

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова  
Кафедра экологии

Шепелев М.А.

## **ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ**

Учебно-методическое пособие

Костанай, 2015

**ББК 41.4**  
**Ш48**

**Рецензенты:**

Блисов Т.М., к.с.-х.н., доцент кафедры экологии.

Чехова Т.И., к.б.н., доцент кафедры экологии.

**Автор:**

Шепелев Михаил Алексеевич, старший преподаватель кафедры экологии

Ш 48 Шепелев М.А.

Подземные воды. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Учение об атмосфере и гидросфере» специальности 5В060800 – Экология – Костанай 2015. - 17 с.

В данном учебно-методическом пособии рассматриваются вопросы классификации, питания, условий залегания, движения, зональности подземных вод и роли подземных вод в физико-географических процессах.

Предназначены для студентов специальности 5В060800 - Экология

ББК 41.4

Утверждены методическим советом Аграрно-биологического факультета,  
Протокол от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ , №

© Шепелев М.А., 2015

## Содержание

Введение	4
1 Теории и гипотезы происхождения подземных вод и классификация подземных вод по условиям их происхождения .....	5
2 Условия залегания подземных вод в земной коре .....	6
3 Движение подземных вод .....	8
3.1 Просачивание воды в почву .....	8
3.2 Передвижение воды в водоносных слоях со свободной поверхностью.....	9
3.3 Источники .....	9
4 Питание почвенных и грунтовых вод .....	10
4.1 Источники питания .....	10
4.2 Химический состав подземных вод .....	11
4.3. Взаимосвязь речных и подземных вод .....	12
5 Зональность грунтовых вод .....	13
6 Роль подземных вод в физико-географических процессах .....	14
6.1 Оползни .....	14
6.2 Суффозия .....	15
6.3 Карстовые явления .....	15
Список использованных источников .....	17

## Введение

Вода в недрах Земли находится в жидком, твердом и газообразном состоянии. Она или свободно циркулирует по трещинам и порам горных пород и почв, подчиняясь силе тяжести, или находится в физически и химически связанном состоянии с минеральными частицами почв, грунтов и горных пород.

Подземные воды — это воды, находящиеся в верхней части земной коры (до глубины 12-16 км) в жидком, твердом и парообразном состояниях. Основная масса их образуется вследствие просачивания с поверхности дождевых, талых и речных вод. Подземные воды постоянно перемещаются как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Глубина их залегания, направление и интенсивность движения зависят от водопроницаемости пород. К водопроницаемым породам относят галечники, пески, гравий. К водонепроницаемым (водоупорным), практически не пропускающим воду — глины, плотные без трещин горные породы, мерзлые грунты. Слой горной породы, в котором заключена вода, называется водоносным. По условиям залегания подземные воды подразделяют на три вида: почвенные, находящиеся в самом верхнем, почвенном слое; грунтовые, залегающие на первом от поверхности постоянном водоупорном слое; межпластовые, находящиеся между двумя водоупорными пластами. Грунтовые воды питаются просочившимися атмосферными осадками, водами рек, озер, водохранилищ.

Пресные подземные воды в настоящее время широко используются как источник питьевой воды для людей и животных, а также используются, хотя и в довольно незначительных количествах для орошения.

### Рекомендуемая литература:

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология, М., Высшая школа, 2005. – 463 с.
2. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. - 327 с.
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Подземные\\_воды](https://ru.wikipedia.org/wiki/Подземные_воды)
7. <http://geographyofrussia.com/podzemnye-vody-2/>
8. <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/podzemnye-vody.html>

## **1 Теории и гипотезы происхождения подземных вод и классификация подземных вод по условиям их происхождения**

Вопрос о происхождении подземных вод издавна привлекал к себе внимание исследователей. Долгое время существовали две теории, отрицавшие одна другую, — это теория инфильтрации и теория конденсации. В первой утверждалось, что скопление подземной воды есть результат просачивания атмосферных осадков в почву и грунт, во второй, ее пропагандировал немецкий ученый О. Фольгер, — что источником происхождения подземных вод является водяной пар атмосферы, который вместе с воздухом попадает в холодные слои земной коры и там конденсируется. Сторонники этих теорий, защищая одну из них, критиковали положения другой, основываясь главным образом на общих предпосылках, не подкрепленных экспериментальными исследованиями.

А. Ф. Лебедев тщательными экспериментальными наблюдениями за передвижением воды в грунтах, динамикой их влажности и обменом парообразной воды между атмосферой и литосферой показал ошибочность теории Фольгера и вложил новое содержание в теорию инфильтрации. По мнению Лебедева (1919 г.), почва и грунт обогащаются водой как за счет просачивания атмосферных осадков, так и в результате конденсации водяных паров атмосферы и паров, поднимающихся из более глубоких слоев земли. Обогащение почвы водой за счет водяного пара атмосферы происходит вследствие термической конденсации. Водяной пар поступает и перемещается в порах почвы под влиянием разности упругостей его независимо от циркуляции в них воздуха. Упругость водяного пара возрастает с повышением температуры. Изменение соотношений упругости пара атмосферы и в порах различных слоев почвы вызывает перемещение парообразной воды либо в глубь, либо к поверхности почвы. При благоприятных условиях в горных породах происходит конденсация парообразной влаги. Наиболее благоприятные условия для конденсации создаются в слое с постоянной годовой температурой. Конденсация водяных паров в этом слое, по мнению Лебедева, дает начало первому водоносному горизонту подземных вод.

К настоящему времени можно считать установленным, что основным видом питания подземных вод зоны активного водообмена является инфильтрация (просачивание) атмосферных осадков. Часть подземных вод образуется путем конденсации и сорбции. По мнению П. И. Колоскова, сорбция — более распространенное явление, чем конденсация, и очевидно, что оба эти процесса принимают участие в питании подземных вод, но роль их в различных физико-географических условиях неодинакова.

Единой точки зрения по вопросу формирования запасов подземных вод в глубоких недрах земной коры в настоящее время нет. Различные взгляды отражены в трех основных гипотезах происхождения подземных вод: 1) магматическое и метаморфическое, 2) седиментационное и 3) поверхностное (атмосферное).

К водам магматического и метаморфического происхождения относятся те, которые возникают на больших глубинах из диссоциированных ионов Н и О<sub>2</sub> или паров воды, поднимающихся из магматической или метаморфической зоны. Начало этим водам, согласно теории А. П. Виноградова, дают газовые магматические выделения или воды, которые входят в состав гидратных минералов. На земную поверхность эти воды могут выходить в виде минеральных источников с высокой температурой.

К водам седиментационного происхождения относятся воды древних морей, лагун, озер, накапливающиеся в осадочных толщах в процессе осадконакопления на дне водоемов. Воды эти, погребенные последующими отложениями, сохраняются в глубоких закрытых пластах в течение длительного геологического времени.

### ***Классификация подземных вод по условиям их происхождения***

В соответствии с изложенными выше теориями и гипотезами подземные воды подразделяются на следующие группы.

1. Вадозные воды, подразделяющиеся на *инфильтрационные* — воды, просачивающиеся сквозь зернистые породы; *инфлюационные* — воды, втекающие с поверхности по трещинам и пустотам горных пород; *конденсационные* — воды, образующиеся из паробразной влаги воздуха, заключенного в подземных порах, трещинах и других пустотах. Вадозные воды — поверхностного (атмосферного) происхождения, представляют в процессе их подземного стока одно из звеньев общего круговорота воды.

2. Ювенильные — воды магматического и метаморфического происхождения.

3. Седиментационные воды.

Выделить воды «однородного» генезиса затруднительно. В ходе геологической истории в одной и той же геологической структуре возможна смена вод различного происхождения.

## **2 Условия залегания подземных вод в земной коре**

При наличии источников питания залегание подземных вод в земной коре в значительной мере определяется геологическим строением местности: структурой и литологическим составом горных пород. Чередование водопроницаемых и водоупорных пород в земной коре создает условия для накопления свободных вод в толще водопроницаемых горных пород, залегающих на водоупорах. В этих условиях на различных глубинах от поверхности земли формируются водоносные слои, или водоносные горизонты, под которыми понимают насыщенные водой водопроницаемые слои горных пород. Вода может заполнять не всю толщу водопроницаемого слоя породы, а лишь до определенной поверхности (рис. 45). Если при вскрытии водоносного горизонта колодцем, шурфом или скважиной вода в них устанавливается на том же уровне, на котором она находится в породе, то эта уровенная поверхность является свободной (безнапорной) и носит название зеркала или уровня под-

земных вод. Водоносные горизонты, обладающие свободной поверхностью, носят название водоносных горизонтов со свободной поверхностью.

Свободная поверхность подземных вод не может быть идеально ровной. Над ней поднимаются капиллярные воды, увлажняющие до некоторой высоты вышерасположенный слой водоносной породы, называемый капиллярной каймой, которая гидравлически связана со всей остальной водной массой водоносного слоя и испытывает такие же колебания, как и уровень подземной воды. Высота капиллярной каймы над зеркалом подземных вод зависит от свойств водоносной породы и меняется в широких пределах: от нескольких сантиметров в грубозернистых песках до 4 м и более в суглинистых породах. Расстояние по вертикали от водоупорного ложа до зеркала подземных вод называется мощностью водоносного слоя.

При вскрытии водоносного пласта, перекрытого сверху водоупорной породой, уровень в скважине может установиться выше нижней поверхности водоупорного пласта. В этом случае воды, заполняющие водопроницаемую породу, находятся под гидростатическим напором, а водоносный горизонт называется напорным водоносным горизонтом.

Водообильность водоносных слоев, свойства вод и условия их передвижения различны и определяются, помимо геологической структуры и литологического состава, глубиной залегания и степенью изолированности водоносных горизонтов друг от друга и от поверхности земли. Чем ближе подземные воды залегают к поверхности, тем значительнее они подвергаются воздействию климатических факторов и тем интенсивнее водообмен между подземными, почвенными и поверхностными водами.

Верхнюю часть земной коры в отношении распределения в ней подземных вод принято делить на две зоны: зону аэрации и зону насыщения. В зоне аэрации вода обычно не заполняет полностью поры и пустоты породы, а если и заполняет, то временно и не везде. В этой зоне непосредственно у поверхности земли в почвах залегают почвенные воды. В зоне насыщения поры породы заполнены водой и на различных глубинах в ней залегают грунтовые, межпластовые безнапорные и напорные воды. Подземные воды по степени подвижности и интенсивности водообмена с поверхностными водами (рек, озер, болот) различны. Наиболее подвижны воды так называемой зоны активного водообмена. Нижняя граница этой зоны намечается гидрогеологами на уровне базиса эрозии малых и средних рек. В этой зоне формируются грунтовые и межпластовые воды, безнапорные или с местным напором. Эти воды, дренируемые речными долинами и озерными котловинами, являются источником питания рек и озер и представляют собой наиболее устойчивую, зарегулированную часть речного стока.

Глубже расположены воды замедленного и весьма замедленного водообмена. В них формируются, как правило, напорные (артезианские) воды. Связь их с поверхностными водами затруднена и естественный выход на земную поверхность, особенно вод зоны весьма замедленного водообмена, представляет собой редкое явление.

### 3 Движение подземных вод

#### 3.1 Просачивание воды в почву

Впитывание, или инфильтрация, — процесс проникновения влаги в почву. Передвижение ее от слоя к слою в условиях различной степени насыщения водой нижерасположенных горизонтов почво-грунтов относится к процессу просачивания. Процесс этот сложный и состоит из нескольких стадий. Чаще выделяют две стадии: впитывания и фильтрации. Вода атмосферных осадков, попадая на сухую почву, в начальный момент подвергается действию сорбционных и капиллярных сил и интенсивно поглощается поверхностью почвенных частиц. Постепенно поры малого сечения заполняются и движение воды в стадии впитывания осуществляется в виде пленочного и капиллярного перемещения. При полном насыщении всех пор движение воды в стадии фильтрации происходит под преобладающим действием силы тяжести и характеризуется законом ламинарного движения. В почво-грунтах всегда имеются крупные пустоты, трещины, ходы корневой системы растений, по которым вода с поверхности почвы в форме капельно-струйчатого (турбулентного) движения может проникать на ту или иную глубину. Этот процесс называют инфлюацией. Соотношение между всеми формами движения меняется в широких пределах в зависимости от влажности почво-грунтов, их механического состава, культурной обработки, наличия воздушных пробок и т. п.

Количественными характеристиками впитывания, или инфильтрации, являются интенсивность и суммарная величина. Под интенсивностью впитывания понимают количество воды в миллиметрах слоя, поглощенной почвой в единицу времени (мм/мин). Суммарная величина впитывания характеризуется слоем воды, поглощенной почвой за некоторый промежуток времени, и выражается в мм.

Интенсивность впитывания зависит не только от водных свойств почво-грунтов, но в значительной степени определяется и их влажностью. Если почва сухая, она обладает большой инфильтрационной способностью и в первый период времени после начала дождя интенсивность впитывания близка к интенсивности дождя. С увеличением влажности почво-грунтов интенсивность инфильтрации постепенно уменьшается и при достижении полной влагоемкости в стадии фильтрации становится постоянной, равной коэффициенту фильтрации данного почво-грунта.

Впитывание воды происходит и в мерзлую почву во время снеготаяния, но такое состояние почвы существенно замедляет процесс инфильтрации и фильтрации. При этом интенсивность процесса зависит от начальной влажности перед замерзанием.



### **3.2 Передвижение воды в водоносных слоях со свободной поверхностью.**

В природе существуют два вида движения воды: ламинарное и турбулентное. Ламинарное свойственно движению воды в мелкозернистых породах. Скорости движения в них невелики и измеряются метрами или даже сантиметрами в сутки. В крупнообломочных и трещиноватых породах скорости движения воды значительно больше; в них может происходить турбулентное движение, свойственное открытым потокам. В обоих случаях движение воды в водоносных слоях со свободной поверхностью совершается под влиянием гидростатического напора от мест с более высоким уровнем к местам с более низким уровнем. В естественных условиях вода передвигается по направлению к выходам источников, к открытым водоемам, если уровень в последних стоит ниже, чем уровень воды в водоносном пласте, и, наоборот, может уходить из водоемов в грунт при обратном соотношении уровней. Движение воды в водоносном пласте может быть вызвано искусственно откачкой воды из колодца, искусственным дренажем.

### **3.3 Источники**

На склонах долин, оврагов, по склонам гор, в пониженных местах котловин весьма часто наблюдаются выходы водоносных пластов на поверхность земли. Если водоносный пласт обнажен до уровня циркулирующих в нем вод, то в месте пересечения зеркала подземных вод с поверхностью земли подземные воды выходят на поверхность. Различают пластовые выходы и источники (родники). Пластовые выходы проявляются в равномерном увлажнении склона на относительно большом расстоянии вдоль пересечения его с водоносным пластом. Сосредоточенные выходы подземных вод в виде отдельных струй или потоков называются источниками (родниками).

По характеру выхода и условиям питания источники обычно подразделяются на *нисходящие* и *восходящие*. Нисходящие представляют собой свободный сток воды из водоносных горизонтов (обычно грунтовой и межпластовой) со свободной поверхностью. К восходящим относятся выходы напорных вод.

При пересечении водоносного пласта долиной появляются источники по обоим склонам долины или на одном из склонов, или в пониженных участках долины, в зависимости от положения водоносного и водоупорного пластов по отношению к долине.

Многочисленны выходы подземных вод в предгорьях на наклонных равнинах, сложенных рыхлым обломочным материалом, в краевых частях конусов выноса, где источники формируются по линии пересечения зеркала

грунтовых вод дневной поверхностью. Такие источники широко распространены в предгорьях Средней Азии, Закавказья и др.

В карстовых областях формируются довольно мощные источники с расходом воды в отдельных случаях до нескольких кубических метров в секунду. По способу выхода на поверхность источники карстовых областей очень разнообразны. Распространены так называемые переливные и перемежающиеся, или сифонные, источники.

*Переливные* источники представляют собой выходы грунтовых вод из водоносного горизонта, залегающего на вогнутой поверхности водоупора. Режим этих источников неустойчив; с падением уровня дебит источника быстро уменьшается и наоборот. В отдельные годы максимальный расход его превышает минимальный в 600 раз.

Для перемежающихся, или сифонных, источников характерно наличие резервуара — пещеры, в которой накапливается вода, и отводного канала в форме сифона. Источник действует только тогда, когда вода в резервуаре достигает уровня верхнего колена сифона.

*Восходящие* источники характерны для областей со сложной тектоникой. Часто они приурочены к зонам тектонических разрывов. В этом случае вода по трещинам с некоторой глубины под гидростатическим давлением, давлением пара или газа поднимается на поверхность. Восходящие источники обладают обычно большим дебитом и иногда высокой температурой.

Источники, выбрасывающие воду под действием давления паров воды, имеющих на некоторой глубине температуру выше 100°C, называются гейзерами. Гейзеры действуют периодически. Наиболее известны гейзеры в Исландии, Йеллоустонском парке США, Новой Зеландии. В СССР они имеются на Камчатке в долине гейзеров.

## **4 Питание почвенных и грунтовых вод**

### **4.1 Источники питания**

Пополнение запасов почвенной влаги и питание верхних горизонтов подземных вод происходят за счет влаги атмосферного происхождения — просачивания снеговых и дождевых вод, а также адсорбции водяного пара атмосферы почвой. Значение адсорбции в питании почвенных и грунтовых вод намного меньше, чем инфильтрации, хотя в некоторых районах ее доля в питании этих вод может быть весьма ощутима.

Почвы всюду питаются атмосферными водами. Некоторые из них получают дополнительное питание за счет грунтовых вод, поступающих извне. Почвы, находящиеся в депрессиях макро- и микрорельефа, обычно увлажняются еще и за счет поступления воды, стекающей со склонов, или за счет накопления снега в понижениях. Почвы пойменных террас получают питание во время весенних разливов речных вод.

Просачивание атмосферных вод происходит в почвы и породы зоны аэрации; далее, в пределах водоносного горизонта просачивание переходит в подземный сток. Последний осуществляется в виде подземных потоков в водопроницаемых пористых или трещиноватых породах. Интенсивность и величина просачивания, а также пути и интенсивность подземного стока определяются сочетанием климатических условий, степени расчлененности рельефа, водопроницаемости горных пород и характера геологических структур. Заметная роль принадлежит также характеру почв и растительного покрова, а также антропогенным факторам, например земледелию, водным мелиорациям и т. д.

В зоне недостаточного увлажнения питание грунтовых вод за счет просачивания атмосферных вод происходит лишь в местах, наиболее благоприятных для их скопления на поверхности и просачивания в глубину. Такими местами в степных равнинах являются пониженные участки (блюдца, котловины, балки), лесные полосы, а также участки, хорошо дренированные, сложенные водопроницаемыми породами.

В зоне избыточного увлажнения питание грунтовых вод за счет инфильтрации снеговых и дождевых вод происходит практически повсеместно. Однако интенсивность этого процесса как во времени, так и по территории неодинакова, что связано с расчлененностью рельефа, типом почв, размещением растительности и т. п.

Вблизи рек, озер, водохранилищ, морских побережий, оросительных каналов питание грунтовых вод происходит также путем фильтрации вод из этих водных объектов. В некоторых областях (например, на равнинах, прилегающих к Аральскому и Каспийскому морям) наблюдается питание грунтовых вод не только за счет атмосферных осадков, но и за счет вод глубоких водоносных горизонтов, поступающих под напором сквозь водоупорные кровли. Питание грунтовых вод межгорных впадин и подгорных равнин засушливой зоны в значительной мере осуществляется за счет подтока подземных вод горных районов, орошаемых дождевыми, снеговыми и ледниковыми водами. Глубина залегания грунтовых вод по мере удаления от гор уменьшается, и на некотором расстоянии от них располагается зона выклинивания этих вод с многочисленными источниками. Примерами могут служить Ферганская котловина, предгорные районы Средней Азии. В последние годы все большее распространение получает искусственное питание подземных вод, по существу, создание подземных водохранилищ, которым, несомненно, принадлежит большое будущее.

#### **4.2 Химический состав подземных вод**

Химический состав подземных вод определяется сложными процессами взаимодействия между составом горных пород, вмещающих воды того или иного горизонта, и динамикой самих вод не только в настоящем, но и в прошлом.

Минерализация грунтовых вод меняется в широких пределах: от 100-150 мг/л до нескольких десятков граммов на литр. Грунтовые воды, таким образом, могут быть пресными, солоноватыми и солеными. Пресные воды (по В. И. Вернадскому) содержат в растворе менее 1 г/л солей, солоноватые — от 1 до 10 г/л, соленые — от 10 до 50 г/л и рассолы — более 50 г/л.

Химический состав и минерализация грунтовых вод, тесно связанных с поверхностными и почвенными водами, отражают влияние климатических условий. Это влияние тем больше, чем ближе воды расположены к земной поверхности.

В зоне избыточного увлажнения преобладает просачивание атмосферных осадков над восходящими токами грунтовых растворов по капиллярам к поверхности. Это привело в предшествующий исторический период к выщелачиванию (промытости) почв и грунтов от легкорастворимых хлоридных и сульфатных солей. В современный период соли, формирующиеся вблизи поверхности в засушливое время года, растворяются атмосферными осадками и выносятся с грунтовыми водами в реки. Таким образом, в зоне избыточного увлажнения формируются пресные грунтовые воды с малым содержанием ионов  $SO_4$  и  $Cl$ . Основой их состава являются главным образом ионы  $Ca$ ,  $HCO_3$ .

В засушливой зоне, где испаряемость превышает годовую сумму атмосферных осадков и промывной режим отсутствует, происходит засоление грунтовых вод. В составе этих вод преобладают относительно легко растворимые сульфатные и хлоридные соли.

#### **4.3. Взаимосвязь речных и подземных вод**

Характер взаимосвязи между речными и подземными водами различен. В зависимости от условий залегания водоносного пласта, глубины вреза речных долин и положения мест выхода подземных вод на поверхность по отношению к высоте стояния уровня воды в реке возникают различные условия для гидравлической связи речных и подземных вод. Гидравлическая связь может быть постоянной, периодической или отсутствовать вовсе.

При отсутствии гидравлической связи колебания уровня подземных вод не определяются колебаниями уровня воды в реке. Это характерно для случая, когда грунтовой поток, направленный к реке, выходит на поверхность на склонах речных долин выше наивысшего уровня воды в реке. Отсутствие гидравлической связи может быть временным — при низком стоянии уровня воды в реке.

При гидравлической связи возможно несколько случаев соотношения речных и подземных вод. Наиболее часто наблюдаются на равнинных реках следующие соотношения.

1. Грунтовые воды питают реку при низком стоянии уровня воды в ее русле. При прохождении половодья (паводков), когда подъем воды в реке значительно превышает уровень стояния грунтовых вод, происходит

фильтрация речных вод в берега. В прибрежной зоне создаются большие запасы грунтовых вод не только за счет просачивания речных вод, но и вследствие аккумуляции грунтовых вод, не находящих стока в русло из-за подпора, создаваемого высокими паводочными уровнями в реке. Уровни грунтовых вод и уровни реки в этом случае сопряжены, и колебания уровней реки передаются уровенной поверхности грунтовых вод.

2. Запасы грунтовых вод постоянно пополняются за счет фильтрации речных вод. Это происходит вследствие того, что уровни в реке всегда стоят выше зеркала грунтовых вод. Одностороннее питание речными водами характерно для засушливых районов. Примером может служить р. Кура, дно русла которой расположено выше зеркала грунтовых вод прилегающей низменности. Аналогичное явление наблюдается в карстовых районах, например Урала, где во время паводков речные воды расходятся на заполнение карстовых полостей.
3. Река получает питание из напорного водоносного пласта, имеющего постоянную гидравлическую связь с рекой. Это питание осуществляется либо путем непосредственного поступления напорных вод в русло реки по тектоническим разломам и трещинам, либо путем напорной фильтрации через водоупорную кровлю, либо через пласты водопроницаемых пород, воды которых дренируются реками. Режим питания напорными водами зависит от сочетания изменений пьезометрического уровня в водоносном слое и уровней в реке.

Водообмен между рекой и гидравлически связанными с ней водоносными пластами в периоды половодья или паводков называется береговым регулированием руслового стока.

Явление берегового регулирования приводит к перераспределению во времени руслового стока. Этим объясняется зависимость режима подземного стока в прибрежной полосе от режима реки.

Расходы речных вод на фильтрацию в берега могут достигать значительных размеров, особенно при выходе воды на пойму.

Ширина прибрежной полосы, в которой проявляется влияние реки на уровеньный режим подземных вод, при прочих равных условиях будет тем больше, чем больше амплитуда колебаний уровней реки, чем длительнее стояние высоких вод в реке и чем меньше уклон грунтового потока. С удалением от реки воздействие речных вод на колебания уровня грунтовых вод постепенно затухает и в местах выклинивания подпора становится незаметным или происходит независимо от речных вод.

## **5 Зональность грунтовых вод**

Идея об естественноисторической зональности природных явлений, высказанная великим русским ученым В. В. Докучаевым, впервые была применена к географическому распространению грунтовых вод П. В. Отоцким,

показавшим, что распределение грунтовых вод на территории европейской части СНГ носит зональный характер: по мере движения с севера на юг грунтовые воды углубляются и минерализуются, содержание в них органических веществ уменьшается.

В. С. Ильиным впервые была составлена карта грунтовых вод европейской части СНГ. На этой карте зоны грунтовых вод были выделены как по климатическим признакам, так и по геоморфологическим, в частности по глубине вреза эрозионной сети. Эти зоны следующие: тундровых вод, высоких вод севера, неглубоких оврагов, глубоких оврагов, овражно-балочная и зона причерноморских и прикаспийских балок. Наряду с зональными водами Ильин выделил воды азональные, распределение которых подчинено главным образом геолого-геоморфологическим условиям и которые могут встречаться в любой географической зоне (воды области массивных горных пород, карста, аллювиальных отложений речных долин и др.).

Не все исследователи глубину залегания грунтовых вод, которая может зависеть от глубины залегания водоупора, принимают в качестве признака зональности. Некоторые основным признаком зональности грунтовых вод считают химический состав, определяемый в основном двумя направлениями гидрогеологического процесса — выщелачиванием и соленакоплением. Так, Г.А.Максимович, обобщая работы и развивая идеи своих предшественников (В. И. Вернадского, Б. Л. Личкова и др.), выделяет на земном шаре девять зон гидрохимических фаций грунтовых вод, тесно связанных с географическими поясами. Это зоны преобладания кремнеземных и гидрокарбонатно-кремнеземных гидрохимических фаций, гидрокарбонатно-кальциевых, сульфатных, натриевых и гидрокарбонатно-натриевых и хлоридных.

В каждой из названных зон могут быть выделены области и районы с другими гидрохимическими фациями, появление которых обуславливается местными причинами.

В горах, в области развития кристаллических и метаморфических пород, гидрохимические фации грунтовых вод характеризуются развитием вертикальной поясности.

При постепенной смене гидрохимических фаций в направлении с севера на юг, по мере продвижения из зоны выщелачивания в зону соленакопления, минерализация грунтовых вод изменяется от нескольких миллиграммов на литр до 100 г/л и более.

Зональные закономерности распространяются и на подземный сток в реки.

## **6 Роль подземных вод в физико-географических процессах**

Подземные воды участвуют в различных физико-географических процессах. Как уже отмечалось, сток подземных вод является одним из звеньев круговорота воды на земном шаре и составной частью речного стока. Вместе с подземными водами в реки поступают растворенные вещества, содержащиеся в

земной коре. На отдельных участках земной поверхности, на склонах, в местах выхода подземных вод на дневную поверхность наблюдаются своеобразные физико-географические явления: оползни, суффозия, карст, заболачивание.

## **6.1 Оползни**

Оползни представляют собой скользящее смещение грунтов по склону в той части, где они находятся в состоянии неустойчивого равновесия. Оползни образуются при обязательном участии подземных вод в горах, долинах рек, ручьев, оврагов, вдоль морских берегов, в искусственных выемках, по берегам озер и водохранилищ. При обнажении водоносной толщи вплоть до водоупора и наличии некоторого уклона водоупорного пласта в сторону долины или обрыва подземная вода постепенно выносит мелкие частицы водоносной породы; сила сцепления и трение между пластами ослабевают. Часть толщи породы, покрывающей водоупорный пласт, лишенная боковой опоры со стороны склона долины, отрывается от общей массы породы и начинает постепенно скользить по увлажненной поверхности водоупорного пласта к основанию склона. Подземные воды, подпертые оползнем, в дальнейшем не имеют непосредственного выхода на поверхность. Они проходят под телом оползня, продолжая подземный подмыв, и таким образом облегчают сдвиг новой толщи породы — возникают сложные оползни. Поверхность сложного оползня оказывается измятой, изорванной, появляются бугры, впадины, озёрки и т. п. Явление оползня повторяется до тех пор, пока не восстановится равновесие в положении горных пород на склоне. Если оползающие массы размываются и уносятся водой, процесс оползания прогрессирует.

## **6.2 Суффозия**

Суффозия — явление размыва и выноса мелких минеральных частиц и растворенных веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород, обуславливающее оседание покрывающих эти породы поверхностных слоев грунта. По пути следования подземного потока возникают каналобразные ходы («водные жилы»), пустоты. По мере их увеличения рыхлая водоносная порода и покрывающие ее поверхностные слои проседают. Это проседание наиболее резко заметно в местах выхода подземных вод на поверхность — у источников.

Явление суффозии широко распространено в лёссовых равнинах засушливой зоны — на Украине, в Западной Сибири. Вода, циркулируя в толщах лёсса, выносит из него мелкие частицы и легкорастворимые соли, нарушая его структуру и устойчивость. На поверхности земли появляются своеобразные формы просадки: суффозионные воронки, провалы, поды (степные блюдца), поля просадки и т. п. По этим понижениям в рельефе можно иногда проследить направление подземного потока. Явление суффозии рас-

пространено также в Средней Азии: в Ташкентском оазисе, на водоразделах Ангрэн-Чирчик и Чирчик-Келес, в древних долинах Бетпак-Далы, в Каршинских степях. В Голодной степи (Бетпак-Дала) с суффозионными процессами связано образование в местах выхода на поверхность грунтового потока своеобразных плёсов с обрывистыми отвесными берегами.

### **6.3 Карстовые явления**

Карстовые явления распространены в местах залегания легкорастворимых горных пород: известняков, доломитов, гипса, поваренной соли. В результате выщелачивания поверхностными и движущимися подземными водами в глубине пород возникают обширные трещины, пустоты и пещеры, а на поверхности образуются углубления, воронки, замкнутые котловины, карстовые колодцы, создающие особую форму земной поверхности.

Речная сеть в карстовых областях, даже если последние находятся в районах с влажным климатом, развита слабо. Атмосферные осадки быстро просачиваются в толщу сильно закарстованных пород, особенно если они не покрыты осадочной толщей. В таких условиях не образуется поверхностный сток. Реки, протекающие в карстовых областях, часто не имеют притоков, количество воды в них на отдельных участках может либо уменьшиться, либо резко увеличиться. Иногда реки исчезают в трещинах и воронках, протекают под землей и вновь выходят на поверхность. Подземные реки известны в различных странах. Подземное течение характерно для верхнего течения Дуная. Воды его у Иммендингена просачиваются по трещинам и протекают под землей на расстоянии 12,5 км. Далее река выходит на поверхность в виде мощного потока. Многочисленные подземные карстовые реки известны на Кавказе — реки Шаора и Чешура в Западной Грузии, на Урале.

Обширные впадины в карстовых областях нередко заполняются поверхностными водами и образуют озера. Такие озера обычно недолговечны: вода по трещинам и каналам уходит из них. Некоторые из карстовых озёр питаются подземными водами. Вода в них чистая, прозрачная, отличается голубой или светло-зеленой окраской. Подземные воды в карстовых областях образуют часто большие подземные озера и мощные потоки. Источники, выступающие на поверхность, отличаются большим дебитом.

Карстовые явления широко развиты на побережье Адриатического моря, в Южной Франции, во внутренних районах Флориды, в северной части полуострова Юкатан, в штатах Кентукки, Теннесси и т. д.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 Что вы знаете о теории и гипотезах происхождения подземных вод?
- 2 Классификация подземных вод по условиям их происхождения.
- 3 Расскажите об условиях залегания подземных вод в земной коре.



- 4 расскажите о просачивании воды в почву.
- 5 Как происходит передвижение воды в водоносных слоях со свободной поверхностью.
- 6 Нисходящие и восходящие источники.
- 7 Расскажите об источниках питания почвенных и грунтовых вод.
- 8 Химический состав подземных вод.
- 9 Расскажите о взаимосвязи речных и подземных вод.
- 10 Зональность грунтовых вод.
- 11 Что вы знаете об оползнях.
- 12 Расскажите о суффозии.
- 13 Карстовые явления.

## Список использованной литературы

1. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология, М., Высшая школа, 2005. – 463 с.
2. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. - 327 с.
3. Великанов М. А. Гидрология суши. Л. Гидрометеиздат, 1974. - 455 с.
4. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л. Гидрометеиздат, 1974 - 638 с.
5. Широков Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Екате-г. Винтор, 1994 319 с.
6. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Подземные\\_воды](https://ru.wikipedia.org/wiki/Подземные_воды)
7. <http://geographyofrussia.com/podzemnye-vody-2/>
8. <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/podzemnye-vody.html>