

Сток воды. Кадастр использования водных ресурсов

Южный филиал Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет», м. Симферополь
e-mail: siric_vladimir52@yandex.ua

Аннотация. В статье рассматривается речной сток воды, его значение при использовании водных ресурсов.

Ключевые слова: сток воды, речной сток, кадастр, водные ресурсы

Введение

Использование водных ресурсов затрагивает самую актуальную проблему человечества в XXI веке. В связи с прогрессирующим развитием технологии природа уже не может самостоятельно справиться с ущербом, наносимым человеком. Именно поэтому бережное отношение к водным ресурсам имеет большое значение и должно стать неотъемлемым для каждого жителя Земли.

Поверхностные водные ресурсы занимают одно из главных мест среди других природных богатств Украины. Достаточное их наличие обеспечивает нормальные условия эксплуатации существующих промышленных и сельскохозяйственных объектов и во многом перспективы их развития. По запасам воды, доступной для использования Украина относится к наименее обеспеченным странам Европы. В годы со средней водностью на одного жителя Украины приходится 1,09тыс. м³ собственного речного стока, в маловодные – 0,52тыс. м³. По данным Европейской экологической комиссии ООН, государство, водные ресурсы которого не превышают 1,5тыс. м³ на одного человека, признаётся водонеобеспеченным. К тому же неравномерное по территории распределение водных ресурсов Украины ещё больше обостряет проблему. В структуре водопользования Крыма, удельный вес забора воды из водных объектов местного значения для отраслей экономики и населения, составляет только 8,4%, а в структуре питьевого водоснабжения роль поверхностных водных ресурсов местного стока чрезвычайно велика и составляет 49,6%. Поэтому изучение вопросов речного стока и использование водных ресурсов для Украины в целом и Крыма в частности, имеет важнейшее значение.

Материалы и методы

Гидросфера. Сток воды. Характерной особенностью **гидросферы** является круговорот воды в ней. Под влиянием нагревания лучистой энергией Солнца огромные массы воды испаряются с поверхности суши, морей и океанов. Часть воды: испарившейся с поверхности океанов, выпадает непосредственно над ними и, следовательно, возвращается снова в океан, совершив так называемый **малый круговорот**.

Водяной пар, перенесённый воздушными течениями на сушу, при благоприятных условиях также конденсируется и выпадает в виде атмосферных осадков, причём часть их просачивается в почву и образует грунтовые воды, часть стекает по земной поверхности, образуя ручьи и реки, а часть снова испаряется. Сколько бы ни повторялся процесс выпадения осадков на земную поверхность и их последующего испарения, в конце концов, воды, доставленные воздушными течениями на сушу, стекают по уклону поверхности и снова достигают океана, завершив так называемый **большой круговорот** воды на Земном шаре. Реки в рассматриваемом процессе имеют значение водосборов, собирающих влагу, выпадающую на поверхность земли. Следовательно, питание влагой той или иной территории зависит от поступления влаги с океана и её распределения внутри территории.

Приведённая схема большого круговорота воды на Земном шаре может быть выражена следующим уравнением:

$$Z_M + Z_C = X_M + X_C, \quad (1)$$

т.е. сумма испарения воды с поверхности океанов (морей) и с поверхности суши равна сумме осадков на поверхности океанов и на поверхности суши.

На основании ряда исследований уравнение (1) может быть иллюстрировано средними цифрами для годового периода (в тыс. км³): 448 + 63 = 411 + 100.

Суммарный годовой сток с суши земного шара подсчитывают примерно в 37км³.

Для отдельных бассейнов рек уравнение водного баланса может быть представлено в таком виде:

$$X_C + C + Q_{\text{пд.пр.}} = Y + Z_C + Q_{\text{пд.от.}} \quad (2)$$

В этом уравнении левая часть приходная:

X_C – осадки; C – конденсация паров, находящихся в воздухе; $Q_{\text{пд.пр.}}$ – подземный приток воды.

В правой части уравнения показан расход воды с составляющими: Y – сток реки; Z_C – испарение; $Q_{\text{пд.от.}}$ – подземный отток воды.

Считается, что в многолетнем периоде величины подземного притока и подземного оттока воды уравниваются, а величина C незначительна. Поэтому для многолетнего периода уравнение водного баланса речного бассейна можно принять:

$$Y = X_C - Z_C, \quad (3)$$

т.е. сток реки равен осадкам, выпадающим на площади водосбора реки, минус испарение с этой же площади или уравнение водного баланса бассейна реки в естественных условиях для среднего гидрологического года будет иметь следующий вид:

$$Y_o = X_o - Z_o, \quad (4)$$

Индексом „О” обозначено среднемноголетнее значение стока, осадков и испарения. Из уравнения (4) следует, что сток в основном зависит от осадков и суммарного испарения с суши и водной поверхности бассейна.

Зависимость стока от физико-географических условий. Как было указано выше, климатические факторы стока можно обобщать в виде уравнения водного баланса (4) однако, кроме осадков и испарения, на речной сток оказывает влияние: площадь и рельеф водосбора, густота речной сети, почвенно-геологические условия бассейна, растительность, наличие озёр, болот, а также деятельность человека. Кратко остановимся на этих факторах стока.

Площадь и рельеф водосбора. Если климатические факторы являются основными по отношению к стоку с единицы площади водосбора, то от площади водосбора, при данных, климатических условиях, зависит суммарная величина стока. Чем больше величина водосбора, тем больше величина стока.

Рельеф бассейна влияет на скорость стекания выпадающих осадков. Чем круче рельеф местности, тем скорость стеканий больше, тем меньше потери на испарения и фильтрацию, тем больше коэффициент стока. В горных районах сток формируется во много раз интенсивнее, чем в равнинных районах.

Густота речной сети. Густота речной сети оказывает влияние на величину модуля стока и определяется формулой

$$D = \frac{\sum L}{F}, \quad (5)$$

где $\sum L$ – сумма длин всех рек речной сети, км²; F – площадь водосбора, км².

С увеличением густоты речной сети модуль стока возрастает. Это объясняется большим дренированием водоносных слоёв бассейна и увеличением грунтового питания реки.

Почвенно-геологические условия. Эти условия оказывают существенное влияние на величину стока, так как от них зависит величина инфильтрации. Так, песчаные грунты поглощают значительно больше влаги, чем глинистые, что приводит к уменьшению величины паводков и к увеличению запасов грунтовых вод и речного стока в меженный период. На сток влияет структура почв, так как структурные комковатые почвы обладают способностью большого поглощения влаги, чем бесструктурные.

В карстовых породах, пересекаемых руслом реки, могут наблюдаться утечка воды из русла вглубь, вплоть до полного исчезновения реки. Нередко в карсте образуются подземные потоки, которые иногда выклиниваются в ту же реку, но ниже по течению, иногда в смежные бассейны.

Растительный покров. Влияние растительности на речной сток довольно разнообразно. Массивы леса оказывают благотворное влияние на речной сток, делая его более равномерным. Прежде всего, леса, в результате подъёма над ними воздушных масс, способствуют выпадению осадков. Затем в лесистых районах наблюдается изменения условий испарения и стекания по сравнению с безлесными местами, которые заключаются в следующем, с одной стороны, лес уменьшает испарение с почвы вследствие уменьшения скорости ветра в лесу и затенения почвы. С другой стороны лес транспирирует значительное количество влаги из почвы в атмосферу и испаряет в воздух часть осадков, задерживающихся на кронах деревьев.

Лес задерживает таяние снега иногда на 20-30 суток. Происходит это в результате уменьшения испарения и замедления снеготаяния вследствие затенения, создаваемого лесом, а также от

увеличения фильтрации в грунт. Последнее приводит к увеличению запасов подземных вод и меженного стока. Эти явления делают сток более равномерным в течение года.

Озёра, расположенные в бассейне реки, так же как и леса, являются регуляторами стока, т.е. уменьшают максимальные расходы в реках, вытекающих из озера, и увеличивают расходы в меженный период.

Влияние деятельности человека на режим речного стока. На естественный режим рек очень большое влияние оказывает деятельность человека, в результате которой, с одной стороны, изменяется состояние поверхности речных бассейнов и процесс стекания на них вод, а с другой стороны, естественный сток в руслах рек.

К мероприятиям **первого рода** относятся: вырубка лесов и их насаждение, распашка земель или задернение распаханых земель в приовражных районах, снегозадержание, осушение, оврагоукрепительные работы и т.п.

Вырубка лесов приводит к увеличению скорости снеготаяния, более раннему прохождению весеннего половодья и увеличению максимальных расходов, способствует

уменьшению стока в меженный период и приводит к более неравномерному распределению стока, внутри года. Насаждение лесных массивов и полос в бассейне реки, наоборот, создаёт условия для более равномерного распределения стока внутри года.

Вспашка земли улучшает условия фильтрации воды в грунт, что способствует уменьшению поверхностного стока и увеличению меженного.

Различные меры по снегозадержанию (лесные защитные полосы, поперечная по отношению к склонам вспашка, снежные валики и т.д.) производят задержку талой воды и уменьшают поверхностный сток.

Осушение переувлажнённых территорий необходимо для повышения урожайности полей.

Работы по укреплению оврагов приводят к резкому уменьшению выноса наносов в пойму и русло реки.

Ко **второму роду** мероприятиям человека относятся: строительство водохранилищ для регулирования речного стока, изъятие из рек части воды для орошения, водоснабжения и обводнения, увеличение расхода воды в реках за счёт глубоких грунтовых вод и переброски «чужих вод» из других бассейнов. Влияние этих мероприятий поддаётся не только качественному, но и количественному учёту.

Водохранилища на реках выполняют роль регуляторов стока: они выравнивают сток внутри года, уменьшая максимальные расходы половодья и увеличивая ниже водохранилищ сток межени. Уменьшение максимальных расходов половодья предохраняет населённые пункты, расположенные ниже водохранилища от затопления весенними водами (например Симферопольское вдхр. г.Симферополь). Сток из водохранилищ в отличие от озёр зависит в значительной степени от его размеров и правил расходования воды, вызванных потребностями народного хозяйства.

При регулировании стока водохранилищами необходимо учитывать повышения испарения с его водной поверхности по сравнению, с испарением с поверхности суши до устройства водохранилища. В водохранилище осаждаются наносы, проходящие по реке, и ниже водохранилища вода несёт меньше их количество.

Изъятие из реки воды для орошения, водоснабжения и обводнения приводит к уменьшению речного стока.

При составлении проектов водохозяйственных мероприятий все указанные изменения в стоке рек необходимо учитывать.

Кроме вековых колебаний глобальных метеорологических процессов на сток рек Крыма воздействуют различные виды хозяйственной деятельности, которые условно можно разделить на три категории:

1) *непосредственные* - межбассейновые и внутрибассейновые переброски речного стока, заборы воды из рек и водоёмов, сбросы воды в речную сеть, регулирование стока путём создания русловых водохранилищ и прудов и т.д.;

2) *косвенные водохозяйственные* – заборы воды из подземных горизонтов, сбросы воды в подземные горизонты, на поля орошения, поля фильтрации и в другие места, непосредственно не связанные с речной сетью; мелиорация земель и др.;

3) *косвенные не водохозяйственные* – распашка территорий, вырубка леса, агролесомелиорация, урбанизация и пр.

Непосредственными воздействиями всегда можно активно управлять, и их влияние на водный режим обычно учитывается расчётным путём на основе фактографической или прогностической информации с использованием действующих нормативов (например, норм расходования воды на единицу продукции или единицу орошаемой площади). Трудность здесь заключается лишь в получении достоверных исходных данных.

Влияние косвенного воздействия на речной сток гораздо сложнее, так как сказывается со сдвижкой во времени и зависит от множества других факторов: фильтрационные способности почв, рельеф местности, климатические условия и т.д. Однако при знании законов изменения водного режима под влиянием этих воздействий управлять ими в принципе возможно, если они обусловлены проведением водохозяйственных мероприятий.

Управлять остальными в большинстве случаев нельзя, так как их назначение обычно имеет свою целевую направленность. В то же время получение достаточно надёжных способов расчёта влияния этих воздействий на формирование речного стока крайне необходимо.

В кадастр использования водных ресурсов, являющихся частью государственного водного кадастра, включаются данные обо всех водохозяйственных объектах (водозаборы, выпуски сточных и других вод, каналы, водохранилища, пруды и т.д.)

Так, например, заборы воды из поверхностных источников подразделяются на следующие:

1) водозаборы из рек, русловых водохранилищ и прудов для водообеспечения различных отраслей народного хозяйства;

2) также для подачи воды в другие бассейны или на водохозяйственные участки данного бассейна;

3) также для наполнения наливных водохранилищ и прудов (с выделением рыбохозяйственных);

4) заборы воды из каналов переброски стока и магистральных каналов оросительных систем;

5) заборы воды из пересыхающих рек и водоёмов, непосредственно не связанных с речными системами (наливных водохранилищ и прудов, прудов атмосферного питания, копаней, карьеров и пр.);

6) расходование воды из осушительных каналов путём устройства шлюзов-регуляторов (подпочвенное увлажнение);

7) водозаборы из коллекторно-дренажной сети оросительных систем.

В свою очередь сбросы сточных и других вод подразделяются на выпуски:

1. сточных вод в речную сеть (с дифференциацией по степени очистки);

2. из наливных водохранилищ и прудов (с выделением рыбохозяйственных);

3. перебрасываемых из другого бассейна или участка вод (с выделением чистых, сточных и возвратных вод орошения);

4. в каналы переброски стока или магистральные каналы оросительных систем;

5. на поля фильтрации, в подземные горизонты и другие места, непосредственно не связанные с речной сетью;

6. стоков животноводческих комплексов;

7. в коллекторно-дренажную сеть оросительных систем.

Водные ресурсы Крыма. В Крыму насчитывается 1657 рек и временных водотоков. Общая их длина составляет 5996 км. Большинство рек и водотоков имеют длину не более 10 км. Самая длинная река Крыма – Салгир (более 200 км). Самые многоводные реки Крыма – Бельбек, Бююк-Карасу и Чёрная (их среднесреднеголетний расход воды превышает $2 \text{ м}^3/\text{с}$). Кроме рек в Крыму есть 300 озёр, 23 водохранилища, 1749 прудов. Реки Крыма с учётом наполняемых ими водохранилищ и прудов дают примерно 10% водных ресурсов. Кроме использования водных ресурсов местного поверхностного стока в Крыму используются днепровская вода, поступающая на полуостров по Северо-Крымскому каналу >80% водных ресурсов, а также подземные и морские воды.

По Северо-Крымскому магистральному каналу днепровская вода в Крым поступила в октябре 1963 года. В настоящее время Северо-Крымский канал является главной водной артерией Крыма. Днепровская вода используется для орошения и обводнения земель Степного Крыма, для питьевого водоснабжения городов Керчи, Феодосии, Симферополя, Судака и др. Необходимо эта вода для развития промышленности и для использования в технических целях. В многолетнем плане водопотребление днепровской воды из СКК нарастало, достигнув в 1990 году $3164,0 \text{ млн. м}^3$ в год после чего отмечалось постоянное снижение $1608,0 \text{ млн. м}^3$ (2000 г.), $1314,0 \text{ млн. м}^3$ (2007 г.).

Несмотря на небольшой удельный вес в общем объёме водопотребления, доля поверхностных водных ресурсов местного стока в структуре питьевого водоснабжения составляет около 50%. Созданные на малых реках Крыма водохранилища обеспечивают водой города Симферополь, Севастополь, Большую Ялту и Алушту. Поэтому дальнейшее систематическое исследование речного стока и использование водных ресурсов для Крыма имеет первостепенное значение.

Література

1. Сирик В. Ф. Поверхностные воды – основной природный ресурс Украины / В. Ф. Сирик, Л. М. Соцкова // Материалы научно-практического семинара. КНЦ НАН Украины и МОН Украины. – 2010. – С. 28–30.
2. Справочник по климату СССР. Вып. 10. ч. IV. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 696 с.
3. Соцкова Л. М. Водное хозяйство / Л. М. Соцкова, В. Ф. Сирик. – Симферополь : ТГЭИ, 2011. – 252 с.

Анотація В. Ф. Сірик Стік води. Кадастр використання водних ресурсів. У статті розглядається річковий стік води, його значення при використанні водних ресурсів
Ключевые слова: стік води, річковий стік, кадастр, водні ресурси

Abstract. V. F. Siric Water runoff. Cadastre of water resources use. The article considers the river water flow, the value of water resources use.

Keywords: water flow, river flow, inventory, and water resources.

Поступила в редакцію 26.01.2014 г.