — ст. Тет- терка . . .	2,67	2,00	1,34	2,70	0,209	4,85	0,40 0,36	4,64 12,9	11,6 3,43	9,15	12,5	1,88	0,518
3	1 овр. Тавриче- ский — х. Тав- рический . . .	2,97	2,50	1,19	3,50	0,228	13,4	0,40 0,386	5,80 14,5	2,79 15,0	8,29	1,70	0,388	
4	овр. Елисеев — с. Покровка . .	1,47	2,60	0,57	31,2	0,472	5,80	0,77	6,03 7,83	7,83 4,90	2,70	7,95	1,63	0,384
												7,20	1,64	0,77

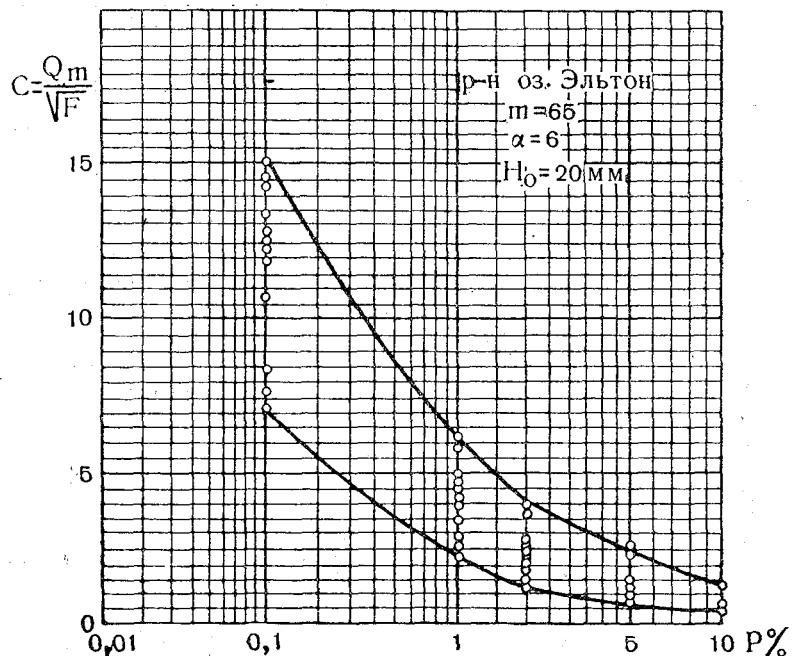


Рис. 18. Теоретические кривые обеспеченности параметра  $C = \frac{Q_m}{\sqrt{F}}$  для 13 малых водосборов в районе оз. Эльтон.

## Вычисление максимальных весенних расходов воды, обеспеченностью 20%, в районе оз. Эльтон по формулам (1—5), путем последовательного приближения

Слой весеннего стока  $h_{20\%} = 85$  мм. Максимальная среднесуточная интенсивность волоотдачи  $\tilde{q}_0 = 0,05\sqrt{85} = 0,461$  м<sup>3</sup>/сек. км<sup>2</sup>. Для первого приближения принимаем:  $\bar{v} = 0,58$  м/сек.,  $L_c = 50$  км/сутки.

Название реки (бассейн)	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$I^{1/00}$	$0,15I^{1/4}$	$\tilde{q}_0$ , м <sup>3</sup> /сек.	$\tilde{q}_m$ , м <sup>3</sup> /сек.	$\tilde{q}_m = \frac{\tilde{q}_0}{1 + \frac{\tilde{q}_0 L}{h v}}$	1) $\frac{L}{2 \cdot 50}, K_t = \frac{3}{1 + 2 \frac{L}{L_c}}$		2) $\frac{0,58}{0,04L}, K_t = \frac{3}{1 + 2 \frac{L}{L_c}}$		$Q$ , м <sup>3</sup> /сек.	$Q'$ , м <sup>3</sup> /сек.	$\tilde{Q}$ , м <sup>3</sup> /сек.
								$q_m$ , м <sup>3</sup> /сек.	$K_m$ , км <sup>-1</sup>	$q_m$ , м <sup>3</sup> /сек.	$K_m$ , км <sup>-1</sup>			
1. Дандут . . .	80,8	15,3	1,64	0,177	32,2	0,00935	0,143	0,403	0,612	1,86	0,75	60,6	2,79	0,494
2. Соланка . . .	16,9	6,9	6,09	0,274	13,1	0,01100	0,168	0,394	0,721	1,74	0,687	55,5	2,73	0,482
3. Эльтонка . . .	5,64	4,2	7,15	0,289	1,71	0,00935	0,0645	0,433	0,276	2,35	1,02	17,2	2,04	0,56
4. Карапинка . . .	53,6	11,4	2,19	0,195	15,1	0,0118	0,0495	0,439	0,212	2,48	1,14	6,43	1,59	0,46
5. Б. Самарда . . .	17,8	6	(0,0)	—	31,6	0,00935	0,056	0,416	0,456	2,06	0,855	45,8	2,6	0,455
6. М. Самарда . . .	238	22,2	1,35	0,166	59,1	0,00935	0,207	0,382	0,527	1,97	0,81	43,5	2,57	0,502
7. Горькая . . .	78,9	13,5	1,48	0,171	45,7	0,00935	0,126	0,41	0,475	2,42	1,056	18,8	—	—
8. Аубекер-Сай . . .	19,8	7,2	1,39	0,167	8,85	0,0112	0,152	0,432	0,288	2,33	1,00	19,8	2,11	0,352
9. Шенгуль-Сай . . .	107	17,1	1,70	0,179	39,1	0,00935	0,111	0,415	0,475	2,03	0,845	16,7	2,02	0,338
10. Шукина . . .	13,2	4,8	(0,0)	—	18,6	0,00935	0,16	0,398	0,685	1,78	0,709	75,8	2,95	0,527
11. Хара . . .	763	36,6	0,137	0,0773	132	0,00935	0,045	0,441	0,192	1,71	0,671	71,7	2,91	0,520
12. Чернявка . . .	26,3	11,4	2,63	0,207	37,6	0,00935	0,107	0,416	0,456	2,06	0,355	22,5	2,18	0,452
13. Берш-Арая . . .	1370	60,0	0,72	0,135	—	0,012	0,37	0,405	0,585	1,89	0,767	20,2	2,12	0,44
14. Маки . . .	54,5	12,9	3,49	0,228	52,2	0,00875	0,526	0,302	—	1,00	0,295	405,0	4,58	0,619
15. Кара-Сай . . .	33,8	7,8	0,64	0,129	20,5	0,00935	0,073	0,412	0,517	1,98	0,815	44,4	4,50	0,61
						0,0175	0,136	0,43	0,312	2,29	0,984	33,2	2,4	0,588
								0,406	0,884	1,89	0,77	26,0	2,26	0,291

Таблица 26

Максимальные паводочные расходы воды  $Q_m$  различной обеспеченности, вычисленные по формулам (1—5) и определенные в 1951 г. по меткам ГВВ в южном Заволжье (в районе оз. Эльтон)

Название реки или балки	Координаты	$F, \text{км}^2$	$L, \text{км}$	$P/100$	Снеговой сток $Q_m \text{ м}^3/\text{сек. при}$														
					$\bar{h} = 20 \text{ мм } C_v = 1,1$				$\bar{h} = 15 \text{ мм } C_v = 1,3$										
					$h = 32,8 \text{ мм}$	$h = 48 \text{ мм}$	$h = 64 \text{ мм}$	$h = 85 \text{ мм}$	$h = 101 \text{ мм}$	$h = 126 \text{ мм}$	$h = 152 \text{ мм}$	$h = 204 \text{ мм}$							
1 Ланцут	49°13' 46°36'	80,8	15,3	1,64	32,2	4,25	9,24	17,3	31,4	96,0	38,0	46,2	55,5	63,0	81,7	41,4	58,0	31,1	44,4
2 Солинка	49 08 46 35	16,9	6,9	6,09	13,1	2,74	5,95	11,1	20,2	61,9	12,2	14,4	17,2	18,8	23,7	13,2	17,6	10,3	14,1
3 Эльтонка	49 12 46 32	5,64	4,2	7,15	1,71	1,30	2,83	5,3	9,6	29,4	4,4	5,25	6,2	6,7	8,6	4,76	6,34	3,78	5,07
4 Карантинка	49 05 46 42	53,6	11,4	2,19	15,1	4,15	9,00	16,8	30,7	93,7	30,2	36,4	43,5	48,2	63,7	33,0	44,4	25,1	36,1
5 Б. Самарда	49 06 46 45	17,8	6,0	(0,0)	31,6	5,5	15,7	24,6	56,8	13,9	16,1	18,8	20,6	25,8	14,8	19,4	11,9	15,7	
6 М. Самарда	49 07 46 40	238,0	22,2	59,1	10,0	21,7	40,6	74,0	226,0	96,3	118	144,0	159	205	106	150	78,0	114	
7 Горькая	48 56 47 02	78,9	13,5	1,48	45,7	4,65	10,1	18,9	34,4	105,0	39,5	47,7	57,5	68,2	84,5	43,0	58,8	32,5	46,1
8 Аубекер-Сай	48 52 47 02	19,8	7,2	1,39	8,85	1,66	3,60	6,75	12,3	37,5	11,8	14,1	16,7	18,5	24,0	12,8	17,4	8,72	13,6
9 Шуягуль-Сай	48 52 47 08	107,0	17,1	1,70	39,1	5,40	11,7	21,9	40,0	122,0	48,8	59,5	71,7	80,2	106,0	53,3	74,9	40,1	57,0
10 Шукина	48 47 47 20	13,2	4,8	(0,0)	18,6	5,05	9,2	14,4	22,6	52,3	10,8	12,6	14,7	16,0	20,1	11,6	15,3	9,36	12,2
11 Хара	49 14 46 38	763,0	36,6	0,137	132,0	8,8	19,1	35,7	65,0	199,0	14,0	14,2	21,8,0	24,9	338	155	230	110	169
12 Чериавка	49 12 46 41	26,3	11,4	2,63	37,6	1,75	3,81	7,1	13,0	39,6	13,9	16,8	20,2	22,5	29,3	15,1	17,6	11,5	16,2
13 Берш-Арал	49 13 47 58	1 370	60,0	0,72	20,5	45,0	84,8	153,0	168,0	265	332	414,0	466	630	292	427	210	317	
14 Маки	49 02 48 07	54,5	12,9	3,49	52,2	4,41	9,6	18,0	32,7	100,0	31,0	37,4	44,4	48,7	64,3	33,7	46,0	25,9	36,0
15 Кара-Су	48 48 47 27	33,8	7,8	0,64	20,5	2,15	4,68	8,75	15,9	48,6	18,0	21,8	26,0	29,0	37,5	19,5	27,4	14,4	20,9

Снеговые максимальные расходы воды вычислены для трех исходных средних величин слоя весеннего стока  $h = 20, 15$  и  $10$  мм, соответствующих рассматриваемой территории южного Заволжья. Очевидно, что вычисление максимумов при  $h = 15$  мм и при  $h = 10$  мм носит сравнительный условный характер, поскольку при расчетах приняты морфометрические характеристики водосборов, расположенных в районе оз. Эльтон, который является только частью территории южного Заволжья.

Из табл. 26 видно, что максимальные расходы воды, определенные по меткам горизонта высоких вод, соответствуют дождевым максимумам, обеспеченным на 1—2%, и снеговым максимумам, обеспеченным на 5—10%. Данные табл. 26 показывают, что в пределах рассматриваемой территории дождевые максимальные расходы воды могут превышать снеговые только в очень редких случаях — при расчетной обеспеченности 0,1% и притом только на водосборах площадью  $F < 100—300$  км<sup>2</sup>.

Для проверки соответствия максимальных расходов воды, вычисленных по предлагаемой методике, данным непосредственных гидрометрических наблюдений были произведены вычисления первого и второго по величине максимумов в многолетнем ряду по слою весеннего стока за те же конкретные годы (табл. 27—28).

Наблюденные максимальные расходы воды и соответствующие им слои стока взяты из работы К. П. Воскресенского [4], а средние (взвешенные) уклоны рек приняты по данным М. Ф. Срибного. Сопоставление вычисленных и наблюденных максимальных весенних расходов воды показывает их хорошее соответствие.

Далее было произведено сопоставление максимальных расходов воды весеннего стока, обеспеченных на 2 и 5%, вычисленных по формуле (1) и по кривым обеспеченности (табл. 29).

Исходные гидрометрические данные — средние величины максимальных весенних расходов воды и слоя весеннего стока, а также коэффициенты вариации взяты из работы [4]. Степень соответствия вычисленных максимальных расходов воды, обеспеченных на 5 и 2%, ряду наблюденных максимумов показана на примере рр. Б. Караман и Еруслан (рис. 19).

В табл. 30 приведены вычисленные максимальные дождевые расходы воды для северной и южной частей района Сальских степей. По данным граф 13—17 и 23—28 этой таблицы были построены на клетчатке вероятностей кривые обеспеченности параметра  $C = \frac{Q_m}{VF}$  (рис. 20). По точкам

на рис. 20 проведены верхняя и нижняя кривые обеспеченности, соответствующие точкам № 1 и 17 убывающих значений параметра  $C$ . На рис. 20 показана также кривая (пунктирная) обеспеченности параметра  $C$ , принятая Гидропроектом для расчетов максимальных дождевых расходов воды в районе Сальских степей. Эта кривая построена по методу С. Н. Крицкого и М. Ф. Менкеля [13] на основе известной формулы

$$P = 1 - (1 - p)^T \text{ или } p = 1 - (1 - P)^{\frac{1}{T}},$$

которая выражает зависимость обеспеченности ( $p$ ) параметра  $C$  на каком-либо интересующем нас водосборе в многолетнем периоде от обеспеченности ( $P$ ) данной величины параметра  $C$  среди совокупности всех значений этого параметра, соответствующих максимальным расходам воды, определенным по меткам ГВВ, в данном климатическом

Вычисленные по формуле (1) максимальные весенние расходы воды (по слою весеннего стока) за конкретный год, в который наблюдался наибольший (первый по величине) максимальный весенний расход воды  $Q_m$ , набл.

Н <sup>о</sup>	Река — пункт	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$R_{100}$ , 0,15 $I^{1/4}$	$h$ , мм	$Q_{m1}$ , набл., м <sup>3</sup> /сек.	Год, $q_0 = 0,05 \sqrt{h}$ м <sup>3</sup> /сек. км <sup>2</sup>	$\frac{q_0 L}{hv}$	$q_m = \frac{q_0}{1 + \frac{q_0 L}{hv}}$	$Q_m = q_m F$ , м <sup>3</sup> /сек.	$v = 0,15 I^{1/4} Q_m^{1/4}$ , м/сек.
1	Б. Черемшан — г. Мелекесс	11 800	338	0,183	0,0851	105	1 450	1947	0,512	0,00841	2,84
2	Б. Кинель — г. Бугуруслан	6 140	191	0,450	0,115	141	1 600	1947	0,594	0,00912	3,08
3	Б. Кинель — с. Тимашево	12 000	366	0,265	0,0962	115	2 130	1947	0,537	0,00805	2,97
4	Боровка — х. Паника . . .	2 040	145	0,580	0,125	105	488	1947	0,513	0,00767	2,80
5	Ток — с. Красноярка . . .	2 490	129	0,770	0,137	162	781	1947	0,636	0,00845	1,223
6	Самара — с. Елшанка . . .	22 500	344	0,325	0,103	112	3 220	1947	0,530	0,00678	0,875
7	Самара — с. Ново-Сергиевка . . .	1 460	119	1,03	0,151	216	566	1946	0,735	0,00519	0,670
8	Бузулук — с. Байгородка . . .	1 810	144	0,540	0,122	102	460	1946	0,505	0,00816	2,81
9	Б. Караман — с. Советское	3 520	89	0,440	0,114	75	1 130	1941	0,433	0,00932	1,31
10	М. Узенб — с. Малый-Узенб	3 930	221	0,236	0,0926	91,4	782	1942	0,476	0,00908	1,28
11	Б. Узенб — г. Новоузенск	7 480	242	0,196	0,0870	79	1 220	1920	0,444	0,00995	0,885

Вычисленные по формуле (1) максимальные весенние расходы воды  $Q_{m_3}$  (по слою весеннего стока) за конкретный год, в который наблюдался второй (по величине) максимальный расход воды  $Q_{m_2}$  набл.

Н <sup>о</sup> п. п.	Река — пункт	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$I^{0/0}$ , 0,15 $I^{1/3}$	$h$ , м	$Q_{m_2}$ , набл., м <sup>3</sup> /сек.	Год	$q_0 = 0,05 \sqrt{h}$ , м <sup>3</sup> /сек. км <sup>2</sup>	$\frac{q_0 L}{hv}$	$q_m = \frac{q_0}{1 + \frac{q_0 L}{hv}}$	$Q_{m_3} = q_m F$ , м <sup>3</sup> /сек.	$v = 0,15 I^{1/3} Q_m$ , м/сек.		
1	Б. Черемшан — г. Мелекес	11 800	338	0,183	0,0851	102	1 200	1942	0,505	0,00854 2,89	0,126	1 490	6,20	0,527
2	Б. Кинель — г. Бугуруст	6 140	191	0,450	0,115	112	1 230	1942	0,530	0,00939 3,17	0,121	1 430	6,14	0,522
3	Б. Кинель — с. Тимашево	12 000	366	0,265	0,0962	90	1 520	1942	0,474	0,00689 1,315	0,229	1 420	6,12	0,521
4	Боровка — х. Паника . . .	2 040	145	0,580	0,125	78	348	1942	0,441	0,00908 3,32	0,221	1 360	6,06	0,687
5	Ток — с. Красноярка . . .	2 490	129	0,770	0,137	115	622	1946	0,537	0,00806 1,04	0,229	1 410	6,11	0,704
6	Самара — с. Еланчанка . .	22 500	344	0,325	0,103	95	3 000	1946	0,487	0,00674 0,870	0,287	1 320	6,00	0,697
7	Самара — с. Ново-Сергиевка . . . .	1 460	119	1,03	0,151	103	307	1947	0,508	0,00660 0,852	0,290	2 722	4,34	0,580
8	Бузулук — с. Байгородка .	1 810	141	0,540	0,122	122	398	1947	0,552	0,00691 2,38	0,144	2 710	7,20	0,542
9	Б. Караган — с. Советское	3 520	89	0,440	0,114	75	1 100	1932	0,433	0,00661 2,27	0,149	3 240	7,52	0,543
10	М. Узенб — с. Малый-Узенб	3 930	221	0,236	0,0926	78	693	1932	0,441	0,00655 2,25	0,150	3 350	7,60	0,694
11	Б. Узенб — г. Новоузенск	7 480	242	0,196	0,087	72	1 150	1932	0,424	0,0101 2,45	0,123	3 360	7,02	0,707

Максимальные весенние расходы воды  $Q_m$  обеспеченностью 5% (вверх при  $v$ )

№ III	Река — пункт	Число лет наблюдений	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$C_{vQ}$	$C_{vh}$	$\bar{Q}_m$ , м <sup>3</sup> /сек.	$\bar{h}$ , мм	Максима (вверх по кривой обеспеченности)	
									$Q_{5\%}$ , м <sup>3</sup> /сек.	$Q_{2\%}$ , м <sup>3</sup> /сек.
1	Самара — с. Ново-Сергиевка .	16	1 460	119	0,92	0,79	154	70	432	179
									570	224
2	Бузулук — с. Байгоровка . . .	17	1 810	141	0,84	0,76	162	56	430	139
									550	176
3	Карповка — ст. Кривомузинская . . . . .	25	1 980	142	0,84	0,72	166	40	441	95
									565	121
4	М. Иргиз — с. Селеznиха . . .	14	2 110	106	0,72	0,92	204	44	486	123
									617	163
5	Б. Караман — с. Советское . . .	17	3 520	89	1,05	0,89	384	37	1 190	102
									1 570	132
6	М. Узень — с. Малый Узень . . .	19	3 930	221	1,06	0,89	229	29	715	80
									942	103
									94	
									121	
7	Еруслан — с. Песчанка . . . .	11	4 200	244	1,06	1,25	152	20	473	70
									626	96
8	Б. Узень — г. Новоузенск . . .	20	7 480	242	0,85	0,87	452	32	1 210	86
									1 560	112
									91	
									113	

районе. Обеспеченность  $P$  определяется по известной формуле:

$$P = \frac{m}{n+1},$$

где  $m$  — порядковый номер данной величины  $C$  среди всех убывающих натуральных значений  $C = \frac{Q_m}{V^F}$ ;  $n$  — общее число величин параметра  $C$ ,

<sup>1</sup> По слою весеннего стока с учетом наполнения прудов в бассейне реки (см. табл. 9—10).

Таблица 29

2% (внизу), определенные по кривой обеспеченности и по формуле (1)  
58 м/сек.

те расходы воды $Q_m$ обеспеченностью: 50% 2% (внизу), определенные					$Q_m$ набл., м <sup>3</sup> /сек.	Год	$H_{\max}$ набл., мм	Год	Отклонение, в %
по формулам									
$q_0 = 0,05 \sqrt{h}$ м <sup>3</sup> /сек. км <sup>2</sup>	$\frac{q_0}{0,58 h}$	$\frac{q_0}{0,58 h} L$	$q_m = \frac{q_0}{1 + \frac{q_0}{0,58 h} L}$ м <sup>3</sup> /сек. км <sup>2</sup>	$Q_m^F = q_m^F$ м <sup>3</sup> /сек.					
0,670	0,00645	0,0768	0,379	553	556	1946	216	1946	+28
0,748	0,00575	0,685	0,444	648					+13
0,590	0,00732	1,03	0,290	526	460	1946	122	1947	+22
0,663	0,00651	0,918	0,346	626					+14
0,487	0,00883	1,255	0,216	427	615	1940	99	1922	-3
0,550	0,00784	1,113	0,260	515					-9
0,554	0,00777	0,822	0,304	642	419	1932	114	1932	+32
0,638	0,00675	0,715	0,375	785					+27
0,505	0,00852	0,758	0,287	1 010	1 100	1932	95	1942	-15
0,574	0,0075	0,668	0,344	1 210					-23
0,447	0,00964	2,13	0,143	561	782	1942	78	1932	-22
0,507	0,0085	1,875	0,176	692					-26
0,486	0,00975	2,16	0,154	605					-15
0,550	0,00817	1,81	0,195	770					-16
0,418	0,0103	2,51	0,119	500	430	1942	68	1942	+6
0,490	0,0098	2,15	0,155	653					+4
0,460	0,00922	2,23	0,142	1 070	1 220	1920	92	1917	-12
0,529	0,00814	1,97	0,177	1 320					-15
0,476	0,00811	1,96	0,161	1 200					-0,7
0,532	0,00680	1,64	0,202	1 510					-3,0

вычисленных по максимальным расходам воды, определенным по горизонтам высоких вод в данном районе;  $T$  — продолжительность периода (устанавливается ориентировочно), в течение которого проходили максимальные расходы воды в данном климатическом районе, определенные по ГВВ.

Как показано на рис. 20, кривая построенная по натурным максимумам, проходит примерно посередине между верхней и нижней «теорети-

Максимальные дождевые расходы воды  $Q_m$  различной обеспеченности, вычисленные в районе

№ пп	Название балки	$F, \text{км}^2$	$L, \text{км}$	$b = \frac{F}{L} \text{ км}$	$I/100$	$Q \text{ при ГВВ, } \text{м}^3/\text{сек.}$	$Q_m = 0,08I^{\frac{4}{9}}b^{\frac{4}{3}}h^{\frac{4}{3}}\text{м}^3/\text{сек.}$ южная часть района при $m = 65; \alpha = 8; H_0 = 15 \text{ мм}$				
							$h = 11,3 \text{ мм}$	$h = 16,3 \text{ мм}$	$h = 24,8 \text{ мм}$	$h = 32,3 \text{ мм}$	$h = 63,0 \text{ мм}$
							$100\%$	$50\%$	$20\%$	$10\%$	$0,10\%$
1	Кобяковка	11,3	4,9	2,31	6,58	80,0	14,3	23,3	40,8	58,1	141
2	Большой Лог	87,0	12,6	6,90	7,54	180	64,1	106	193	265	642
3	Кленовая	4,05	3,5	1,16	7,44	67,6	6,02	9,85	17,2	24,5	59,5
4	Голая	12,2	5,83	2,09	8,90	46,6	14,3	23,3	40,8	58,1	141
5	Голушкина	6,7	3,00	2,23	8,83	37,6	15,5	25,4	44,4	63,2	153
6	Генеральская	33,5	9,2	3,64	8,25	18,4	29,8	47,2	82,6	117	285
7	Зайцева	12,4	8,83	1,41	8,60	10,0	8,31	13,6	23,8	33,9	82,2
8	Чапура	24,5	8,50	2,89	8,25	21,5	21,2	34,6	60,0	86,5	210
9	Вязенка	32,2	11,8	2,73	4,66	50,0	15,5	25,4	44,4	63,2	153
10	Большая	45,5	14,3	3,18	5,25	16,5	19,8	32,4	64,0	80,7	196
11	Погожка	28,8	12,1	2,38	5,95	7,50	14,3	23,3	40,8	58,1	141
12	Кобелева	47,1	13,9	3,39	6,33	7,22	23,4	38,2	67,0	95,4	231
13	Водянская	8,77	5,61	1,56	8,00	4,23	9,27	15,1	26,4	37,6	91,4
14	Чилеково	55,4	13,1	4,23	6,00	28,1	30,9	50,5	88,3	126	305
15	Водяная	33,4	12,3	2,72	7,10	28,6	18,3	30,0	52,5	74,7	181
16	Макарова	13,7	4,92	2,78	4,1	10,0	14,8	24,2	42,3	60,4	146
17	Большая Тингута	180	30,0	6,00	4,7	37,1	44,1	72,0	126	179	435

ческими» кривыми обеспеченности параметра  $C$ , построенными по вычисленным максимумам, что свидетельствует о хорошем согласовании предлагаемого метода расчета с натуральными данными.

Рисунок 20 показывает также необходимость учета при расчете максимальных расходов воды не только площади водосбора  $F$ , но и других основных морфометрических характеристик — среднего уклона водотока  $I$  и средней ширины водосбора  $b = \frac{F}{L}$ , поскольку различные возможные соотношения последних двух характеристик дают различные величины максимальных расходов воды даже при одной и той же величине площади водосбора. Именно этим обстоятельством объясняется довольно широкий диапазон изменений параметра  $C$ , характеризуемый верхней и нижней кривыми обеспеченности.

Аналогичные вычисления максимальных расходов в пределах Заволжья приведены на рис. 21, а также в табл. 31 (для водосборов с длиной главного водотока  $L > 3 \text{ км}$ ) и табл. 32 (для малых водосборов при  $L < 3 \text{ км}$ ).

Из табл. 32 видно, что для расчета максимальных дождевых расходов на малых водосборах, при  $L < 3 \text{ км}$ , необходимо пользоваться общей формулой (1).

Сопоставление вычисленных максимумов с натуральными данными произведено по материалам Нижневолгопроекта, определившего в 1938—1939 гг. большое число максимальных расходов воды по следам горизонтов высоких вод в данном районе.

Таблица 30

ые по формуле (6) и определенные в 1949 г. экспедицией ГГИ по меткам высоких альских степей

$C = \frac{Q_m}{\sqrt{F}}$	$Q_m = 0,08 I^{\frac{4}{5}} b^{\frac{4}{3}} h^{\frac{4}{3}} \text{ м}^3/\text{сек.}$ северная часть района при $m = 65; \alpha = 7; H_0 = 20 \text{ мм}$										Порядковые номера убывающих значений $C$				
	$h = 5,22 \text{ мм}$					$h = 8,62 \text{ мм}$									
	$100\%$	$50\%$	$20\%$	$10\%$	$0,10\%$	$100\%$	$50\%$	$20\%$	$10\%$	$0,10\%$					
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1,25	6,93	12,2	17,2	41,9	5,11	9,97	19,8	30,2	85,6	1,52	2,96	5,88	8,98	25,5	5
3,88	11,4	20,6	28,4	68,8	23,3	45,5	90,0	138	390	2,50	4,87	9,67	14,8	41,8	1
2,99	4,99	8,15	12,2	29,6	2,16	4,22	8,34	12,8	36,2	1,08	2,10	4,14	6,37	18,0	13
1,10	6,68	11,7	16,5	40,3	5,12	9,97	19,8	30,2	8,6	1,53	2,87	5,67	8,65	24,5	7
3,99	9,83	17,1	24,4	59,1	5,56	10,8	21,4	32,8	93,1	2,15	4,17	8,28	12,7	36,0	2
3,15	8,18	11,3	20,2	49,3	10,4	20,2	39,9	61,1	173	1,80	3,49	6,89	10,9	29,9	3
2,36	3,86	6,76	9,63	23,4	2,99	5,82	11,5	17,6	50,0	0,85	1,65	3,27	4,99	14,2	17
4,28	6,98	12,1	22,7	42,4	7,62	14,8	29,4	45,0	128	1,54	2,99	5,95	9,10	25,9	4
2,73	4,48	7,82	11,1	27,0	5,36	10,8	21,4	32,8	93,1	0,98	1,90	3,79	5,80	16,4	15
2,94	4,80	9,50	12,0	29,1	7,12	13,9	27,4	42,0	119	1,06	2,06	4,06	6,23	17,7	14
2,66	4,34	7,60	10,8	26,3	5,12	9,97	19,8	30,2	85,6	0,96	1,86	3,69	5,63	16,0	16
3,40	5,57	9,76	13,9	33,7	8,40	16,4	32,4	49,6	141	1,22	2,39	4,72	7,22	20,5	9
3,13	5,10	8,92	12,7	30,9	3,31	6,46	12,8	19,6	55,5	1,12	2,19	4,32	6,62	18,8	12
4,15	6,76	11,9	17,0	41,0	11,0	21,6	42,7	6,4	185	1,48	2,90	5,74	8,78	24,9	6
3,17	5,20	9,08	13,0	31,3	6,9	12,9	25,4	38,8	110	1,14	2,24	4,40	6,72	19,0	11
4,00	6,53	11,4	16,3	39,4	5,31	10,4	20,1	31,4	88,9	1,44	2,81	5,43	8,49	24,0	8
3,29	5,37	9,38	13,3	32,5	15,8	30,8	61,0	93,2	264	1,18	2,30	4,55	6,95	19,7	10

Для перехода от максимальных дождевых расходов воды, обеспеченных на 1%, к максимумам другой обеспеченности в табл. 33 даны соответствующие переходные коэффициенты  $k_{p\%}$ . Из данных табл. 33 видно,

что кривые обеспеченности параметра  $C = \frac{Q_m}{\sqrt{F}}$  (рис. 19—20) имеют большую асимметрию, значительно превосходящую асимметрию биномиальной кривой распределения даже при  $C_s = 3,0$ , соответствующей нижней строке в таблице С. И. Рыбкина.

Изложенный выше и проверенный на массовых материалах наблюдений общий метод расчета снеговых и дождевых максимальных расходов воды можно рекомендовать для практических расчетов в любом районе рассматриваемой территории.

Расчетные значения слоя весеннего стока заданной обеспеченности можно определять используя карты среднего весеннего слоя стока и коэффициента вариации (рис. 6 и 10).

Расчетный слой дождевых осадков  $H$  заданной повторяемости можно определить по формуле (8) на основании параметров  $m, \alpha$ , снятых с прилагаемых карт (рис. 16 и 17).

При расчете слоя дождевого стока следует определять начальный слой потерь в соответствии с типом почв, слагающих водосбор, по табл. 19.

Среднюю скорость дебегания при отсутствии данных об уклоне главного водотока можно принимать в первом приближении равной 0,58 м/сек., а при очень плоском рельефе — равной 0,4 м/сек.

Таблица 31

Максимальные дождевые расходы воды  $Q_m$  различной обеспеченности, вычисленные по формуле (6) и определенные  
Нижневолгопроектом в 1938-1939 гг. по меткам ГВВ на малых водосборах в Заволжье

Дождевые параметры:  $m = 80$ ;  $\alpha = 6,5$

Название реки или оврага	• Ближайший населенный пункт	$F$ , км <sup>2</sup>	$L$ , км	$b = \frac{F}{L},$ км	$I^{10/00}$	$Q$ при TB, м <sup>3</sup> /сек.	Начальный слой потерь $H_0 = 15$ мм						$C = \frac{Q}{V_F}$	Нормированные значения $C$			
							$Q_m = 0,08 I^{\frac{4}{5}} b^{\frac{4}{3}} h^{\frac{4}{3}}$ м <sup>3</sup> /сек. при										
							$h = 12,0$ мм	$h = 18,6$ мм	$h = 24,3$ мм	$h = 49,4$ мм	$100/0$	$50/0$	$20/0$	$10/0$	$0,10/0$		
Сыртовое Заволжье																	
1 овр. Солиной	с. Пензенка	37,8	12,5	3,03	4,8	92,7	11,4	19,2	49,3	127	1,86	3,13	5,63	8,12	20,6	44	
2 р. Гошан	с. Руссеноах.	196,8	13,75	14,28	3,6	167,5	80,4	135	244	892	5,72	9,63	17,4	24,7	63,5	4	
3 овр. Свиячий	с. Харьковка	5,59	3,75	1,49	4,3	14,9	4,24	7,12	12,8	47,0	1,80	2,28	3,38	7,75	19,9	46	
4 р. Головково	с. Н. Салтovo	20,85	7,00	2,98	4,0	33,6	10,4	31,4	44,7	115	3,81	6,88	9,78	25,1	37		
5 р. Белая Куба	с. Моргентай	193,2	28,0	6,90	2,3	116,6	24,9	41,9	75,6	108	277	1,79	3,01	5,45	7,77	19,9	48
6 овр. Ариамоново	с. Моршанка	9,85	4,8	2,05	6,0	38,2	7,56	12,7	23,0	32,6	84,0	2,41	4,04	7,33	10,4	26,7	33
7 р. Селянка	с. Агафоновка	175,4	20,25	8,66	3,8	134,8	42,1	70,7	128	182	467	3,18	5,34	9,67	13,8	35,3	19
8 ж-д. кювет на 38 км	с. Красный Кут	6,91	3,15	2,19	3,0	26,0	6,03	10,1	18,3	26,0	67,0	2,29	3,84	6,96	9,90	25,5	36
9 овр. Тагоножка	с. Куриловка	143,4	24,5	5,85	2,4	74,4	20,2	34,0	61,2	87,2	224	1,69	2,84	5,12	7,30	18,7	51
10 овр. Зубариха	х. Понкратьевский	21,2	9,6	2,23	2,9	27,8	6,11	10,3	18,6	26,4	68,0	1,33	2,24	4,04	5,74	14,8	57
11 р. Красненькая	с. Верхазовка	107,8	16,0	6,74	5,7	138,3	35,8	60,2	109	155	398	3,46	5,80	10,5	14,9	38,3	15
12 р. Алтата	с. Матвеевка	1,058	46,0	23,01	—	157,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13 р. Кулажиха	с. Степановка	67,96	15,15	4,48	4,2	89,2	18,2	30,7	55,4	78,8	203	2,20	3,72	6,72	9,55	24,6	39
14 овр. Солнечный	с. Матвеевка	91,11	13,5	6,75	4,4	177,7	32,3	54,3	98,0	139	358	3,38	5,69	10,3	14,5	37,5	16
15 р. Кулажиха	с. Матвеевка	159,3	18,5	10,56	4,0	130,2	55,9	94,0	170	242	622	4,43	7,45	13,5	19,2	49,3	7
16 овр. Таврический	х. Таврический	4,51	3,7	1,22	5,0	15,9	3,49	5,86	10,6	15,1	38,7	1,64	2,75	4,99	7,11	18,2	52

17	овр. Лынний	с. Иваньевка . . . . .	14,3	7,0	2,04	10,5	24,5	9,60	16,1	29,1	41,4	106	2,54	4,25	7,69	10,9	28,0	32	
18	овр. Каменный	х. Борьба за социализм . . . . .	5,14	4,0	1,28	14,0	22,9	9,87	9,87	17,8	25,3	65,2	2,58	4,35	7,85	11,0	28,8	30	
19	овр. Чернуха	с. Чернуха . . . . .	49,33	15,0	3,29	11,0	35,4	18,6	31,2	56,3	80,2	206	4,45	4,50	8,02	11,4	29,3	28	
20	"	х. Урозаевка . . . . .	3,02	3,1	0,97	5,0	12,5	2,57	4,33	7,81	11,1	28,6	1,48	2,50	4,50	6,40	16,4	53	
21	овр. Горбуниха	с. Любчикое . . . . .	18,12	8,0	2,26	4,8	27,8	7,80	13,1	23,6	33,6	86,6	1,83	3,08	5,55	7,88	20,4	45	
22	овр. Беленка	с. Беленка . . . . .	50,4	13,5	3,73	6,0	85,9	16,7	28,0	50,6	72,0	186	2,35	3,94	7,13	10,1	26,2	34	
23	овр. Городской	г. Пугачев . . . . .	9,49	6,25	1,52	11,0	35,6	6,62	11,1	20,1	28,6	73,5	2,15	3,61	6,52	9,28	23,9	40	
24	овр. Бергенгейм	с. Бергенгейм . . . . .	50,2	10,5	4,78	5,63	88,78	22,6	38,1	68,7	97,9	252	3,19	5,37	9,67	13,8	35,4	17	
25	овр. Колыграбен	с. Базель . . . . .	52,7	13,3	3,96	2,63	28,9	12,7	21,1	38,1	54,1	140	1,75	2,91	5,24	7,46	19,3	50	
26	р. М. "Иргиз	с. Николаевка . . . . .	7,31	5,0	1,46	3,06	8,69	6,00	10,8	15,4	39,6	154	2,32	3,22	5,99	5,70	14,6	58	
27	овр. Лыгаева	с. Красная Поляна . . . . .	92,1	14,5	6,35	5,70	51,7	33,4	56,2	101	144	371	3,48	5,87	10,5	15,0	38,7	14	
28	овр. Чагра	с. Романовка . . . . .	9,31	7,5	1,24	13,0	9,87	5,32	8,95	16,2	23,0	59,2	1,74	2,98	5,30	7,52	19,4	49	
29	овр. Родники	с. Андрюсова . . . . .	699,3	65,5	10,7	0,97	74,0	30,3	51,0	92,0	131	337	1,15	1,93	3,48	4,95	12,7	59	
30	овр. Утиха		15,92	6,3	2,53	10,4	16,8	12,7	21,6	38,4	111	3,19	5,42	9,63	13,7	35,4	18		
31			97,3	15,3	6,36	8,75	76,4	40,5	40,5	68,0	123	174	449	4,05	6,89	12,4	17,6	45,5	9
<b>О б щ и й С и р т</b>																			
32	овр. Гончаров	с. Волочанка . . . . .	6,61	4,7	1,40	16,2	28,08	7,06	11,9	21,4	30,6	78,6	2,75	4,62	8,32	11,9	30,6	27	
33	овр. Пестрова	с. Пестрова . . . . .	69,81	16,3	4,28	7,14	94,96	21,7	36,4	65,8	93,6	241	2,60	4,36	7,87	11,2	29,0	29	
34	овр. Мордовская	с. М. Глушица . . . . .	159,2	22,8	6,98	5,46	58,6	37,0	62,3	112	160	412	2,94	4,94	8,88	12,7	32,6	25	
35	овр. Поглиха	с. Б. Дергуновка . . . . .	24,8	12,3	2,02	5,43	54,0	7,05	11,8	21,3	30,4	78,1	1,42	2,37	4,27	6,10	15,5	54	
36	р. Журавлиха	с. Козевка . . . . .	240,4	37,0	6,50	4,35	137,8	30,3	51,0	92,0	131	337	1,96	3,29	5,83	8,44	21,7	42	
37	овр. Свирикин	с. Коралык . . . . .	9,38	6,80	1,41	9,20	19,5	5,52	9,30	16,8	23,9	61,5	1,78	3,01	5,43	7,73	19,9	47	
38	овр. Чуский	с. Славинка . . . . .	45,96	14,1	3,28	5,56	44,1	13,7	22,9	41,4	59,0	152	2,02	3,39	6,11	8,72	22,0	41	
39	овр. Таловой	с. Ивановка . . . . .	61,37	15,5	3,96	5,60	67,8	11,6	29,6	53,4	76,0	195	2,25	3,78	6,81	9,68	24,9	38	
40	овр. Увариха	с. Дмитриевка . . . . .	6,73	6,15	1,03	9,00	27,0	3,60	6,05	10,9	15,6	40,0	1,39	2,33	4,20	6,02	15,4	55	
41	овр. Борзовский	с. Кудрявцев . . . . .	7,67	4,30	1,78	23,3	24,9	11,5	19,3	34,8	49,5	127	4,15	6,98	12,6	17,9	45,9	8	
42	овр. Кудрявцев	" . . . . .	5,16	4,30	1,20	21,8	13,32	6,54	11,1	19,9	28,4	73,1	2,88	4,88	8,77	12,5	32,2	26	
43	овр. Дикий	с. Жигули . . . . .	37,66	10,2	3,70	11,1	43,5	21,8	36,7	66,2	94,4	242	3,55	5,98	10,8	15,4	39,4	12	
44	овр. Борисов	с. Студенцы . . . . .	25,89	9,00	2,87	7,50	42,25	13,1	22,0	39,4	56,4	145	2,57	4,32	7,72	11,1	28,5	31	
45	овр. Глиняный	р.п. Первомайск . . . . .	105	23,0	4,56	7,50	69,2	24,1	40,6	73,1	104	268	2,35	3,96	7,14	10,2	26,1	35	
46	овр. Волчий	с. Козанка . . . . .	37,8	11,0	3,44	9,75	76,5	18,6	31,2	56,4	80,2	208	3,03	5,08	9,16	13,0	33,8	22	
47	р. Б. Погромка	с. Логачевка . . . . .	66,0	12,0	4,50	7,30	94,5	31,0	52,1	93,9	134	344	3,82	6,41	11,5	16,5	42,4	11	
48	"	" . . . . .	147,5	17,0	8,67	7,12	72,0	55,7	93,7	169	241	618	4,58	7,72	13,9	19,9	50,8	6	

Дождевые параметры:  $m = 80$ ;  $\alpha = 6,5$

Начальный слой потерь  $H_0 = 15$  мм

Название реки или оврага	Ближайший населенный пункт	$F, \text{км}^2$	$L, \text{км}$	$b = \frac{F}{L}, \text{км}$	$I^{0/00}$	$Q, \text{л/сек.}$	$Q_m = 0,084 \frac{4}{10} b^{\frac{4}{5}} h^{\frac{4}{5}} \text{ м}^3/\text{сек. при}$						$C = \frac{Q_m}{V F}$					
							$h = 8,12 \text{ мм}$			$h = 12,0 \text{ мм}$			$h = 18,6 \text{ мм}$			$h = 24,3 \text{ мм}$		
							100/0	50/0	20/0	10/0	0,10/0	10/0	50/0	20/0	10/0	0,10/0	10/0	
49	овр. Рожиха	с. Грачевка	9,41	6,0	1,57	23,3	33,6	9,60	16,1	29,0	41,4	106	3,13	5,25	9,48	13,4	34,5	20
50	р. Съезжая	с. Гавриловка	92,1	12,5	7,63	15,0	105,5	65,4	110	198	282	725	6,80	11,4	20,6	29,4	75,6	1
51	овр. Лархин	"	2,97	3,0	0,99	22,2	8,5	5,12	8,60	15,5	22,1	56,8	2,97	5,00	9,00	12,8	32,9	24
52	р. Таволожка	75,53	14,0	5,39	20,0	97,2	46,8	78,6	142	202	520	5,38	9,02	16,3	23,2	59,8	5	
53	овр. Кореннов	33,46	10,0	3,35	9,10	22,0	17,4	29,3	53,0	75,2	194	3,01	5,07	9,14	13,0	33,5	23	
54	овр. Первовский	35,4	10,5	3,37	10,0	31,0	18,2	30,7	55,4	78,8	203	3,06	5,16	9,30	13,3	34,2	21	
55	овр. Антипов	"	3,86	5,8	0,66	11,9	22,6	2,22	3,73	6,73	9,57	24,6	1,13	3,42	4,87	12,5	60	
Высокое Заволжье																		
56	овр. Грачевка	с. Грачевка	41,04	7,5	5,52	18,0	26,1	43,8	79,1	112	290	4,08	6,83	12,3	17,5	45,2	10	
57	овр. Сухой Ржавец	"	7,43	5,3	1,10	7,8	11,8	3,70	6,22	11,2	41,1	1,35	2,28	4,11	5,86	15,0	56	
58	овр. Дер. Ключи	с. Беловка	5,48	4,8	1,14	—	26,6	7,56	12,7	—	—	—	—	—	—	—	—	
59	овр. Назерлатка	с. М. Толкай	4,63	4,0	1,16	20,0	1,34	—	22,9	32,6	—	—	—	—	—	—	—	
60	р. Кундузла	20,45	10,0	2,01	—	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
61	овр. Суходол	6,22	5,3	1,17	11,85	26,0	4,86	8,16	14,7	21,0	54,0	1,94	3,27	5,89	8,41	21,6	43	
62	р. Вязовка	41,2	8,0	5,15	19,6	139,5	43,5	73,1	132	188	483	6,77	11,4	20,6	29,3	75,2	2	
63	"	с. Н. Вязовка	87,9	13,8	6,37	20,0	39,0	58,5	98,4	178	252	650	6,24	10,5	19,0	26,9	69,4	3

Таблица 32

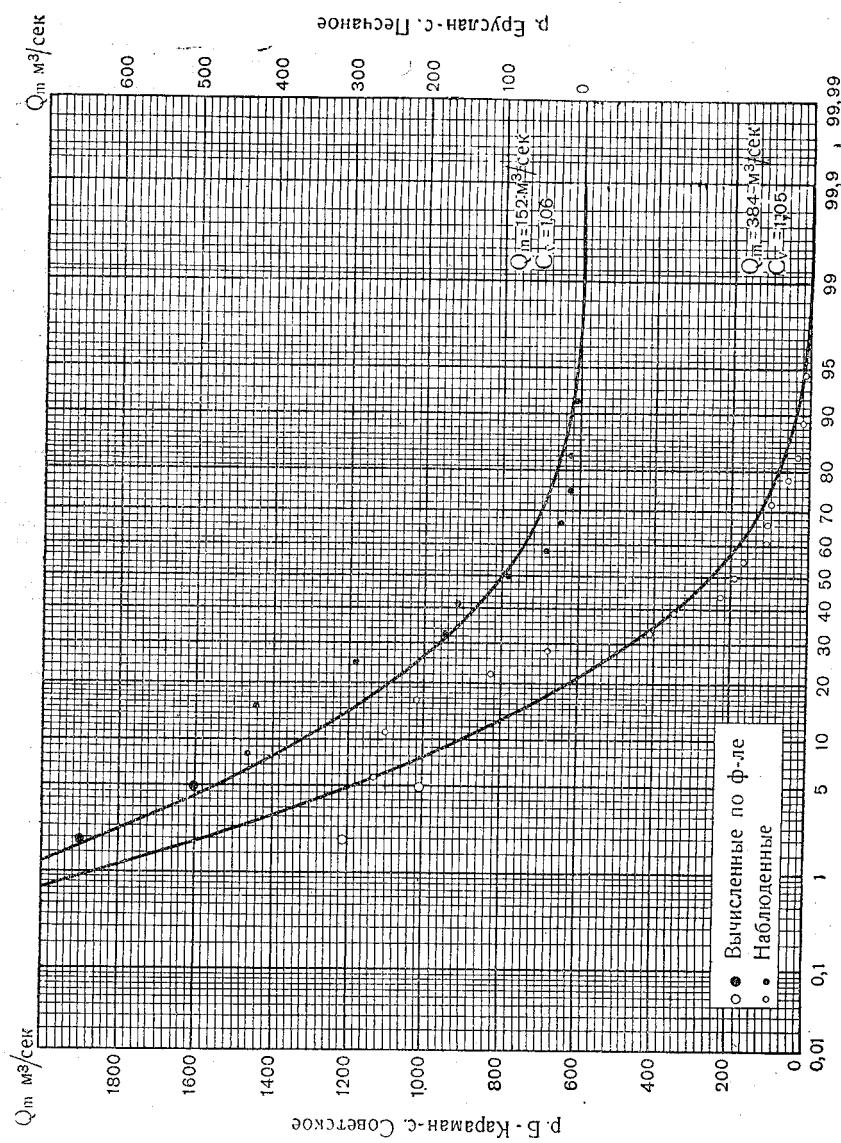
Максимальные дождевые расходы воды  $Q_m$  различной обеспеченности, вычисленные по формулам (1), (6) и определенные Нижневолгопреком в 1938–1939 гг. по межкам ГВВ на малых водосборах ( $L \leq 3 \text{ км}$ ) в Заволжье

Дождевые параметры:  $\bar{m} = 80$ ;  $\alpha = 6,5$   
Начальный слой потерь  $H_0 = 15$  мм

Овраг — пункт	$F, \text{км}^2$	$b = \frac{F}{L}, \text{км}$	$I^0/00$	$Q_{\text{upn}} = 0,08 I^0 b^{1/3} h^{1/2} \text{ м}^3/\text{сек}$ , при				$Q_{\text{upn}} = \frac{q_0 F}{1 + \frac{q_0}{L} h} \text{ м}^3/\text{сек}$ , при							
				$h = 8,12 \text{ MM}$	$h = 12,0 \text{ MM}$	$h = 18,6 \text{ MM}$	$h = 24,3 \text{ MM}$	$h = 49,4 \text{ MM}$	$h = 8,12 \text{ MM}$	$h = 12,0 \text{ MM}$	$h = 18,6 \text{ MM}$				
1 овр. Галевский — с. Рекорд . . . . .	2,25	1,50	6,2	13,1	5,06	8,50	15,3	21,8	56,1	4,64	7,28	12,5	17,4	41,0	
2 ж.-д. кювет на 57 км — с. Тетерка . . . . .	2,67	2,00	1,34	2,7	4,85	3,02	5,07	9,15	13,0	33,5	2,81	4,62	8,25	11,0	28,1
3 1 овр. Таврический — х. Таврический . . . . .	2,97	2,50	1,19	3,5	13,4	2,87	4,82	8,80	12,4	31,9	2,74	4,56	7,95	11,0	27,7
4 овр. Елисеев — с. Покровка . . . . .	1,47	2,60	0,57	31,2	5,80	2,84	4,76	8,60	12,2	31,5	1,77	2,93	5,00	7,26	17,4

Таблица 33

Район	Переходные коэффициенты $K_{p\%}$ от максимального дождевого расхода воды $Q_{1\%}$ к максимальному расходу $Q_{p\%}$				
	$p = 100\%$	$p = 50\%$	$p = 20\%$	$p = 10\%$	$p = 0,1\%$
оз. Эльтон . . . . .	0,134	0,29	0,55	1,00	3,06
Сальские степи, северная часть . . .	0,169	0,33	0,66	1,00	2,83
" южная " . . . .	0,25	0,40	0,70	1,00	2,43
Заволжье . . . . .	0,23	0,39	0,70	1,00	2,57
Для биномиальной кривой при $C_s = 3,0$ . . . . .	0,43	0,60	0,84	1,00	1,64



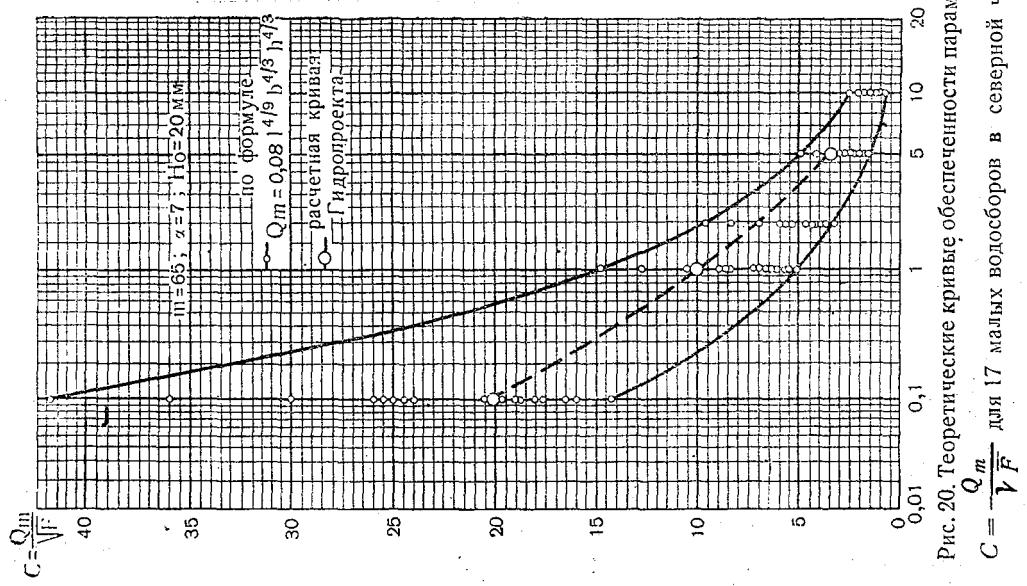


Рис. 20. Теоретические кривые обеспеченности параметра  $C = \frac{Q_m}{V_F}$  для 17 малых водохранилищ в северной части Сальских степей.

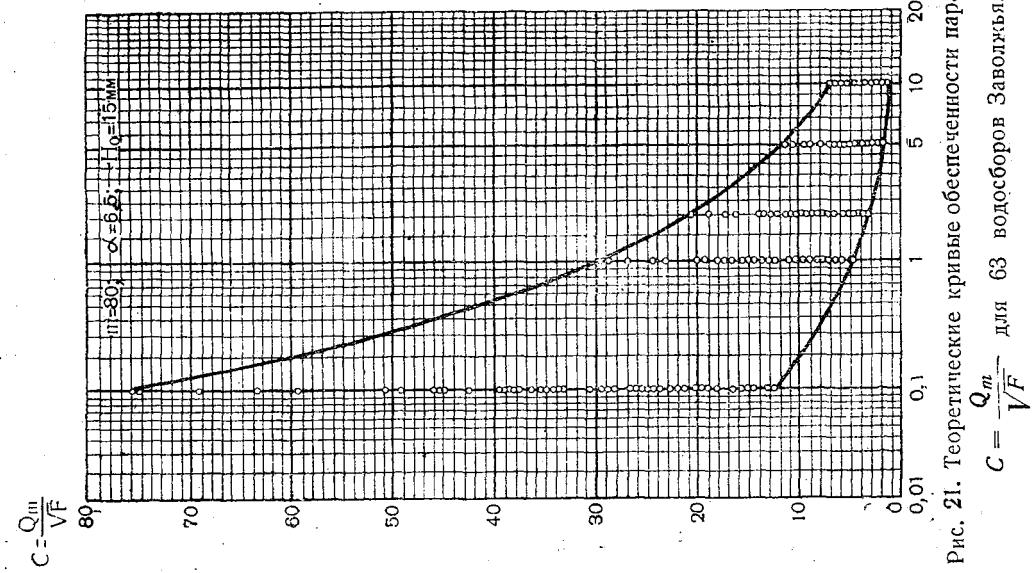


Рис. 21. Теоретические кривые обеспеченности параметра  $C = \frac{Q_m}{V_F}$  для 63 водохранилищ Заволжья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г. А. Расчет вероятных максимальных расходов воды и объемов стока снеговых и дождевых паводков. Труды ГГИ, вып. 38 (92), 1953.
2. Алексеев Г. А. Расчет дождевых осадков на основе применения кривых и поверхностей распределения вероятностей. Труды ГГИ, вып. 26 (80), 1950.
3. Богомазова З. П. (ред.). Ливни на территории СССР. Гидрометеоиздат, 1940.
4. Воскресенский К. П. Сток рек и временных водотоков на территории лесостепной и степной зон Европейской части СССР. Труды ГГИ, вып. 29 (83), 1951.
5. Климатические данные для государственных защитных полос Саратов — Астрахань, Камышин — Стalingрад и северной части — Стalingрад — Степной — Черкасск, от Стalingрада до Степного. Гидрометеоиздат, 1950 [ГГО].
6. Климатические данные для государственной защитной лесной полосы гора Вишневая — Чкалов — Уральск — Каспийское море. Гидрометеоиздат, 1950 [ГГО].
7. Долгов Н. Е. О нормах Кестлина и несоответствии этих норм результатам наблюдений над ливнями на Екатерининской ж. д. Екатеринослав, 1914.
8. Зайков Б. Д. Гидрология Заволжья. Нижневолгопроект, вып. IV. М.—Л., 1935.
9. Зайков Б. Д. Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ на территории СССР. Труды ГГИ, вып. 26 (80), 1950.
10. Иванов В. В. Поездка на Камыш-Самарские озера. Изв. Всес. географ. общ., т. 28, вып. 2, 1950.
11. Кузин П. С. Испарение с поверхности суши на территории СССР. Труды ГГИ, вып. 26 (80), 1950.
12. Кузик И. А. Особенности расчета стока с малых водосборов в Заволжье. Гидротехника и мелиорация, № 8, 1952.
13. Крицкий С. Н. и Менкель М. Ф. Гидрологические основы речной гидротехники, Изд. АН СССР, 1950.
14. Нижнее Поволжье. Физико-географическое описание. Изд. АН СССР, 1948.
15. Прасолов Л. И. (ред.). Почвы СССР, т. I, II, III. Изд. АН СССР, 1939.
16. Сергеев Б. Н. Определение расхода ливневых вод в местностях с исключительными климатическими и почвенными условиями. Тр. Научн.-технич. комитета НКПС, вып. 86, М., 1928.
17. Суворов Е. К. Поездка по системе Сарпинских озер. СПб., 1909.
18. Тихомиров И. К. и Рязанцева З. А. Климат Заволжья. Нижневолгопроект, вып. IX, М., 1939.
19. Филимонов И. И. К использованию вод р. Б. Узеня для орошения в Новоузенском уезде. Сельскохозяйственный вестник Юго-Востока, № 1, Саратов, 1914.
20. Черткоусов И. Н. К изучению лиманных мелиораций в Заволжских степях Стalingрадской губ. Из работ Поволжской областной опытно-мелиоративной станции, вып. IX, М., 1928.

Редактор Д. Л. Соколовский. Техн. редакторы М. И. Брайнина и Ф. А. Юлиш. Корректор М. П. Бушева.

Сдано в набор 13/VI 1953 г. Подписано к печати 4/XI 1953 г.  
Изд. № 42. Индекс Г-Л-42. Бумага 70 × 108<sup>1/4</sup> л. Бум. л. 3.  
Печ. зи. в 1 бум. л. 123 800. Печ. л. 8,22. Уч.-изд. л. 9,36. Тираж 800 экз.  
Гидрометеоиздат, г. Ленинград 1953 г. Цена 4 руб. 70 коп. М-46623. Заказ № 918.

2-я типо-литография Гидрометеоиздата, Ленинград, Прачечный пер., д. 6.

