

А. И. Русаленко, профессор; Д. И. Филон, ассистент

## ГЛУБИНА ЗАЛЕГАНИЯ И АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ

The size of optimum depth of subsoil waters and annual amplitude of fluctuation of their level in forest phytocenoses proves.

**Введение.** В Беларуси около 80% лесов произрастают в условиях непосредственного влияния грунтовых вод (ГВ) на структуру и продуктивность лесных фитоценозов. При определенной глубине их залегания все наши лесобразующие древесные породы, в том числе и ель, могут формировать высокопродуктивные древостои I–Ia классов бонитета даже на низкоплодородных рыхлопесчаных почвах. Однако при характеристике почвенно-грунтовых условий лесных фитоценозов глубине залегания ГВ не уделяется внимания как при научных исследованиях [1], так и в практической деятельности [2].

**Основная часть.** При сравнительно неглубоком залегании ГВ от дневной поверхности в почвенном профиле выделяются 3 зоны: избытка влаги, оптимального увлажнения и недостатка влаги, отличающиеся качественно одна от другой по водно-воздушному режиму (рис. 1). Зона избытка влаги располагается над зеркалом грунтовых вод. Влажность почвы в ней обуславливается капиллярным поднятием влаги от грунтовых вод и по величине превышает наименьшую влагоемкость (НВ). Основным фактором в этой зоне, ограничивающим рост и развитие растений, является недостаток кислорода. Особенно низким его содержанием данная зона

характеризуется в том случае, если залегает в поверхностных гумусированных слоях почвы, имеющих, как правило, высокую биологическую насыщенность (корни и корневища растений, почвенные организмы, гумус), что обуславливает интенсивный расход кислорода из почвенного раствора. Мощность этой зоны определяется гранулометрическим составом.

Над зоной избытка влаги располагается зона оптимального увлажнения. Влажность почвы в ней колеблется между НВ и критической влажностью, т. е. находится в оптимальных для роста и развития растений пределах. Здесь лучше и кислородный режим, так как помимо поступления с влагой атмосферных осадков, содержание кислорода в почвенном растворе увеличивается за счет аэрации почвы. Но мощность этой зоны незначительна (например, на песчаных почвах составляет всего лишь около 10 см). Верхние слои почвенного профиля занимает зона недостатка влаги. Аэрацию почвы в этой зоне следует признать удовлетворительной даже в торфяноболотных почвах при значительном снижении уровня грунтовых вод (например, на осушенных торфяниках).

Влажность почвы в зоне недостатка влаги колеблется в больших пределах, но в период вегетации находится в основном между крити-

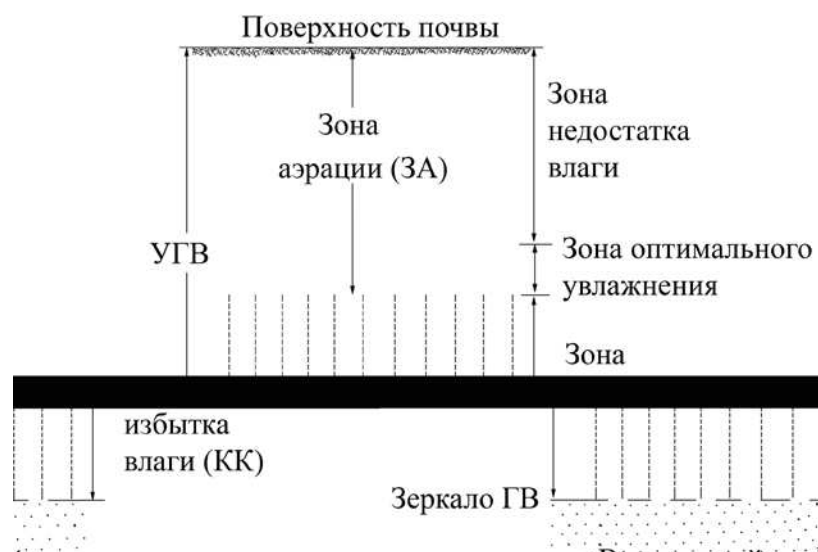


Рис. 1. Изменение водно-воздушного режима почв в почвенном профиле: зеркало ГВ – верхняя поверхность водоносного слоя (горизонта); УГВ – уровень ГВ (глубина их залегания); КК – капиллярная кайма

ческой влажностью и влажностью завядания (ВЗ), т. е. в почве ощущается недостаток влаги. Минимальное содержание влаги, до которого иссушаются особенно поверхностные слои этой зоны, определяется ее мощностью. Чем больше по величине зона недостатка влаги, тем при прочих равных условиях сильнее, глубже и чаще могут иссушаться поверхностные слои почвы, даже ниже ВЗ за счет физического испарения. Таким образом, водно-воздушный режим, складывающийся в том или ином почвенном профиле, обуславливается наличием и мощностью каждой из указанных зон, т. е. в конечном счете, определяется глубиной залегания грунтовых вод. Мощность зон избытка влаги и оптимального увлажнения является величиной постоянной для конкретного почвенного профиля, так как обуславливается гранулометрическим составом. Поэтому естественное или антропогенное нарушение глубины залегания грунтовых вод приводит в первую очередь к изменению мощности зоны недостатка влаги. Следует указать, что название категорий почвенной влаги (наименьшая влагоемкость, критическая влажность, влажность завядания) позаимствовано нами из работы [3]. Зона аэрации (ЗА) включает в себя зону недостатка влаги и зону оптимального увлажнения, т. е. зона аэрации – толща почвогрунтов, располагающаяся от поверхности почвы до зоны капиллярной каймы. При выходе капиллярной каймы на дневную поверхность газообмен между почвенным раствором и атмосферой происходит за счет диффузии газов в водной среде, которая, как известно, осуществляется в тысячи раз медленнее, чем в воздухе. При этом обогащение почвенного раствора кислородом происходит на незначительную глубину. Высшие растения, обладающие малой фитомассой, и древесные породы в начальный период жизни способны в таких условиях расти и развиваться. С возрастом и, следовательно, увеличением фитомассы для нормального роста и развития деревьев необходима определенной величины зона аэрации. Величина оптимальной зоны аэрации зависит в основном от возраста древостоев, так как с увеличением надземной фитомассы возрастает фитомасса корней и соответственно мощность корне-

обитаемой толщи почвогрунтов [4]. Оптимальный уровень грунтовых вод определяется, кроме того, и почвенной разностью, так как при изменении гранулометрического состава соответственно изменяется высота капиллярного поднятия влаги от грунтовых вод. Оптимальная зона аэрации для сосновых древостоев колеблется от 24 см в 20-летних древостоях до 82 см в возрасте 100 лет (табл. 1).

Для других древесных пород величину оптимальной зоны аэрации можно принимать такой же. Высота капиллярного поднятия влаги от грунтовых вод (мощность КК) определяется по формуле

$$y = 52,7 + 8,7x, \quad (1)$$

где  $y$  – высота капиллярного поднятия влаги от ГВ (мощность КК), см;  $x$  – содержание частиц физической глины в зоне капиллярной каймы, %.

При оценке почвенно-грунтовых условий в сосновых насаждениях величину оптимальной зоны аэрации необходимо принимать для 80-летнего древостоя, т. е. в возрасте главной рубки. Следовательно, оптимальную глубину залегания ГВ, или уровень грунтовых вод (УГВ), можно определить по следующей формуле:

$$y = ЗА + КК = 74 + 52,7 + 8,7x = 127 + 8,7x, \quad (2)$$

где  $y$  – оптимальный УГВ, см;  $x$  – содержание частиц физической глины в зоне капиллярной каймы, %.

Используя данную формулу, можно определить оптимальный УГВ на почвах различного гранулометрического состава (табл. 2).

Из данных табл. 2 следует, что при установлении зависимости продуктивности древостоев от глубины залегания грунтовых вод необходимо подбирать объекты примерно одинакового как возраста древостоя, так и гранулометрического состава почв. Игнорирование данного обстоятельства приводит к ошибочному заключению об отсутствии связи продуктивности лесных фитоценозов с глубиной залегания ГВ.

На территории Беларуси грунтовые воды, залегающие в поверхностных слоях земной коры, по происхождению являются инфильтраци-

Таблица 1

**Величина оптимальной зоны аэрации для сосновых древостоев**

Возраст древостоя, лет	Зона аэрации, см	Возраст древостоя, лет	Зона аэрации, см	Возраст древостоя, лет	Зона аэрации, см
20	24	50	53	80	74
30	34	60	61	90	78
40	44	70	68	100	82

**Оптимальный уровень (оптимальная глубина залегания) грунтовых вод  
для 80-летних сосновых древостоев в зависимости от содержания физической глины  
в зоне капиллярной каймы**

Содержание физической глины, %	Оптимальный УГВ, см	Содержание физической глины, %	Оптимальный УГВ, см	Содержание физической глины, %	Оптимальный УГВ, см
3	153	15	258	40	475
5	171	20	301	–	–
10	214	30	388	–	–

онными. Запасы и амплитуда колебания глубины залегания грунтовых вод обусловлены количеством выпадающих атмосферных осадков и тем количеством из них, которое просачивается до водоносного горизонта.

Среднегодовая сумма атмосферных осадков на территории Беларуси составляет около 600 мм. Преобладающая их часть расходуется на суммарное испарение и формирование поверхностного стока. На пополнение запасов ГВ приходится примерно 200 мм.

Водоносными горизонтами в большинстве случаев являются пески с пористостью около 40%. При данной пористости 200 мм осадков соответствуют подъему уровня грунтовых вод на 50 см. Данная величина и является годовой амплитудой колебания уровня грунтовых вод.

В пониженных местоположениях, где наблюдается скопление вод поверхностного стока с окружающих склонов, годовая амплитуда колебания УГВ может превышать 50 см. Повышенной величиной амплитуды отличаются участки, подвергающиеся затоплению и подтоплению водами поверхностных водных объектов (рек, озер, болот). При наличии поверхностного стока с какого-либо участка амплитуда колебания УГВ, наоборот, может быть меньше 50 см. В течение года

происходит изменение глубины залегания ГВ в связи с пополнением их запасов и расходом на суммарное испарение. Обычно наибольший подъем грунтовых вод, наблюдается весной после снеготаяния. В летний период в связи с расходом влаги на суммарное испарение происходит снижение грунтовых вод, что в наибольшей степени проявляется в конце июля – августе. В осенний период уменьшается расход влаги на суммарное испарение. Выпадающие атмосферные осадки после насыщения почвогрунтов до НВ просачиваются вглубь, способствуя подъему ГВ.

Закономерности изменения величины зоны аэрации и глубины залегания ГВ в течение вегетационного периода отражены на рис. 2.

В качестве примера рассматривается почвогрунт с содержанием частиц физической глины 3%. При этом вычисленный по уравнению (2) оптимальный УГВ равен 153 см. Как было отмечено выше, годовая амплитуда колебания УГВ составляет 50 см. К началу апреля грунтовые воды будут располагаться на глубине 138 см, а при неизменной мощности КК, вычисленной по уравнению (1) и равной 79 см для данного почвогрунта, зона аэрации составит 59 см.

В результате сезонного снижения грунтовых вод к концу вегетационного периода зона аэра-

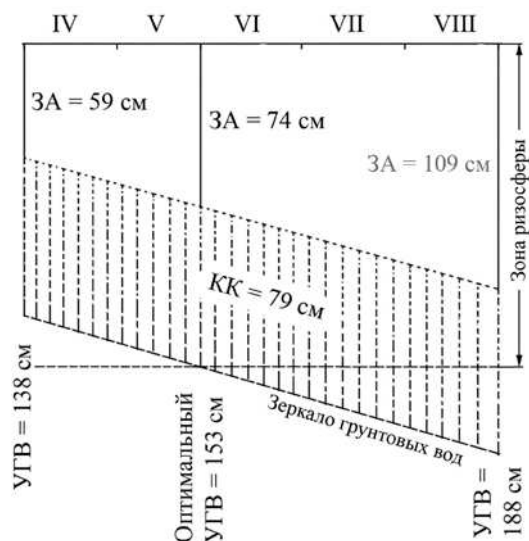


Рис. 2. Сезонное изменение глубины залегания грунтовых вод при содержании физической глины 3% в зоне КК и оптимальном уровне 153 см

ции увеличится до 109 см. Несмотря на сезонное изменение глубины залегания ГВ, в приведенном примере условия водно-воздушного режима почв являются благоприятными для роста и развития древостоев, так как в течение всего периода вегетации в зоне ризосферы не наблюдается как недостатка, так и избытка влаги.

В июле – августе при отсутствии или незначительном количестве атмосферных осадков в поверхностных слоях почвы может ощущаться недостаток влаги, который компенсируется использованием древостоем грунтовых вод. Как нами установлено [4], предельная глубина проникновения живых корней деревьев находится между наибольшим подъемом грунтовых вод и максимальным их снижением, что предполагает довольно частое затопление части живых корней без их отмирания. В примере (рис. 2) глубина проникновения корней соответствует оптимальному уровню грунтовых вод.

В жизнедеятельности деревьев, как известно, большое значение имеет очередность функционирования различных частей корневой системы. Если часть корней дерева оказывается в неблагоприятных условиях (отсутствие влаги в определенных слоях почвы, затопление грунтовыми водами), то функционирует другая часть, находящаяся в лучших условиях, которая с наименьшими энергетическими затратами снабжает растение водой и минеральными веществами. Вышеизложенное позволяет утверждать о важности грунтовых вод в формировании водно-воздушного режима почв и их влиянии на продуктивность лесных фитоценозов. Максимальной продуктивности лесные фитоценозы достигают при оптимальной глубине залегания ГВ в конце мая – начале июня, т. е. в период проявления у древесных пород активных ростовых процессов. Влияние же сезонной амплитуды колебания УГВ на продуктивность лесных фитоценозов не проявляется в связи с очередностью функционирования корневых систем деревьев.

При залегании грунтовых вод на большей или меньшей глубине по сравнению с оптимальной продуктивность древостоев уменьшается, что в первом случае обусловлено недостатком, а во втором – избытком влаги.

Климат территории Беларуси умеренно-континентальный. В многолетнем цикле климатических условий характерно чередование периодов повышенного и пониженного атмосферного увлажнения. Так, период с 1987 по 1991 г. характеризовался повышенным количеством атмосферных осадков и подъемом ГВ к дневной поверхности. За указанный 5-летний период в

насаждениях, произрастающих возле неосушенных низинных болот, сформировалась незначительная поверхностная зона ризосферы в результате отмирания корней, расположенных глубже и находящихся длительное время в условиях недостатка кислорода. В последующем при экстремальном количестве атмосферных осадков в 1992 г. и 1994 гг. произошло значительное снижение ГВ и отрыв капиллярной каймы от зоны ризосферы. В результате иссушения зоны ризосферы, представленной рыхлопесчаной материнской породой, произошло усыхание 58-летнего елового древостоя [5]. Аналогичное положение может наблюдаться при произрастании древостоев на участках, где за счет гравитационной влаги формируется верховодка – расположенный неглубоко от дневной поверхности водоносный горизонт. Для верховодки характерен неустойчивый режим и полное исчезновение в засушливые периоды.

В идеале, чтобы наиболее точно установить влияние ГВ на продуктивность конкретного древостоя, нужно знать среднюю в конце мая – начале июня глубину залегания ГВ за период оборота рубки (например, для сосны и ели за 80 лет). Обычно столь продолжительное время будет включать как несколько периодов пониженного, так и повышенного увлажнения, но в конечном итоге продуктивность древостоя к возрасту рубки будет соответствовать средней глубине залегания ГВ. Данная средняя величина используется в эдафической сетке для характеристики почвенно-грунтовых условий.

Установить данный показатель путем непосредственных измерений в течение десятков лет возможно, но экономически нецелесообразно. К тому же необходимо знать его величину уже сегодня, например для составления проекта лесных культур. Поэтому можно использовать несколько путей определения глубины залегания ГВ: 1) непосредственное разовое измерение в соответствующие периоды; 2) такое же измерение в сочетании с анализом количества атмосферных осадков; 3) систематическое наблюдение за УГВ с целью установления закономерностей колебания глубины залегания ГВ.

Непосредственным разовым измерением глубины залегания ГВ в конце мая – начале июня исключается влияние сезонной амплитуды, если в течение 1–2 месяцев перед определением количество атмосферных осадков примерно равнялось среднемноголетним значениям, т. е. не было явно выраженного засушливого периода или периода обильного атмосферного увлажнения. Если разовое определение провести в апреле – начале мая, то глубина залегания

**Изменение продуктивности сосняков в зависимости от глубины залегания грунтовых вод на рыхлопесчаных почвах (содержание физической глины 3%)**

УГВ, см	Бонитет*	УГВ, см	Бонитет	УГВ, см	Бонитет
0,8	III,7	2,0	II,8	3,2	III,2
1,0	II,8	2,2	II,5	3,4	III,0
1,2	I,4	2,4	II,3	3,6	IV,9
1,4	I,6	2,6	II,0	3,8	IV,7
1,6	I,5	2,8	III,7	4,0	IV,6
1,8	I,2	3,0	III,4	4,2	IV,4

\* Доли бонитета имеют значения, принятые в математике с продвижением от низших классов бонитета к высшим.

ния ГВ будет меньше средней многолетней. Наоборот, при определении в июле – августе ее величина будет больше средней многолетней, так как в данный период наблюдается максимальное сезонное снижение УГВ. Если изучены закономерности сезонной амплитуды, то для получения средней многолетней глубины залегания ГВ возможно разовое определение в течение вегетационного периода с введением соответствующих поправок.

Разовое определение глубины залегания ГВ в конце мая – начале июня может быть близким к среднему многолетнему значению в том случае, если перед данным определением в течение 2–4 лет фактическое количество атмосферных осадков незначительно отличалось от среднего многолетнего значения. При этом для территории Полесья период учета количества осадков может быть минимальным (2 года), а в пределах Белорусской гряды с холмистым рельефом – максимальным (4 года).

Более точно средняя многолетняя глубина залегания ГВ устанавливается путем систематических наблюдений за УГВ в специально устроенных скважинах. Желательно, чтобы такие наблюдения по продолжительности охватывали периоды повышенного пониженного (наибольшего снижения УГВ) атмосферного увлажнения.

Следует отметить, что ошибка при определении глубины залегания ГВ в 0,2 м и даже в 0,5 м незначительно влияет на точность установления продуктивности древостоев. В табл. 3 приведено изменение продуктивности сосновых древостоев в зависимости от глубины залегания ГВ на рыхлопесчаных почвах с содержанием частиц физической глины 3%.

Только лишь в условиях избытка влаги наблюдается осязаемое изменение продуктивности древостоев, что прослеживается при сравнении данных при УГВ 0,8 и 1,0 м (разница составляет 1,1 класса бонитета). Измерение глу-

бины залегания ГВ производится в шурфах при описании почвенных профилей или в скважинах, устраиваемых ручным почвенным буром. УГВ измеряется с точностью 1 см.

**Заключение.** Максимальной продуктивности (I–IIa классов бонитета) древостои достигают при оптимальной глубине залегания грунтовых вод, приходящейся на конец мая – начало июня. При произрастании древостоев на большей или меньшей глубине по сравнению с оптимальной их продуктивность уменьшается в первом случае в связи с недостатком, а во втором – из-за избытка влаги.

Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод составляет около 50 см. Для характеристики почвенно-грунтовых условий лесных фитоценозов возможно разовое определение глубины залегания грунтовых вод в скважинах, устраиваемых ручным почвенным буром.

### Литература

1. Соколовский, И. В. Свойства почв и продуктивность суходольных дубрав ГЛХУ «Петриковский лесхоз» / И. В. Соколовский, М. В. Герасименко // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 281–284.
2. Наставление по лесовосстановлению и лесоразведению в Республике Беларусь. – Минск: Минлесхоз, 2006. – 135 с.
3. Роде, А. А. Основы учения о почвенной влаге: в 2 т. / А. А. Роде. – Л., 1969. – Т. 2: Методы определения водного режима почв. – 288 с.
4. Русаленко, А. И. Структура и продуктивность лесов при подтоплении и затоплении / А. И. Русаленко. – Минск: Наука и техника, 1983. – 175 с.
5. Русаленко, А. И. Особенности произрастания и формирования еловых лесов на территории Беларуси / А. И. Русаленко, С. А. Новик, А. В. Юзефович // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2001. – № 2. – С. 25–30.