

М.М.Черепанский¹, О.А.Каримова², Н.М.Томина³

¹Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, г. Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидроспецгеология», г. Москва

³Институт природопользования НАН Республики Беларусь, г. Минск

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВОДНОГО БАЛАНСА И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ВОДНОГО РЕЖИМА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИЯ-БЕЛАРУСЬ

Роль подземных вод в формировании водного баланса и естественных ресурсов крупных артезианских бассейнов на трансграничных территориях обычно оценивается путем анализа пространственных изменений соотношения величин подземного стока, атмосферных осадков и общего речного стока.

Согласно многочисленным публикациям, посвященным оценке роли природных факторов на формирование подземного стока [1–3], их можно подразделить на три группы: 1) метеорологические, 2) геолого-гидрогеологические и 3) геоморфологические. Сочетание климатических и геологических факторов, а также геоморфологических и гидрогеологических факторов определяет величину подземного стока и характер его распределения по площади. Более точная оценка влияния тех или иных факторов на условия формирования подземного стока может быть установлена лишь при детальном изучении конкретного региона.

Исследование водного баланса позволяет выявить общие закономерности формирования водного режима территории, количественно оценить каждый элемент водного баланса и охарактеризовать роль каждого из них в общем водном балансе и водных ресурсах территории. Основными элементами водного баланса территории являются осадки, испарение, речной сток и подземный сток. Рассмотрим роль каждого из элементов в отдельности.

Природно-климатические и гидрологические условия бассейна р. Днепр. Река Днепр, являясь типичным трансграничным потоком, протекает по территории трех государств (Российской Федерации, Республике Беларусь и Украины) и является четвертой по длине (2200 км) и третьей по площади (511000 км^2) рекой Европы после Волги, Дуная и Урала (рисунок 1).

Следует отметить, что длина Днепра в естественном состоянии составляла 2285 км, однако после строительства каскада водохранилищ, во многих местах выпрямили русло реки: в пределах Украины – это 1121 км, в пределах Белоруссии – 595 км (115 км находятся на пограничной территории Белоруссии и Украины), в пределах России – 485 км [4, 5].

Российская часть бассейна р. Днепр включает в себя частично территории шести субъектов Российской Федерации: Смоленская, Брянская, Курская, Калужская, Орловская и Белгородская области; и в пределах двух физико-географических зон: лесной и лесостепной. В пределах указанных выше областей берут начало собственно р. Днепр и его притоки – рр. Сож, Десна, Сейм, Псёл, Ворскла. Большая часть территории дrenируется р. Днепр.

Днепр берёт начало в небольшом болоте Мшара (урочища Аксенинский мох) на южном склоне Валдайской возвышенности, у села Бочарово Сычёвского района Смоленской области. В верховьях от истока до города Дорогобужа (Смоленская область) река протекает в низменных, частично заболоченных и покрытых преимущественно сосновыми, местами березовыми или еловыми лесами берегах; ниже до города Шкалова – среди холмистой местности, где долина реки узкая (0,5–1 км), пойма местами отсутствует [4].

Водный режим Днепра определяется хорошо выраженным весенним половодьем, низкой летней меженью с периодическими летними паводками, регулярным осенним повышением уровня воды и зимней меженью. Верхняя часть бассейна Днепра расположена в районе чрезмерного и достаточного увлажнения (лесная зона). Питание Днепра смешанное. В верхней части бассейна преобладает снеговое питание (около 50 %), на дождевое

и подземное приходится соответственно 20 и 30 %. Около 80 % годового стока Днепра формируется в верхней части бассейна, где выпадает много осадков, а испарение маленькое. В частности, верхний Днепр с Березиной и Сожем даёт 35 % годовой массы воды, Припять – 26 % и Десна – 21 %.



Рисунок 1 – Бассейн р. Днепр

Климат северной и южной частей бассейна р. Днепр различен по количеству осадков и температурному режиму и мало отличается при движении с востока на запад. Северная часть бассейна (Смоленская, Калужская и северная часть Брянской области) располагается в зоне умеренно-континентального климата. Средняя температура января -9°C , июля $+17^{\circ}\text{C}$. Указанная территория относится к достаточно увлажняемой. Среднегодовое количество осадков составляет от 630 до 760 мм в год, количество дней с осадками – от 170 до 190.

Геолого-гидрогеологические условия трансграничной территории. В геоструктурном отношении бассейн р. Днепр на территории России расположен в пределах Московской синеклизы, Воронежской антиклизы и Днепровской впадины и включает в себя отдельные районы двух крупных гидрогеологических структур Европы – Московского и Днепровского артезианских бассейнов [6]. При этом большая часть рассматриваемой территории относится в западной части Московского артезианского бассейна (63 тыс. km^2), в пределах которого расположены все входящие в бассейн р. Днепр районы Смоленской,

Орловской и Калужской областей, большая часть Курской области и третья часть Брянской области. К Днепровскому артезианскому бассейну относятся большая часть Брянской области и отдельные районы Курской и Белгородской областей.

Гидрогеологические условия бассейна Днепра в пределах Беларуси определяются его геологическим и тектоническим строением. Установлено четыре гидрогеологических бассейна: Московский (Оршанский в пределах Беларуси), Днепровский (Припятский), Мазовецко-Люблинский (Подляско-Брестский) и Прибалтийский. Границы и краевые части артезианских бассейнов приурочены к сводным частям и склонам положительных тектонических структур кристаллического фундамента: Белорусской и Воронежской антиклизами, Полесской, Жлобинской и Брагинско-Лоевской седловинам Бобруйскому и Микашевичско-Житковичскому выступам, а также Украинскому щиту [6]. При этом Оршанский гидрогеологический бассейн является западной частью Московского мегабассейна и занимает северную и северо-восточную часть бассейна Днепра в пределах Беларуси.

Характеристика основных водоносных горизонтов. В геологическом строении бассейна р. Днепр в пределах России принимают участие отложения кембрийского, ордовикского, девонского, каменноугольного, пермского, триасового, юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Все они содержат подземные воды. Основными водоносными комплексами, используемыми для хозяйствственно-питьевого водоснабжения, являются девонский, в меньшей степени – каменноугольный, и еще в меньшей степени четвертичный, меловой и юрский.

Бассейн р. Днепр в пределах Республики Беларусь сложен мощным чехлом четвертичных отложений и дочетвертичных отложений (50–6000 м), представленных водопроницаемыми, слабопроницаемыми породами, к которым приурочено большое количество водоносных горизонтов и комплексов. Основными водопроницаемыми горизонтами и комплексами в бассейне р. Днепра в пределах Беларуси, которые используются для централизованного водоснабжения, являются четвертичный, палеоген-неогеновый, меловой, девонский и верхнедевонский.

Роль климатических факторов в формировании водного режима территории. Верхняя часть бассейна Днепра расположена в районе чрезмерного и достаточного увлажнения (лесная зона), средняя – в районе неустойчивого (зона лесостепи на севере степи), а нижняя – в районе недостаточного увлажнения (зона степи). Питание Днепра смешанное. В верхней части бассейна преобладает снеговое питание (около 50 %), на дождевое и подземное приходится соответственно 20 и 30 %. Ниже, в пределах степной зоны, доля снегового питания возрастает до 85–90 %, подземного – уменьшается до 10–15%, а дождевого почти нет. Около 80 % годового стока Днепра формируется в верхней части бассейна, где выпадает много осадков, а испарение маленькое. В частности, верхний Днепр с Березиной и Сожем даёт 35 % годовой массы воды, Припять – 26 % и Десна – 21 %.

Климат бассейна р. Днепр различен *по количеству осадков* и температурному режиму и мало отличается при движении с востока на запад. Северная часть бассейна (Смоленская, Калужская и северная часть Брянской области) располагается в зоне умеренно-континентального климата. Указанная территория относится к достаточно увлажняемой. Среднегодовое количество осадков составляет от 630 до 760 мм в год, количество дней с осадками – от 170 до 190. Вегетационный период 129–143 дня.

Климат бассейна р. Днепр в пределах Могилевской области Республика Беларусь умеренно континентальный, характеризуется мягкой зимой и теплым летом. Среднегодовая норма осадков составляет 570–570 мм в год. Большая их часть (около 70 %) выпадает с апреля по октябрь. В пределах территории Беларуси среднее количество осадков по бассейну р. Днепр составляет порядка 650–700 мм/год.

Испарение – главный источник поступления водяного пара в атмосферу и основная составляющая водного баланса территории различных размеров. В настоящее время определение испарения приобретает огромное значение при оценке водных ресурсов отдельных

районов, проектирования и эксплуатации систем осушения, орошения и пр. При расчете месячного испарения с континентов используется комплексный метод М.И. Будыко, основанный на совместном решении уравнений теплового и водного балансов с учетом зависимости скорости испарения от влажности почвы.

Режим испарения определяется метеорологическими условиями (дефицит влажности воздуха, интенсивность вертикального переноса водяного пара) и состоянием подстилающей поверхности (влажность и водно-физические свойства почв и горных пород).

Средняя величина испарения в верхней части бассейна р. Днепр с территории России составляет порядка 300–420 мм/год. Согласно расчетным данным, полученным по бассейну р. Днепр в пределах Могилевской области [7], средняя величина испарения с территории составляет порядка 350–370 мм/год.

Роль подземных вод в формировании естественных ресурсов. Роль подземных вод в формировании естественных ресурсов бассейна р. Днепр была показана путем анализа пространственных изменений соотношения величин подземного стока, атмосферных осадков и общего речного стока.

Исследования геоморфологических, геологических, гидрогеологических и гидрологических особенностей бассейна р. Днепр позволили установить, что территория бассейна неоднородна по условиям формирования подземного стока. Основными водоносными комплексами, принимающими участие в формировании подземного стока являются четвертичные, верхне- среднедевонские и нижнекаменноугольные. В основном подземный сток в реки формируется из четвертичного и девонского водоносного горизонтов, а нижнекаменоугольный водоносный горизонт принимает участие в формировании подземного стока только на востоке бассейна.

Подземный сток из четвертичного водоносного горизонта характеризуется непосредственным воздействием климатических факторов, и в первую очередь атмосферных осадков. Инфильтрация атмосферных осадков через верхнечетвертичные отложения в девонский водоносный горизонт, обусловленная практическим отсутствием выдержанного водоупора, формирует подземный сток из нижней части зоны дренирования. На таких участках, согласно анализу имеющихся фактических материалов, основное участие в формировании подземного стока (порядка 70 %) принадлежит четверичным отложениям, а 30% приходится на верхне- среднедевонские отложения. На участках, где установлена восходящая фильтрация подземных вод из нижней зоны дренирования (верхнедевонские или каменоугольные отложения) в верхний четвертичный горизонт, было установлено, что доля нижележащих горизонтов составляет порядка 70% в общей величине формирования подземного стока, а на четвертичный водоносный горизонт приходится порядка 30 %.

В верховьях р. Днепр (на участке от истока до г. Сафоново) формирование подземного стока происходит в нижнекаменноугольных отложениях, представленных переслаиванием карбонатных и глинисто-карбонатных отложений, и их доля в общем подземном стоке составляет порядка 70 %. Доля участия верхнедевонских отложений, представленных также переслаиванием карбонатных, глинисто-карбонатных и песчаных отложений, на данном участке не превышает 30 %. Следует отметить, что поскольку регионально выдержанный водоупор между нижнекаменноугольными и верхнедевонскими отложениями в районе отсутствует, то можно с большой долей вероятности предположить, что верхнедевонские отложения также принимают участие в формировании подземного стока на данном участке. В целом по участку модуль подземного стока составляет 2–3 л/с км², уменьшаясь до 1–2 л/с км² ближе к истоку р. Днепр.

На участке от г. Сафоново до г. Смоленск в целом картина не меняется: преобладающее значение в формировании подземного стока (порядка 70 %) принадлежит нижнекаменоугольным отложениям. Однако в бассейне р. Вопь (правый приток р. Днепр) основная доля участия в формировании подземного стока приходится уже на четвертичные отложения, представленные песчано-глинистыми отложениями с включением грубообломочных разностей. В подчиненном положении оказываются как нижнекаменоугольные

(правая долина р. Вопь), так и верхнедевонские (левая долина р. Вопь) отложения. В целом, модули подземного стока здесь составляют 2–3 л/с км².

На участке г. Смоленск – граница Российской Федерации основная роль в формировании подземного стока принадлежит четвертичным отложениям, представленным песчано-глинистыми отложениями с включением грубообломочных разностей и участками песчаных отложений. Роль подземных вод четвертичных отложений в формировании подземного стока остается по прежнему основной (порядка 70%), но в качестве подчиненного водоносного горизонта выступают отложения верхнего девона. В целом, модуль подземного стока на данном участке составляет 2–3 л/с км².

Список использованных источников

- 1 Водный фонд Украины: Искусственные водоемы – водохранилища и пруды: Справочник / Под ред. В. К. Хильчевского, В. В. Гребня. – К.: Интерпрес, 2014. – 164 с.
- 2 Гидрогеология СССР. Том. 1 «Москва и смежные области». М.: Недра, 1966. – 409 с.
- 3 Гидрогеология СССР. Том 2. «Белорусская ССР». – М.: Недра, 1970. – 396 с.
- 4 Гудак С. П., Курило К. А., Фадеева М. В. Гидрогеологическое районирование подземных вод // Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ/Редкол.: П. З. Хомич и др. – Минск: Адкуцацыяі выхаванне, 2002. – С. 406–430.
- 5 Зекцер И. С. Закономерности формирования подземного стока и научно-методические основы его изучения. – М.: Наука, 1977. – 173 с.
- 6 Подземные воды Мира: ресурсы, использование, прогнозы (под ред. Зекцера И.С.) М.: Наука, 2007. – 438 с.
- 7 Волчек А. А., Дашкевич Д. Н. Суммарное испарение на территории Беларуси и его прогнозные оценки. Вестник Брестского государственного технического университета. 2012. №2, с. 2–8.