

Н.П. Чеботарев

**Сток и гидрологические
расчеты**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
Н11

Н11 **Н.П. Чеботарев**
Сток и гидрологические расчеты / Н.П. Чеботарев – М.: Книга по Требованию,
2021. – 319 с.

ISBN 978-5-458-59587-2

ISBN 978-5-458-59587-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс „Сток и гидрологические расчеты“ был составлен мной в результате трехлетнего чтения его в Харьковском гидрометеорологическом институте. В течение этого времени курс изменялся и дополнялся, и в настоящем изложении были сделаны попытки отразить все позднейшие направления и течения мыслей гидрологов в данной области. Являясь частью курса „Гидрология суши“, данный курс имеет все основания расти и развиваться как самостоятельная дисциплина. И надо отметить, что эта дисциплина отличается более других своей динамичностью и ростом в соответствии с потребностью народного хозяйства. Характерной особенностью курса является наличие большого числа эмпирических зависимостей в графической и аналитической формах. Избежать этого явления нельзя, так как рассматриваемая область является относительно молодой областью науки, и эмпиризм, как промежуточный этап к оформлению научных положений и основ, есть вполне естественная и необходимая стадия в каждой науке.

Настоящий курс вырос вместе с ростом советского социалистического хозяйства: рост нашей промышленности все время выдвигал все новые и новые задачи и требования в области водного хозяйства, которые и отражены полностью в нашем курсе. Без преувеличения можно сказать, что рост данной области гидрологии оказался настолько большим, что во многом мы обогнали западные страны и США. Но рост этой области, как и других областей гидрологии, будет продолжать свой путь к новым достижениям, стремясь прочно обосновать себе первое место в мире.

Настоящий курс предназначен в основном для студентов специальных учебных заведений, инженеров и техников, работающих в области гидрологии, а также для тех лиц, которые близко соприкасаются с этой областью.

Н. П. Чеботарев

ВВЕДЕНИЕ

Еще недавно инженерная гидрология входила в состав родственных ей наук: гидротехники, гидравлики и др. Недостаточность накопленных материалов, экспериментальных наблюдений, специальных исследований и недостаточная систематизация их не давали возможности выделить гидрологию в отдельную самостоятельную науку. И только в последние два — три десятилетия гидрология становится вполне самостоятельной областью с более или менее подобранным и систематизированным материалом. Особенно сильное развитие в последнее время гидрология получила в СССР в связи с интенсивным исследованием производительных сил страны и широким водным строительством.

Наиболее важной частью гидрологии суши в научном и практическом отношении является речной сток, на котором базируются исчисление водных ресурсов речных артерий и проектирование гидротехнических сооружений. Речной сток необходимо рассматривать в балансе всех вод, получаемых в том или другом бассейне реки или его части, и только в этом случае представляется возможным более точно, более обоснованно подходить к исследованию и решению отдельных вопросов стока.

Подсчет стока так же, как и других элементов водного баланса, требует целого ряда методических подходов, с помощью которых достигается результат с точной или приближенной оценкой.

Поэтому настоящий курс представляет собой в основном синтез теоретических сторон стока (экспериментально проверенных) и прикладной расчетной части, имеющей чисто практическое значение. Такой синтез в результате дает одно целое, объединяющее теорию и практику гидрологических вопросов в области стока.

Глава первая

Водный баланс речных бассейнов

§ 1. ОБЩАЯ СХЕМА ВОДНОГО БАЛАНСА

Осадки, выпадающие на поверхность того или иного речного бассейна, подвергаются различным процессам. В местностях с высокой температурой и низкой влажностью воздуха значительная доля осадков теряется на испарение, при наличии водопроницаемой почвы и грунтов наблюдается большая просачиваемость осадков в грунт, в течение зимнего времени осадки ложатся на поверхность земли в виде снега, а весной эти осадки, превращаясь в воду, дают высокий сток рек и т. д. Но для любого участка поверхности земли и любого промежутка времени можно установить, как расходуются воды, попадающие на данный участок, т. е. можно составить для этого участка и этого промежутка времени тождество, в котором в одной части может быть прибыль, а в другой убыль воды. Поэтому под водным балансом следует разумеать равновесие между приходом и расходом воды данного речного бассейна или его части в течение определенного промежутка времени.

Для общности примем некоторую произвольную поверхность площадью F (рис. 1) и соответствующий массив земли какого-либо бассейна реки. При этом данная поверхность ограничена совершенно произвольной замкнутой линией. Мощность данного массива соответствует мощности слоя, в пределах которого могут происходить приход или убыль воды, участвующей в балансе данного речного бассейна.

Составим теперь уравнение водного баланса для данной произвольной части речного бассейна, при некотором произвольно взятом периоде времени T .

Приход и расход воды составляется из различных элементов, которые могут входить полностью или частично. Элементами прихода воды могут быть: осадки, конденсация воды из воздуха, приток воды открытыми водотоками, приток воды на данную площадь подземным стоком и приток воды из запасов грунтовых и поверхностных вод. Элементами расхода будут: испарение, коли-

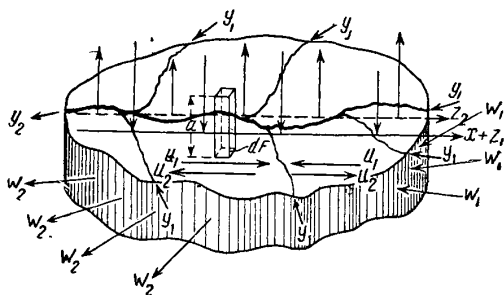


Рис. 1. Графическое представление элементов водного баланса.

чество воды, стекшей открытыми водотоками, количество воды, ушедшей подземным стоком, и количество воды, задержанное в запасах (в грунтах, почвах, водоемах и т. д.). Пусть в левой части уравнения будут элементы прихода воды, а в правой — элементы расхода.

Рассмотрим каждый из элементов отдельно.

а) Осадки. Осадки распределяются неравномерно как в отношении поверхности, так и в отношении времени. Выделим бесконечно-малый элемент площади — dF и примем, что на этот элемент площади в единицу времени выпали осадки высотой $= a$ (рис. 1). Тогда количество воды, поступившее осадкам на элемент площади в единицу времени, составит:

$$adF,$$

а для всей площади F и времени T имеем:

$$\int_T dt \int_F adF = XF \quad (1)$$

В правой части этого равенства (1) через X обозначена средняя высота осадков для всей площади F и за данный период времени T .

б) Конденсация. Вода, находящаяся в парообразном состоянии в воздухе, может при известных условиях конденсироваться на поверхности почвы, воды и снега. Для выражения этого элемента прихода воды поступаем подобно предыдущему и получаем равенство в следующем виде:

$$\int_T dt \int_F z_1 dF = Z_1 F. \quad (2)$$

В этом равенстве через z_1 обозначен размер конденсации, отнесенный к элементарной площадке и в единицу времени, а через Z_1 — средняя высота конденсации.

в) Приток открытыми водотоками. В тех случаях, когда контур выделенной площади перерезает открытые водотоки (реки, ручьи, балки и др.), приток может происходить этими открытыми путями и следовательно этот вид прихода воды необходимо учитывать, как один из элементов прихода воды на данный участок. Количество воды, притекающее открытыми водотоками, зависит от числа n_1 этих водотоков и от расхода Q_i каждого из них.

Общее количество воды, притекающее к данному участку за время T , составит:

$$\int_T dt \sum Q_i = F \sum_{n_1} Y_1. \quad (3)$$

В правой части данного равенства (3) количество воды, притекающей открытыми водотоками, выражено высотой слоя воды, отнесенного к площади данного участка. При этом через Y_1 обозначается высота слоя воды, а через n_1 — число всех водотоков.

г) Приток подземным стоком. Подобно предыдущему случаю необходимо учитывать приток воды подземными путями. Объем воды этого вида притока возрастает с длиной периметра данного участка S . Если обозначить через b_1 количество воды, втекающей на единицу длины S в единицу времени, выражение этого элемента может быть представлено в таком виде:

$$\int_T dt \int_S b_1 dS = W_1 F. \quad (4)$$

В правой части полученного равенства (4) через W_1 обозначается высота слоя воды, отнесенной к площади данного участка.

д) Приток воды из запасов грунтовых и поверхностных вод. Подобно предыдущему можно написать так:

$$\int_T dt \int_F u_1 dF = U_1 F \quad (5)$$

В этом равенстве через u_1 обозначен приток воды из запасов грунтовых и поверхностных вод, отнесенный к элементу площади и в единицу времени, а через U_1 — к единице площади за время T .

В состав этого элемента входит убыль из запасов грунтовых вод, водоемов и снега

Теперь переходим к правой части уравнения водного баланса, которая представляет расходную часть баланса.

а) Испарение. Этот вид расхода воды на данном участке включает в себя испарение с поверхности воды, снега, почвы и — путем транспирации — с растительного покрова. На бесконечно-малой площади участка dF за бесконечно-малый промежуток времени dt испарение будет z_2 . Для всей площади участка за данный период времени T испарения составят:

$$\int_T dt \int_F z_2 dF = Z_2 F. \quad (6)$$

б) Количество воды, стекшее за границы участка открытыми потоками. Этот элемент расходования воды идентичен элементу притока воды открытыми потоками и поэтому равенство может быть написано так:

$$\int_T dt \sum_{n_2} Q_2 = F \sum_{n_2} Y_2, \quad (7)$$

где Y_2 — слой стекшей воды, отнесенной к площади каждого водотока.

в) Количество воды, стекшее за границы участка подземным стоком.

$$\int_T dt \int_S b_2 dS = W_2 F, \quad (8)$$

где W_2 — сток по периметру, отнесенный к единице площади.

г) Количество воды, ушедшее в запас грунтовых и поверхностных вод.

$$\int_T dt \int_F u_2 dF = U_2 F, \quad (9)$$

где U_2 — слой воды, отнесенный к площади F .

Просуммировав все найденные элементы водного баланса правой и левой частей уравнения баланса и сократив на F , получим:

$$X + Z_1 + \sum_{n_1} Y_1 + W_1 + U_1 = Z_2 + \sum_{n_2} Y_2 + W_2 + U_2$$

или

$$X = (Z_2 - Z_1) + \left(\sum_{n_2} Y_2 - \sum_{n_1} Y_1 \right) + (W_2 - W_1) + (U_2 - U_1). \quad (10)$$

Полученное равенство (10) показывает, что слой осадков X , выпавший на произвольную площадь F за период времени T , распределяется так на испарение, уменьшенное конденсацией ($Z_2 - Z_1$), на сток, на уход воды подземными путями ($W_2 - W_1$) и на образование запасов ($U_2 - U_1$).

Надо заметить, что в полученное равенство водного баланса не вошли некоторые другие элементы, например, приток воды из глубоких недр земли—

ювенильные воды, или потеря воды на явления гидротации, происходящие в данном массиве, приход воды из межпланетного пространства, сток в это пространство и так далее. Однако этими элементами водного баланса можно пренебречь, так как заметного влияния на результаты они оказать не могут.

Приведенное равенство водного баланса может иметь помимо теоретического и практическое значение, если граница речного бассейна не выражена достаточно четко (в равнинно-заболоченных районах), или когда вышележащая часть реки находится за пределами рассматриваемой территории (например, за пределами СССР). В этом последнем случае не представляется возможным произвести непосредственные исследования, а карты получить затруднительно, или они недостаточно полны.

§ 2. ВОДНЫЙ БАЛАНС ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ, ОЧЕРЧЕННОЙ ВОДОРАЗДЕЛЬНОЙ ЛИНИЕЙ

В практике значительно чаще приходится встречаться с речными бассейнами, имеющими точно очерченные водораздельные линии. В этом случае граница данной территории не пересекает открытых естественных потоков за исключением замыкающего створа, в котором имеет место такое пересечение. Отсутствие пересечений потоков контурной линией для таких речных бассейнов исключает один из элементов водного баланса, а именно — приток воды открытыми водотоками. Исключая из уравнения (10) этот элемент ($\sum Y_1$) и заменяя обозначение $\sum_{n_1} Y_2$ через Y (сток), получим уравнение водного баланса в таком виде:

$$X = Y + (Z_2 - Z_1) + (U_2 - U_1) + (W_2 - W_1). \quad (11)$$

В этом уравнении Y обозначает речной сток (высота стока). Разность между высотой испарения — Z_2 и высотой конденсации Z_1 почти всегда положительна, так как высота конденсации относительно не велика. Эту разность принимают условно за испарение с поверхности бассейна. Такое испарение будет меньше действительного на величину конденсации. На метеорологических станциях обычно не ведут наблюдений над конденсацией, и этот элемент водного баланса неизвестен. При учете высоты конденсации можно было бы просто отнести ее к осадкам и тогда значение Z_2 включало бы и конденсацию.

Разность между убылью запасов (U_2) и прибылью запасов (U_1) может быть как положительной, так и отрицательной в зависимости от длины отрезка времени, времени года (если отрезок меньше года), климатических факторов, геологических условий и размеров водоемов, лежащих в пределах данного речного бассейна.

Разность между уходом подземной воды в соседние бассейны W_2 и притоком их из соседних бассейнов W_1 также может быть положительной и отрицательной в зависимости в основном от геологических и гидрологических условий.

Такой водообмен с соседними бассейнами бывает сильно ощутим, если водораздельная линия поверхности не совпадает с водораздельной линией подземных вод и в особенности для бассейнов малых размеров. Можно часто наблюдать, что две рядом лежащие балки имеют различные модули стока. Одна из них может оставаться сухой, в то время как соседняя имеет ручей с относительно большим расходом. Для больших бассейнов такой водообмен обычно особого практического значения не имеет.

Обозначив все приведенные разности соответственно через Z , U и W , получим уравнение водного баланса в таком виде:

$$X = Y + Z \pm U \pm W. \quad (12)$$

В элемент запаса U может входить три вида запасов: подземный ($U_{подз}$), снеговой ($U_{сн}$) и аккумулятивный ($U_{ак}$), т. е.

$$U = U_{подз} + U_{сн} + U_{ак}.$$

Полученное в таком виде уравнение водного баланса (12) и применяется в практике для решения различных вопросов в гидрологии рек.

Частные случаи

В практике приходится встречаться со случаями, когда некоторые элементы водного баланса не приходится принимать во внимание. Рассмотрим некоторые случаи, являющиеся частными по отношению к общему виду уравнения водного баланса (12).

Первый случай. Для больших размеров речных бассейнов элементом водообмена с соседними бассейнами — W можно пренебрегать, а элемент колебания запасов воды в бассейне можно отнести только к колебанию запасов грунтовых вод ($U_{подз}$). Тогда уравнение речного баланса для годового периода будет таким:

$$X = Y + Z \pm U. \quad (13)$$

Это последнее уравнение по Паркеру [195] можно представить в несколько ином виде:

$$X = Y_{пов} + Y_{зр} + Z \pm U, \quad (14)$$

где

$Y_{пов}$ — поверхностный сток, а

$Y_{зр}$ — подземный сток.

Наглядное представление этого уравнения Паркер дает графически (рис. 2).

Из чертежа мы видим, что высота осадков X расходует в трех направлениях: на испарение — Z , на просачивание — S и на поверхностный сток — $Y_{пов}$. Подземный сток — $Y_{зр}$ является частью полного стока — Y . Просочившееся количество осадков S подвергается в дальнейшем движению в сторону наибольшего уклона. Последний в рыхлых породах равен

$$I = \frac{h}{L},$$

где I — уклон или гидравлический градиент, h — падение поверхности грунтовых вод и L — расстояние между двумя данными пунктами.

При большом уклоне движение подземных вод будет происходить с большой скоростью, а следовательно, и с большим расходом. Но уклон подземных вод не остается постоянным: он колеблется и зависит в основном от количества выпадающих осадков, а следовательно, и величина подземного стока колеблется в определенных пределах.

Помимо осадков сток подземных вод зависит еще от испарения подземных вод и от атмосферного давления. Скорость движения подземных вод при любом уклоне все же будет меньше скорости поверхностных вод, т. е. проис-

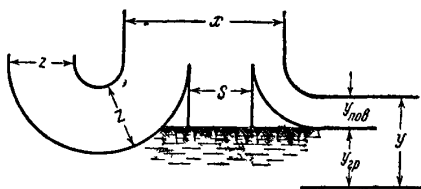


Рис. 2. Схема водного баланса по Паркеру.

ходит запаздывание стока подземных вод. Это запаздывание (замедленность в пути) и представляет собой запас, который расходуется в течение времени стока подземных вод.

Если в какой-то промежуток времени количество осадков за вычетом испарения равняется стоку — Y , то это значит, что в этом случае мы имеем равновесие в приходе и расходе влаги. Но для этого потребуется период лет достаточной длины; при одном, а иногда и при нескольких годах такого равенства может не оказаться, и тогда мы встречаемся со случаем

$$X - Z - Y_{нов} \geq Y_{zp}. \quad (15)$$

Для южной степной полосы СССР, вследствие большого испарения, иногда величина просачивания S близка к значению подземного стока Y_{zp} , и тогда бывает достаточно одного гидрологического года, чтобы иметь равенство:

$$X - Z - Y_{нов} = Y_{zp}. \quad (16)$$

Если Y_{zp} превосходит разность $(X - Z - Y_{нов})$, то в этом случае мы имеем расходование подземных запасов, накопленных (или вернее не успевших стечь) за предыдущие промежутки времени, а также и расходование подземных вод, просачивающихся за данный промежуток времени, и тогда должны иметь равенство:

$$X - Z - Y_{нов} = Y_{zp} - U \quad (17)$$

Когда Y_{zp} меньше разности $(X - Z - Y_{нов})$ имеем, наоборот, случай накопления (или вернее замедления стока). В этом случае так же, как и в предыдущем, сток подземных вод составляет часть за предыдущий промежуток времени, а частью за данный и, следовательно,

$$X - Z - Y_{нов} = Y_{zp} + U. \quad (18)$$

Приведенные уравнения водного баланса (17 и 18) могут быть отнесены не только к отрезку времени одного года, но и к более длинному отрезку времени — нескольких лет.

Второй случай. Пусть имеется малый бассейн — с небольшой площадью водосбора. Период времени дается краткий с продолжительностью 1—5 час., т. е. тот период, в течение которого обычно выпадают ливни. Обращаемся к общему уравнению водного баланса для территории, очерченной водораздельной линией (12).

Для данного случая ввиду краткости времени можно испарением (Z) и водообменом с соседними бассейнами (W) пренебречь, — тогда уравнение баланса представится в следующем виде:

$$X = Y + U_{подз} + U_{ак}. \quad (19)$$

Элемент прибыли или убыли запаса влаги ($U_{подз} + U_{ак}$) может быть принят со знаком плюс, ибо убыль из запасов грунтовых вод за краткостью периода времени незначительна.

Непринятие в баланс некоторых элементов является практически допустимым, так как доля участия отстраненных элементов может составлять допустимый процент погрешности по отношению к ливневному стоку. Так, например, подземный сток какой либо балки выражается обычно в литрах, а ливневой — в кубических метрах.

Третий случай. Рассмотрим случай для периода снеготаяния, т. е. от начала снеготаяния до конца стока талой воды. Обращаясь снова к основному уравнению (12), мы можем написать уравнение баланса для этого случая в таком виде:

$$X = Y + Z - U_{ск} + U_{подз}. \quad (20)$$

Перед значением $U_{сн}$ стоит минус, так как происходит убыль воды из снегового запаса, а перед значением $U_{подз}$ — знак плюс, так как в последнем случае происходит главным образом прирост воды в запас — просачивание. Однако, если почва промерзла, то просачивание может быть ничтожно и тогда этим значением можно пренебрегать.

Из полученного уравнения водного баланса можно получить сток талых вод

$$Y = U_{сн} + X - U_{подз} + U_{ак} - Z,$$

т. е. сток талой воды равен слою воды, запасенной в снеге к моменту снеготаяния, плюс осадки, уменьшенные потерями на просачивание и испарение.

Пример 1. Весенний сток талых вод р. Головесни, притока р. Десны, в 1930 году по данным А. Д. Магомедова [85] составлял $Y = 56,3$ мм, слой воды, запасенный в снеге к моменту снеготаяния, $U_{сн} = 92,4$ мм, высота осадков $X = 39,5$ мм, испарение, условно принятое по Вильду, $Z = 32,7$ мм. Остается неизвестной прирост в запас грунтовых вод $U_{подз} + U_{ак}$. Подставляя в уравнение баланса (20), найдем неизвестное $U_{подз} + U_{ак} = 42,9$ мм. В данном случае это количество является потерянными на просачивание. Относительное количество, теряемое на просачивание, составит:

$$\frac{42,9}{92,4 + 39,5} \cdot 100 = 32,5\%.$$

Относительное количество, теряемое на испарение, подобно предыдущему будет:

$$\frac{32,7}{92,4 + 39,5} \cdot 100 = 24,8\%.$$

На сток остается $42,7\%$, что представляет собой коэффициент весеннего стока в данном бассейне р. Головесни, выраженный в процентах. Графическое решение этой задачи представлено на рис. 3, где видно, как растет коэффициент стока с увеличением суммы осадков и талой воды.

При определении стока Y не принимался во внимание постоянный сток в русле, наблюдавшийся до начала снеготаяния.

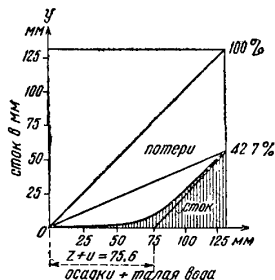


Рис. 3. График водного баланса весеннего стока р. Головесни.

§ 3. ВОДНЫЙ БАЛАНС ДЛЯ МНОГОЛЕТНЕГО ПЕРИОДА, ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ГОДА И ЧАСТЕЙ ГОДА

Многолетний период. Из предыдущего изложения видно, что длина периода времени (число лет) в уравнении водного баланса сказывается прежде всего на значении прироста и убыли влаги $\pm U$. Чем короче период лет наблюдений, тем выше значение $\Sigma \pm U_2^*$ за этот период лет. При очень длинном периоде лет $\Sigma \pm U_2$ делается весьма малой и приближается к нулю. Такой период времени носит название многолетнего периода, и уравнение водного баланса для него представляется в очень простой форме

$$X = Y + Z. \quad (21)$$

* Мы намеренно поставили здесь знак Σ , чтобы показать суммирование годовых значений $\pm U_2$ за данный период.

Многолетний период включает в себе годы как с большой высотой осадков (влажные годы), так и с малой (засушливые). Накопления в запасах подземных вод, полученные во влажные годы, расходуются во время сухих лет. При малом периоде лет может оказаться преобладающее число влажных или сухих лет и тогда значение $\Sigma \pm U_2$ будет относительно большим. Уравнение водного баланса в последнем случае должно включать в себя этот член, как это показано выше в уравнении (14).

Гидрологический год. В течение одного года могут происходить колебания запасов помимо грунтовых вод также и поверхностных — накопления снега и его таяние. В уравнение баланса для одного года должен обязательно входить член $\pm U$. При этом значение $\pm U$ составляется из подземных и поверхностных вод, и размер его в большой степени зависит от даты принимаемого начала года. Если взять календарный год, т. е. с 1 января по 31 декабря, то для него член $\pm U$ будет относительно велик. Выпавшие до первого января осадки могут стечь после первого января, и это количество войдет в значение $\pm U$ при составлении водного баланса для календарного года. Трудности учета $\pm U$ заставляют стремиться к уменьшению этой величины до минимальных размеров, а вместе с этим увеличить степень связанности стока и осадков за данный год. Если начало года отнести не к 1 января, а к одному из осенних месяцев, например, к 1 октября и год считать от этого начала по 30 сентября, то выпавшие в течение осени и зимы осадки целиком войдут в данный год. В этом случае значение $\pm U$ будет включать в себя только запасы грунтовых вод, и они будут сравнительно не велики. Год, для которого значения прибыли и убыли запасов подземных и поверхностных вод будут минимальными, и носит название гидрологического года. Очевидно, что при таких условиях начало гидрологического года каждый раз имело бы различные даты, в зависимости от хода и размера климатических факторов. Это обстоятельство сильно затруднило бы обработку, и поэтому обычно принимают одну и ту же дату для каждого года, которую лучше всего относить к началу месяца. Таким началом для европейской части СССР принято брать 1 октября. При такой твердой дате начала года значение гидрологического года не вполне соответствует указанному выше определению, так как не каждый год будем иметь $\pm U$ в минимуме к моменту этой даты.

Части года. Частями года могут быть сезоны, месяцы, декады и т. д. Для этих частей уравнение водного баланса всегда будет включать большое неизвестное $\pm U$ и поэтому практически почти никогда не приходится обращаться к составлению водного баланса для таких отрезков времени. Здесь не следует смешивать указанные части года с периодами времени года, отнесенными к какой-либо фазе года, как например, период снеготаяния или период выпадения ливня и стока ливневых вод, для которых величина $\pm U$ не имеет большого практического значения.

§ 4. ВОДНЫЙ БАЛАНС БЕССТОЧНЫХ И СТОЧНЫХ ОЗЕР И ИХ БАССЕЙНОВ

1. Бессточные озера и их бассейны

Под бессточными озерами разумеются те озера, которые не расходуют воду на сток. Попадающие в бессточные озера воды в виде осадков и стока с притекающих бассейнов теряются главным образом на испарение. Самым большим бессточным озером в мире является Каспийское море; кроме того имеются бессточные озера: Аральское море, Эльтон, Баскунчакское и другие. Известно