

2. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения в сложных погодных условиях. - М.: Транспорт, 1976. - 224 с.

3. Борьба со снегом и гололедом на транспорте: Материалы 2-го междунар. симпозиума: Пер. с англ. -М.: Транспорт, 1986. - 216 с.

## **Водный баланс Республики Беларусь**

Кучко М.Ю.

Белорусский национальный технический университет

### **Введение**

Закономерность изменения запасов вод обычно выражается уравнением водного баланса. Водный баланс – соотношение за какой–либо промежуток времени (год, месяц, декаду и т.д.) прихода, расхода и аккумуляции (изменение запаса) воды для речного бассейна или участка территории, для озера, болота или другого исследуемого объекта. В общем случае учёту подлежат атмосферные осадки, конденсация влаги, горизонтальный перенос и отложение снега, поверхностный и подземный приток, испарение, поверхностный и подземный сток, изменение запаса влаги в почво–грунтах и др.

### **Водный баланс Республики Беларусь**

Республика Беларусь по своим природным условиям относится к средней по водообеспеченности географической зоне СНГ. В Беларуси более 10 тыс. озер и водохранилищ, общий объем воды в которых составляет около 6 млрд. м<sup>3</sup>, и 20,8 тыс. рек общей протяженностью 90,6 тыс. км. Крупные реки, длина которых более 500 км: Днепр, Западная Двина, Неман, Виляя, Припять, Сож, Березина. Густота речной сети в среднем по Беларуси составляет около 40 км/100 км<sup>2</sup>. В северо-восточной части, более возвышенной и рассеченной, она превышает 60 км/100км<sup>2</sup>, а в южной, где расположена плоская Полесская низменность, – наполовину меньше среднего показателя. Сток рек, протекающих по ее территории (для среднего по водности года), составляет 57,9 км<sup>3</sup>. Большая его часть (34,0 км<sup>3</sup>, или 59%) формируется в пределах территории Беларуси (местный сток). В средний по водности год поверхностные водные ресурсы составляют 57,9 км<sup>3</sup>, в том числе формирующиеся в пределах страны – 34 км<sup>3</sup>. В многоводные годы общий речной сток увеличивается до 92,4 км<sup>3</sup>, а в маловодные – снижается до 37,2 км<sup>3</sup> в год. Возобновляемые (естественные) ресурсы подземных вод составляют 15,9 км<sup>3</sup> в год, эксплуатационные запасы – 2,3 км<sup>3</sup> в год. Годовой

суммарный сток в соседние страны распределяется примерно так. 56% – в Украину, 25% – в Латвию, почти по 2% – в Россию и Польшу.

Водный баланс территории Беларуси в целом равен: приходная часть территории 121,1 км<sup>3</sup> - 600 мм в год, в том числе за теплый период года (апрель - сентябрь); приходная часть территории 76,9 км<sup>3</sup> - 381 мм и расходная 97,7 км<sup>3</sup> - 484 мм, или расход превышает приход на 103 мм (27%). За холодный период (октябрь - март) соответственно: приход 44,2 км<sup>3</sup> - 219 мм и расход 23,4 км<sup>3</sup> - 116 мм, или расход меньше прихода на 103 мм (47%).

Водный баланс территории конкретных лесных и безлесных (сельскохозяйственных и других угодий) типов ландшафтов в целом заметно отличается от водного баланса территории Беларуси в целом. Водный баланс лесных ландшафтов в целом составляет 45,0 км<sup>3</sup> - 636 мм и безлесных - 76,1 км<sup>3</sup> - 564 мм, или на 72 мм и 11% меньше лесных.

По сезонам года водный баланс территории лесных и безлесных ландшафтов характеризуется следующим образом.

За теплый период года: приходная часть территории лесных ландшафтов 28,6 км<sup>3</sup> - 404 мм и безлесных (сельскохозяйственных угодий) ландшафтов 48,3 км<sup>3</sup> - 358 мм, или на 46 мм (на 14%) меньше лесных; расходная часть территории лесных ландшафтов - 35,6 км<sup>3</sup> - 503 мм и безлесных (сельскохозяйственных) ландшафтов - 62,1 км<sup>3</sup> - 460 мм, или на 43 мм (на 9%) меньше лесных.

За холодный период года: приходная часть территории лесных ландшафтов 16,4 км<sup>3</sup> - 232 мм и безлесных (сельскохозяйственных) ландшафтов 27,8 км<sup>3</sup> - 206 мм, на 26 мм, или на 12% меньше лесных; расходная часть территории лесных ландшафтов 9,4 км<sup>3</sup> - 133 мм и безлесных ландшафтов 14,0 км<sup>3</sup> - 104 мм, или на 29 мм (на 22%) меньше лесных.

Лесные ландшафты используют водные ресурсы занятой ими территории более полно и рационально по сравнению с безлесными. Непродуктивный расход влаги - поверхностный сток в целом за год в лесных ландшафтах в 5,7 раз меньше по сравнению с безлесными (28 и 159 мм), в том числе за теплый период года (IV-IX) - почти в 11 раз (соответственно 11 и 116 мм), за холодный - в 2,5 раза (17 и 43 мм). Полезное (продуктивное) использование влаги (на фотосинтез, транспирацию и подземный сток) лесными ландшафтами наоборот, оказалось, в целом за год в 2,5 раза больше (соответственно 451 и 180 мм), в том числе за теплый период года - в 2,2 раза (373 и 172 мм). На фотосинтез и транспирацию лесные ландшафты используют влаги почти в 1,8 раз больше, чем безлесные сельскохозяйственные угодья (соответственно 294 и 165 мм).

Общий сток с лесных ландшафтов по сравнению с безлесными в целом за год больше на 7% (соответственно 185 и 173 мм), в том числе за теплый период года меньше на 25% (90 и 123 мм) и за холодный - больше в 1,9 раз (95 и 50 мм).

Расчёт водного баланса:

$B = W_{вх} + W_{бок} + W_{пзв} + W_{вв} + W_{дот} \pm \Delta V - W_{ис} - W_{ф} - W_{у} - W_{пер} - W_{вдп} - W_{кп}$   
где:  $B$  – результирующая водохозяйственного баланса на водохозяйственном участке;

$W_{вх}$  - объем стока, поступающий за расчетный период с вышележащих участков рассматриваемого водного объекта, млн м<sup>3</sup>;

$W_{бок}$  - объем воды, формирующийся за расчетный период на расчетном водохозяйственном участке (боковая приточность);

$W_{пзв}$  - объем водозабора из подземных водных объектов, осуществляемый в порядке, установленном законодательством;

$W_{вв}$  - возвратные воды на водохозяйственном участке: подземные и поверхностные воды,

сточные и (или) дренажные воды, отводимые в водные объекты;

$W_{дот}$  - дотационный объем воды, поступающий на водохозяйственный участок из систем

территориального перераспределения стока (межбассейновые и внутрибассейновые переброски);

$\pm \Delta V$  - сработка или наполнение прудов и водохранилищ на расчетном водохозяйственном участке;

$W_{исп}$  - потери на дополнительное испарение;

$W_{ф}$  - фильтрационные потери из водохранилищ, каналов, других поверхностных водных объектов в пределах расчетного водохозяйственного участка;

$W_{у}$  - уменьшение речного стока, вызванное водозабором из подземных водных объектов, имеющих гидравлическую связь с рекой;

$W_{пер}$  - переброска части стока (объема воды) за пределы расчетного водохозяйственного участка;

$W_{вдп}$  - суммарные требования всех водопользователей данного расчетного водохозяйственного участка;

$W_{кп}$  - требуемая величина стока в замыкающем створе расчетного водохозяйственного участка (транзитный сток или комплексный попуск, в котором суммированы санитарно-экологические и хозяйственные попуски).

Для определения природной составляющей водного баланса с учетом изменения климата предлагается использование метода гидролого-климатических расчетов Мезенцева В.С. (с использованием гипотезы о равновесии ресурсов тепла и влаги)

$W_{бок}$  исходя из слоя стока в месячном разрезе:

Уравнение водного баланса речного водосбора (в месячном разрезе,  $i=1..12$ ):

$$H(I) = Z(I) + Y_k(I) \pm W(I),$$

где  $H(I)$  – суммарные ресурсы увлажнения, мм;  $Z(I)$  – суммарное испарение, мм;

$Y_k(I)$  – суммарный климатический сток, мм;

$DW(I)$  – изменение влагозапасов деятельного слоя почвогрунтов, мм;

Суммарное испарение:

$$Z(I) - Z_{\text{ис}}(I) = \left[ 1 + \left( \frac{\frac{Z_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)}}{\frac{KX(I) + g(I)}{W_{HB}} + V(I)} \right)^{n(I)} \right]^{\frac{1}{n(I)}}$$

где  $Z_m(I)$  максимально возможное суммарное испарение, мм;

$W_{HB}$  – наименьшая влагоемкость почвы, мм;

$V(I) = W(I)/W_{HB}$  – относительная влажность почвогрунтов на начало расчетного периода;

$KX(I)$  – сумма измеренных атмосферных осадков, мм;

$g(I)$  – грунтовая составляющая водного баланса, мм;

$r(I)$  – параметр, зависящий от водно-физических свойств и механического состава почвогрунтов;

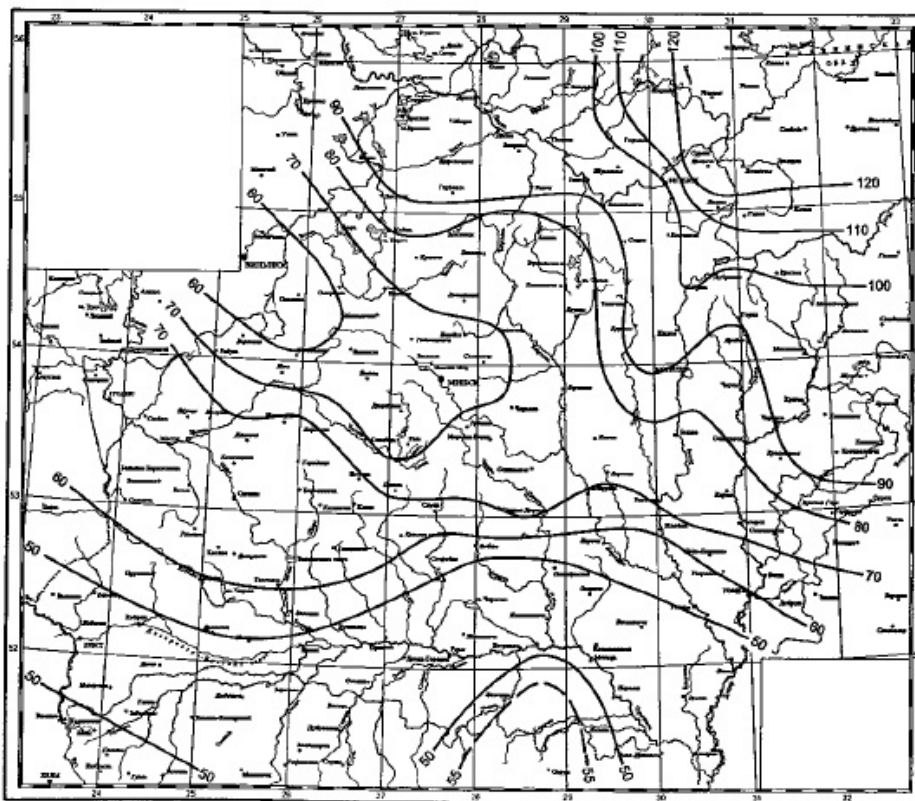
$n(I)$  – параметр, учитывающий физико-географические условия стока.

Относительная влажность почвы на конец расчетного периода определяется из соотношений

$$V(I) + 1 = V(I) \cdot \left( \frac{V_{cp}(I)}{V(I)} \right)^{r(I)}$$

$$V_{cp}(I) = \left( \frac{\frac{KX(I) + g(I)}{W_{HB}} + V(I)}{\frac{Z_m(I)}{W_{HB}} + V(I)^{1-r(I)}} \right)^{\frac{1}{r(I)}}$$

## Карта среднемноголетнего слоя стока весеннего половодья, мм



Суммарные ресурсы увлажнения определяются следующим образом:

$$H(I) = KX(I) + W_{HB}(V(I) - V(I+1))$$

Корректировка климатического стока осуществляется с помощью коэффициентов, учитывающих влияние различных факторов на формирование руслового стока, т.е.

$$Y_p(I) = k(I) \cdot Y_K(I)$$

где  $Y_p(I)$  – суммарный русловый сток, мм;  $k(I)$  – коэффициент, учитывающий гидрографические характеристики водосбора.

### Заключение

Закономерность изменения запасов вод обычно выражается уравнением водного баланса. Водный баланс – соотношение за какой-либо промежуток времени (год, месяц, декаду и т.д.) прихода, расхода и аккумуляции (изменение запаса) воды для речного бассейна или участка территории, для озера, болота или другого исследуемого объекта. В общем случае учёту подлежат атмосферные осадки, конденсация влаги, горизонтальный перенос и отложение снега, поверхностный и подземный приток, испарение, поверхностный и подземный сток, изменение запаса влаги в почво-грунтах и др.

## Литература

1. Указания по расчёту испарения с поверхности водоёмов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969.-83 с.
2. Рекомендации по расчёту испарения с поверхности суши.- Л.: Гидрометеиздат, 1976. –96 с.
3. Булавко А.Г. Определение расчётного испарения с водохранилищ Беларуси.//НТИ «Мелиорация и водное хозяйство».-Мн.:Ураджай.-1979.-№8. –С

## Географическое распределение осадков в Республике Беларусь

Лагуновская А.М.

Белорусский национальный технический университет

### Введение

Важную роль в формировании климата и развитии различных атмосферных явлений играет вода. Вода – единственное вещество, которое в природе присутствует в жидком, твердом и газообразном состояниях. Значение жидкой воды существенно меняется в зависимости от местонахождения и возможностей применения. Пресная вода шире используется, чем соленая. Свыше 97% всей воды сосредоточено в океанах и внутренних морях. Еще около 2% приходится на долю пресных вод, заключенных в покровных и горных ледниках, и лишь менее 1% – на долю пресных вод озер и рек, подземных и грунтовых. Вода находится в постоянном круговороте, связывая воедино все части гидросферы и обеспечивает взаимодействие гидросферы с литосферой, атмосферой и биосферой. В атмосферу вода поступает в результате испарения с поверхности водоемов. Она выделяется живыми организмами в процессе дыхания и обмена веществ. Наконец, она является побочным продуктом вулканической деятельности, промышленного производства и окисления различных веществ.