

РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД. БАЛАНС ГРУНТОВЫХ ВОД

- **Общие понятия**
- **Факторы, обуславливающие режим подземных вод**
- **Естественные режимы подземных вод**
- **Нарушенные режимы подземных вод**
- **Режим подземных вод в районах их эксплуатации**
- **Баланс грунтовых вод**

Общие понятия

Под режимом подземных вод понимают происходящие под влиянием природных и хозяйственных факторов изменения: уровня, температуры и химического состава грунтовых вод; пьезометрического уровня, температуры, химического и газового состава напорных вод; дебита, температуры, химического и газового составов источников и фонтанирующих скважин; расхода, температуры и химического состава возвратных вод.

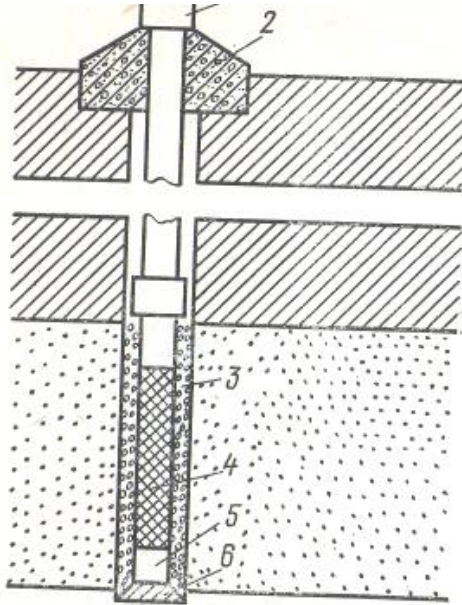


Рис. 78. Конструкция наблюдательной скважины:
1 — крышка; 2 — бетонная подушка или утрамбованная глина; 3 — гравийная обсыпка; 4 — фильтр; 5 — отстойник; 6 — пробка.

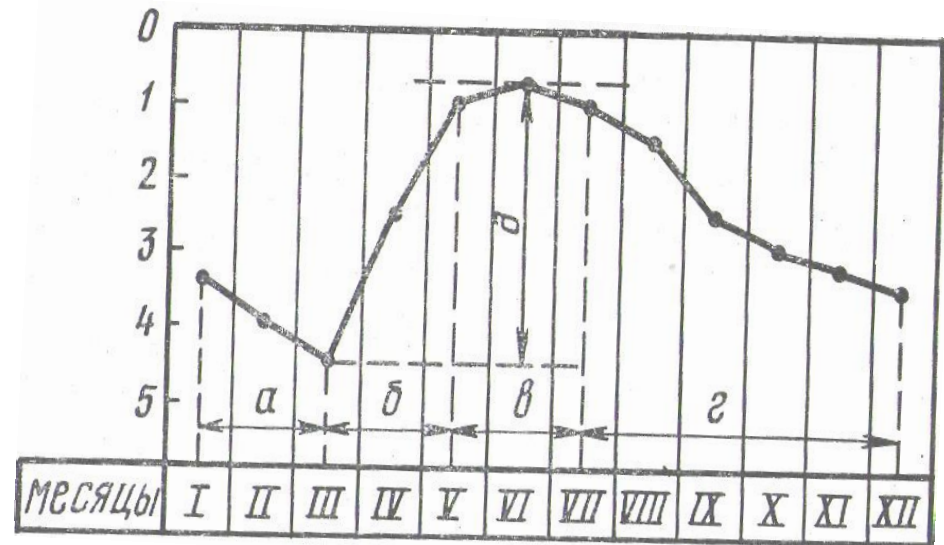


Рис. 1. Показатели сезонного режима уровня грунтовых вод:
а — период зимне-ранневесеннего спада уровня;
б — весеннего подъема;
в — высокого летнего положения уровня;
г — летне-осенне-зимнего спада;
д — амплитуда сезонных колебаний уровня, м.

Об этих изменениях судят на основании периодических наблюдений за элементами режима в постоянных точках. Колебания уровня и дебита подземных вод обусловлены главным образом изменениями:

количества воды, поступающей в водоносный пласт и расходуемой из него, то есть баланса воды. Это основная причина; давления на водоносный пласт (и на заключенную в нем воду), зависящего от - атмосферного давления, водоносности рек, приливов и отливов морей, наполнения и опорожнения каналов и водохранилищ.

Температура подземных вод колеблется под влиянием температуры воздуха, инфильтрации и подтока поверхностных или подземных вод с иной температурой и т. д.

Химический состав подземных вод связан со многими процессами: питанием и расходом их выщелачиванием солей в зоне аэрации при подъеме уровня грунтовой воды, переходом солей в твердую фазу после насыщения растворов, вмывом солей при инфильтрации и т. д.

Изменения уровня, температуры и химического состава подземных вод тесно связаны между собой и в большинстве случаев происходят одновременно.

Для наблюдений за уровнем подземных вод устраивают специальные скважины. Замеры проводят гидрогеологическими рулетками, к которым прикреплены «хлопушки», подающие звуковой сигнал при соприкосновении с поверхностью воды, а также электрическими уровнемерами и самописцами.

Напор воды фонтанирующих скважин измеряют манометрами, дебит фонтанирующих скважин и родников — водомерами, водосливами, объемным и другими методами. Пробы воды берут специальными пробоотборниками.

Показателями режима являются: время установления высокого и низкого уровня, дебита скважин и родников, скорость подъема и спада уровня и дебита, амплитуда колебаний, характер и пределы изменений общей минерализации и типов химического состава, связь режима с различными факторами. Результаты наблюдений представляют в виде хронологических графиков.

Факторы, обуславливающие режим подземных вод

Как было указано выше, режим подземных вод зависит от воздействия природных и хозяйственных факторов. К природным относят климатические (изменчивость температуры, осадков, испарения), гидрологические (колебания водоносности рек, уровня озер и болот, морские приливы и отливы), биологические (транспирация) и геологические (сейсмические и другие явления) факторы. Хозяйственные факторы — это искусственное орошение и осушение земель, отбор подземных вод, строительство водохранилищ, осушение месторождений полезных ископаемых и др.

Режимы подземных вод, определяемые только природными факторами, называют **естественными**, или **природными**, а режимы, обусловленные одновременно природными и хозяйственными факторами, называют **нарушенными**, или **искусственными**.

По времени проявления изменений уровня и других элементов режима подземных вод различают суточный, сезонный, годовой и многолетний режимы.

Суточный режим выражается главным образом в колебаниях - поверхности неглубоко" залегающих грунтовых вод, вызванных чаще всего суточными изменениями испарения и транспирации, которая прекращается ночью.

Сезонный режим обусловлен сезонной ритмичностью метеорологических факторов (температура, осадки, испарение) и изменением водоносности рек. Сезонный характер имеют и некоторые хозяйственные факторы.

Годовой режим проявляется в течение нескольких лет. Известно, что влажные и многоводные годы, как и засушливые и маловодные, часто повторяются 2...3 раза подряд. Это отражается на режиме грунтовых и неглубоко залегающих напорных вод. Амплитуды годовых колебаний уровня подземных вод и изменения химического состава более значительны, чем сезонные.

Многолетний режим проявляется в периоды продолжительностью более 10...15 лет. Он обусловлен многолетними ритмическими изменениями осадков, испарения, водоносности рек, а также влиянием хозяйственных факторов. Амплитуда многолетних колебаний уровня подземных вод и изменения химического состава их значительно превышают сезонные и годовые.

Естественные режимы подземных вод

Естественные режимы подземных, в основном грунтовых, вод в зависимости от действующих факторов подразделяют с некоторой условностью на климатические, гидрологические, режимы подземного притока и комплексные.

Климатические режимы связаны с влиянием климатических факторов, под действием которых изменяется баланс грунтовых вод, то есть соотношение питания и расходования их (преобладание питания над расходованием обуславливает повышение уровня грунтовых вод, и наоборот; при равенстве приходных и расходных статей баланса колебаний уровня нет). Грунтовым водам, характеризующимся данным типом режима, свойственно питание за счет осадков.

Гидрологические режимы обусловлены влиянием поверхностных водотоков и водоемов. В отличие от климатических гидрологические факторы воздействуют на режим подземных вод путем не только изменения их баланса, но и гидростатической передачи напора.

Режим подземного притока характерен для районов, в которых режим подземных вод отражает влияние притока из области питания. Наиболее типичен для периферических частей конусов выноса и предгорных шлейфов, где грунтовые и напорные воды синхронно повторяют с опозданием колебания расходов рек в области питания.

При равном примерно влиянии всех рассмотренных факторов формируются **комплексные** режимы грунтовых вод с весьма разнообразными формами колебаний уровня.

Нарушенные режимы подземных вод

Под влиянием хозяйственных факторов естественные режимы подземных вод могут нарушаться.

Режим подземных вод в районе водохранилищ. Водохранилища создают подпор грунтовых вод на участках речных долин, где река до этого дренировала грунтовые воды, или усиливают их питание за счет реки. В результате повышается уровень грунтовых вод, а при определенных гидрогеологических условиях — и пьезометрический уровень напорных вод. Подъем уровня подземных вод достигает наибольших значений вблизи водохранилища и уменьшается с удалением от него. Влияние крупных водохранилищ может распространяться иногда на десятки километров.

Период установления кривой подпора (депресссионной поверхности) нередко длится в течение многих лет. При проектировании водохранилищ на основании гидрогеологических исследований составляют прогноз подпора грунтовых вод, чтобы своевременно принять меры борьбы с подтоплением застроенных территорий, заболачиванием и засолением земель.

Режим подземных вод в районах их эксплуатации. Отбор подземных вод для водоснабжения или орошения приводит к уменьшению запасов воды в пласте. В результате снижается уровень подземных вод с образованием депрессионных воронок, радиус которых при напорных водах может достигать многих десятков километров.

Режим подземных вод на площади искусственного пополнения. Одна из мер борьбы с истощением подземных вод — пополнение запасов их путем задержки поверхностного стока и усиления инфильтрации его.

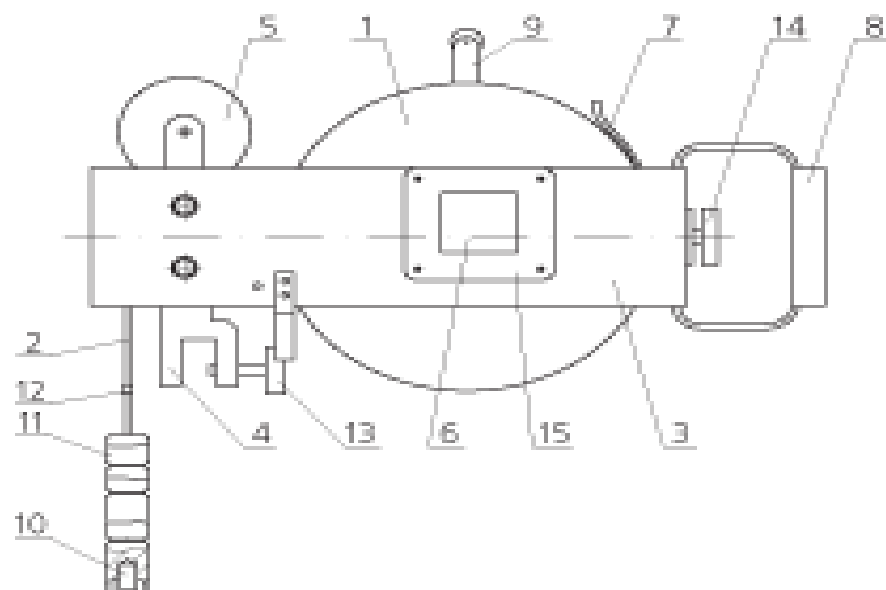
Режим грунтовых вод на застроенных площадях. Уровень грунтовых вод часто повышается вследствие утечки воды из водопроводно-канализационных коммуникаций, поливов насаждений, асфальтирования улиц, уменьшающего испарение и т. д.

Электроуровнемеры

- Уровнемер может применяться при инженерно- геологических и гидрогеологических исследованиях и при выполнении строительных, мелиоративных и специальных работ, требующих измерения уровня воды в скважинах, обсаженных металлическими трубами.



Электроуровнемер



- 1 – катушка, 2 – провод, 3 – корпус, 4 – зажим,
5 – ролик, 6 – индикатор, 7 – тормоз, 8 – ручка,
9 – ручка, 10 – контактная втулка, 11 – груз,
12 – метровая метка, 13 – винт, 14 – винт,
15 – коробка

Тензиометр

- **Тензиометр** — прибор для определения капиллярной (матричной) составляющей [потенциала почвенной влаги](#). В простейшем случае состоит из керамической тонкопористой пластины (свечи), заполненной водой пластиковой или стеклянной трубки и [вакуумметра](#). Вся система должна сохранять герметичность и не содержать воздуха. Часто вакуумметр устанавливается на отдельном колене трубки, другой конец которой закрыт обычной пробкой, необходимой для удаления воздуха и добавления воды.
- Прибор может функционировать в диапазоне давлений от 0 до –600...-700 [см. водного столба](#). Для расчёта капиллярно-сорбционного давления из показаний вакуумметра необходимо вычесть давление подвешенного столба жидкости в приборе (от свечи до вакуумметра).
- Тензиометр применяется как в научных исследованиях, так и на производстве. Например, с его помощью может производиться непрерывный мониторинг за влажностью почвы и, как только она окажется ниже допустимой отметки, запускается [полив](#). Возможна полная автоматизация этого процесса.
- Первые тензиометры предложил использовать для автоматизации полива рассады в закрытом грунте американец Бартон Е. Ливингстон в [1908 году](#). Однако ещё в [1848](#) другой американец Дж. Бабинет сообщал об устройстве на основе керамической свечи для автоматического полива растений, возможно именно это и был первый тензиометр. Распространение тензиометры получили начиная с [1920-х](#) годов.

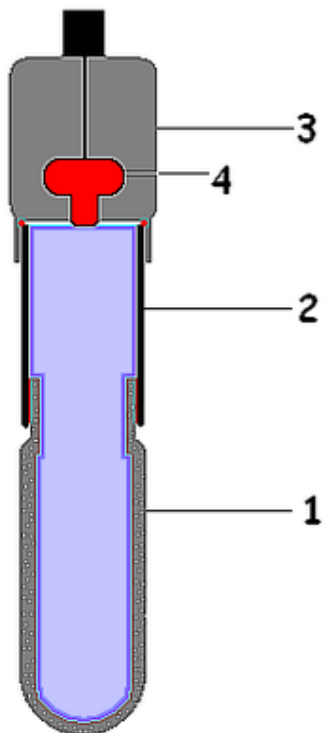


Схема устройства тензиометра:

1—керамическая тонкопористая свеча,

2—трубка, заполненная водой,

3—герметичная крышка,

4—устройство для измерения давления.

Баланс грунтовых вод

Балансом грунтовых вод называют соотношение поступления (приходные статьи) и расходования (расходные статьи) грунтовых вод в количественном выражении (мм или м³/га) за определенный период (декада, месяц, год и т.д.).

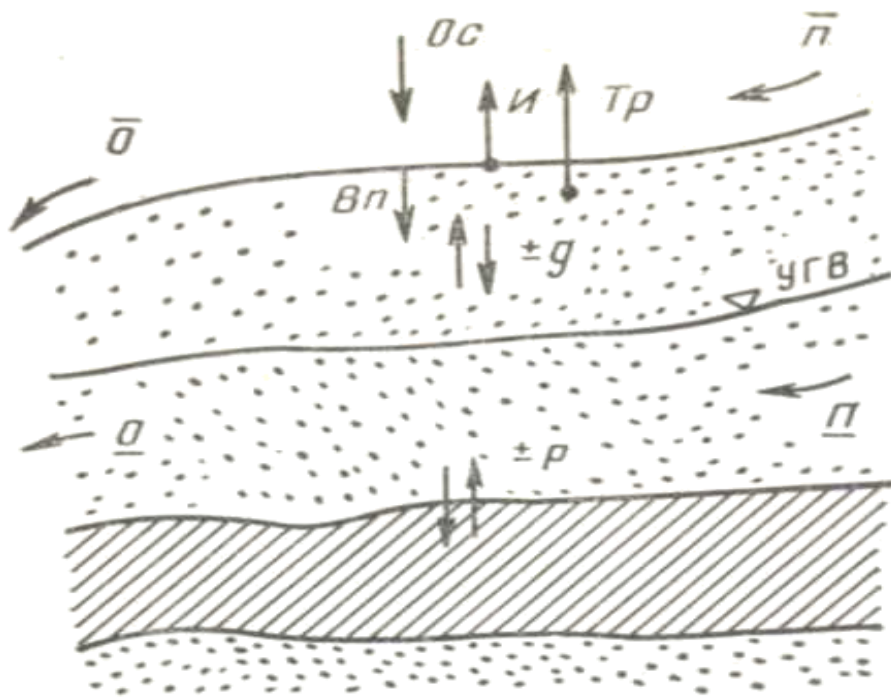
Источниками питания грунтовых вод в орошаемых районах являются потери воды на фильтрацию из земляных каналов, а также из каналов с некачественными противофильтрационными покрытиями, просачивание оросительных вод на полях при вегетационных, промывных и других поливах и инфильтрация сбросных вод. Естественными источниками питания являются осадки, поверхностный и подземный приток.

Расходные статьи баланса грунтовых вод в общем случае следующие: расход в зону аэрации (испарение, транспирация и т.д.), подземный отток, выклинивание на поверхность, отток по коллекторно-дренажной сети, отбор на орошение и т.д.

Баланс грунтовых вод находится в тесной взаимосвязи с общим водным балансом пород зоны аэрации. При определенных гидрогеологических условиях грунтовые воды находятся в связи с водоносными горизонтами, залегающими ниже относительного водоупора, на котором находится пласт, содержащий грунтовую воду.

Баланс грунтовых вод изучают различными методами: экспериментальным, при котором каждую статью баланса определяют непосредственным измерением; методом, основанным на анализе колебаний уровня грунтовых вод.

Баланс грунтовых вод изучают на балансовых участках (площадь их в несколько десятков гектаров), типичных по гидрогеологическим условиям для орошаемого массива. Получив данные о статьях баланса на участке, их переносят с соответствующими коррективами на орошаемый массив, баланс которого должен быть изучен.



По С. Ф. Аверьянову, уравнения баланса имеют следующий вид (рис.82).

Водный баланс орошаемой территории (учитываются поверхностные воды, воды зоны аэрации и грунтовые воды):

Рис. Схема обставляющих водного баланса орошаемого района (по С. Ф. Аверьянову).

$$\Delta W = B + \bar{П} + \underline{П} + A - C - (И + Tr) - \underline{O} - \bar{O} - D$$

где ΔW — суммарное изменение воды в границах рассматриваемой территории; B — водозабор;

$\underline{П}$ — приток поверхностных вод, помимо водозабора;

$\bar{П}$ — приток подземных вод (приток грунтовых вод со стороны или подпитывание грунтовых вод напорными); A — осадки; C — суммарные сбросы за пределы территории по коллекторно-сбросной сети; D — дренажный сток

$И, Tr$ — испарение и транспирация с поверхности территории;

\underline{O} — подземный отток за пределы территории или в глубоко залегающие подземные воды;

Баланс грунтовых вод

$$\Delta W_{гр} = \underline{П} - \underline{О} + \alpha \Phi_k - \underline{Д}$$

где $\Delta W_{гр}$ — изменение запасов грунтовых вод

Если есть данные о колебании уровня грунтовых вод и о коэффициенте водоотдачи грунтов, водный баланс грунтовых вод может быть представлен выражением

$$\Delta W_{гр} = (y_k - y_n) \mu$$

где μ — коэффициент водоотдачи при опускании уровня грунтовых вод или коэффициент недостатка насыщения при их подъеме.