

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ
ГРУНТОВЫХ ВОД В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ**

**Методические рекомендации для научных работников,
преподавателей, студентов**

Минск 2009

УДК 630*116(075.8)(476)

ББК 43.4я73

О-62

Рассмотрены и рекомендованы к изданию
редакционно-издательским советом университета

Составитель
А.И. Русаленко

Рецензент:
профессор кафедры физической географии БГПУ им. М. Танка,
доктор географических наук *В.Н. Киселев*

По тематическому плану выпуска электронных изданий университета.
Поз.

Для научных работников, преподавателей, студентов.

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2009

1. Общие положения

На территории Беларуси около 80% лесов произрастают в условиях непосредственного влияния влаги грунтовых вод (ГВ) на водно-воздушный режим почвенного профиля и, следовательно, 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. В качестве примера в табл. 1 приводится характеристика некоторых еловых древостоев, установленная при проведении экспедиционных исследований.

Таблица 1

**Эколого-таксационная характеристика еловых насаждений,
произрастающих на песчаных почвах**

Лесхоз	Ассоциация ельника	Состав древостоя	Возраст, лет	Бонитет	СФГ, %	УГВ, м
Житковичский	Майниково-папоротниковая	10Еед.С, Б, Ос	60	Ia	2,6	1,1
То же	То же	10Е+С, Б	70	Ia	2,2	1,1
--/	Мшисто-майниковая	4ЕЗБ2Гр1Ос	62	Ia	1,5	1,0
--/	Мшисто-кисличная	10Е+Кл	70	Ia	2,2	0,9
--/	То же	10Е+Гр	57	Ia	2,4	1,4
--/	--/	10Е/5ЕЗГр2Б	90	Ia	3,8	0,9
Новогрудский	--/	10Е	90	Ia	5,3	1,4
Житковичский	Мшисто-черничная	9Е1С+Б	65	Ia	1,4	1,5
Воложинский	То же	10Е+Б	65	Ia	3,0	1,0
Россонский	--/	6ЕЗОс1Б	75	Ia	2,5	1,2
Городокский	--/	9Е1Ос	80	Ia	6,2	1,6

Примечание. Ассоциации ельников приведены согласно эколого-флористической классификации еловых лесов [1]; СФГ – среднее содержание частиц физической глины в почвенном профиле, процент от массы; УГВ – уровень (глубина залегания) грунтовых вод

Однако глубине залегания ГВ не уделяется должного внимания, что подтверждается отсутствием каких-либо ссылок на данный показатель в нормативных документах по ведению лесного хозяйства. Это является причиной слабой его изученности. Поэтому в настоящее время определение глубины залегания ГВ для характеристики лесорастительных условий как при науч-

ных исследованиях, так и в практической деятельности кажется трудно выполнимой задачей.

2. Влияние грунтовых вод на продуктивность лесных фитоценозов

Грунтовые воды – один из видов подземных вод. На территории Беларуси грунтовые воды по происхождению являются инфильтрационными. Просачивающаяся в толщу почвогрунта вода атмосферных осадков под действием силы тяжести проникает в глубь до тех пор, пока не достигнет водонепроницаемых пород. Водонепроницаемая порода, на которой задерживаются подземные воды, называется водоупорным горизонтом, или водоупором. На водоупоре вода накапливается и заполняет пустоты вышележащей породы. Насыщенная гравитационной водой порода называется водоносным горизонтом (пластом, слоем). Характерной особенностью грунтовой гравитационной воды является способность вытекать из грунта в устроенную в нем скважину (яму). Расстояние от дневной поверхности до установившегося уровня воды в скважине называется глубиной залегания ГВ, или уровнем ГВ (УГВ), а установившийся уровень свободной воды – зеркалом воды (рис. 1).

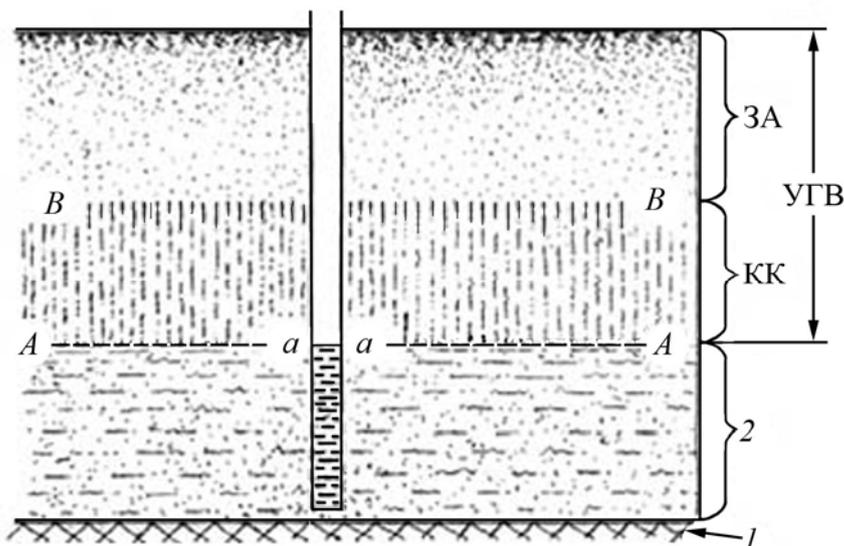


Рисунок 1–Уровень грунтовых вод и капиллярная кайма (по А.А. Роде[2]): *aa* – уровень воды в скважине; *AA* – зеркало грунтовых вод; *BB* – верхняя граница капиллярной каймы; УГВ – уровень грунтовых вод; ЗА – зона аэрации; КК – капиллярная кайма; 1 – водоупорный горизонт; 2 – водоносный горизонт

При сравнительно неглубоком залегании ГВ от дневной поверхности в почвенном профиле выделяются три зоны [3]: избытка влаги, оптимального увлажнения и недостатка влаги, отличающиеся качественно одна от другой по водно-воздушному режиму (рис. 2).

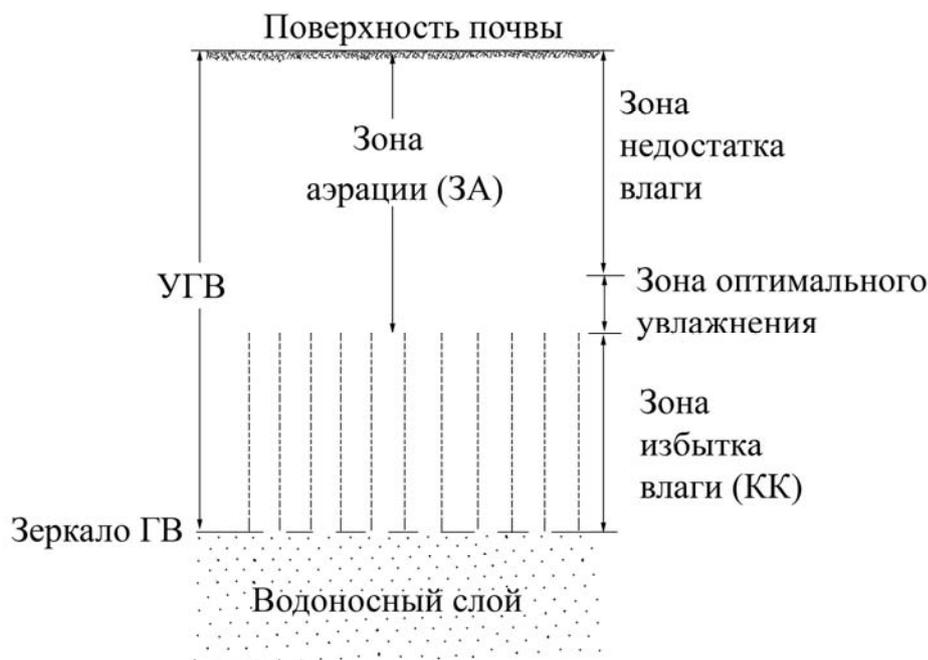


Рисунок 2—Изменение водно-воздушного режима почв в почвенном профиле: зеркало ГВ – верхняя поверхность водоносного слоя (горизонта); УГВ – уровень ГВ (глубина их залегания); КК – капиллярная кайма

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 торфяно-болотных 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 критической 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 [2].

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 корнеобитаемой толщи почвогрунтов [3]. 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. 2).

Таблица 2

**Оптимальная зона аэрации для сосновых древостоев
в зависимости от возраста, см**

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

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

$$y = 3A + КК = 74 + 52,7 + 8,7x = 127 + 8,7x, \quad (2)$$

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. 3).

Таблица 3

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
3	153
5	171
10	214
15	258
20	301
30	388
40	475

Из данных табл. 3 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.

Поскольку на территории Беларуси грунтовые воды, залегающие в поверхностных слоях земной коры, по происхождению являются инфильтрационными, запасы и амплитуда колебания глубины их залегания обусловлены количеством выпадающих атмосферных осадков и тем количеством из них, которое просачивается до водоносного горизонта.

В связи с сезонной и многолетней амплитудой колебания УГВ их оптимальная глубина залегания, установленная по формуле (2), должна приходиться на конец мая–начало июня, когда наблюдается максимальное прояв-

ление ростовых процессов у древесных пород, и притом в период среднемноголетнего атмосферного увлажнения.

Сезонную амплитуду колебания глубины залегания ГВ можно определить следующим расчетом. Известно, что 1 мм атмосферных осадков соответствует 1 л воды, равномерно распределенному на площади 1 м^2 . Представим емкость в виде куба с основанием 1 м^2 . Чтобы заполнить ее водой, необходимо 1 000 мм осадков. Если данная емкость заполнена грунтом с пористостью 40%, то для заполнения всех пор водой потребуется 400 мм.

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). Наоборот, при наличии поверхностного стока с какого-либо участка амплитуда колебания УГВ 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 в глубь, способствуя подъему ГВ.

Закономерности изменения величины зоны аэрации и глубины залегания ГВ в течение вегетационного периода отражены на рис. 4. 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 аэрации 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.

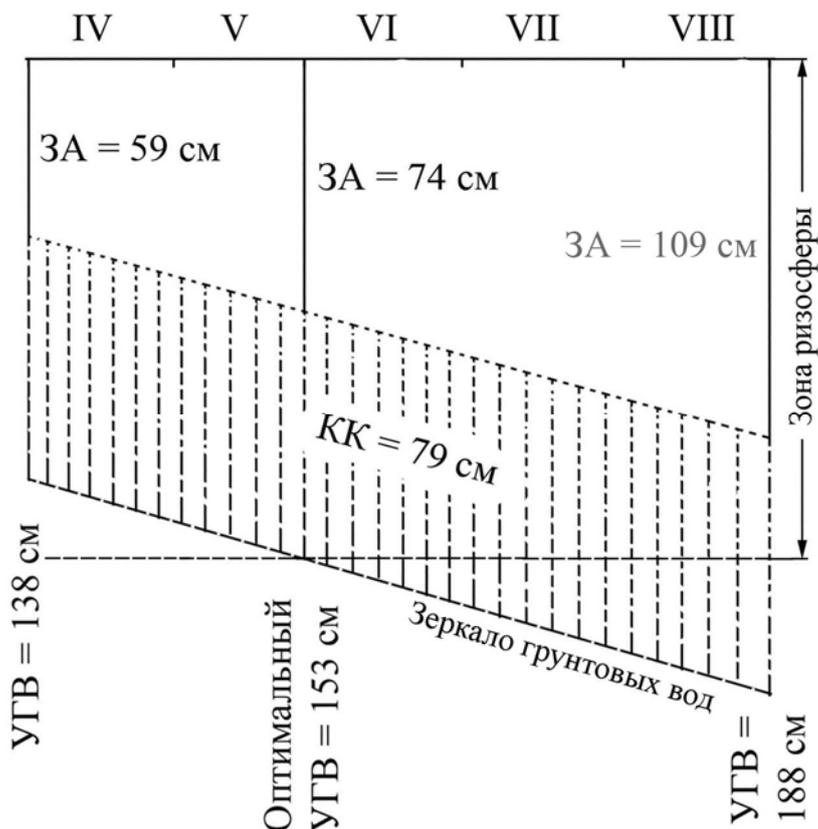


Рисунок 3—Сезонное изменение глубины залегания грунтовых вод при содержании физической глины 3% в зоне КК и оптимальном уровне 153 см

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 [3], 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 (см. рис. 3) 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 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 [4].

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.

3. Технология определения глубины залегания грунтовых вод

Определение глубины залегания ГВ требуется не всегда. Необходимость определения устанавливается визуально с учетом рельефа. Небольшая глубина залегания ГВ характерна для пониженных местоположений, особенно прилегающих к поверхностным водным объектам (ручьям, речкам, болотам, озерам), а также на территории обширных геоструктурных понижений (Полесская низменность). На повышенных местоположениях (в пределах Белорусской гряды, в Поозерье, по высоким берегам рек и т.п.) грунтовые воды залегают, как правило, на значительной глубине (глубже 4–5 м). Почвы на таких местоположениях являются автоморфными и влагообеспеченность древостоев на таких местоположениях происходит за счет атмосферных осадков.

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 [5].

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 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, когда происходит наибольший подъем ГВ к дневной поверхности, и периоды пониженного атмосферного увлажнения (наибольшего снижения УГВ). Эти периоды выявляются сопоставлением фактического количества атмосферных осадков со средним многолетним значением.

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. 4 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 ощутимое изменение продуктивности древостоев, что прослеживается при сравнении данных при УГВ 0,8 и 1,0 м (разница составляет 1,1 класса бонитета).

Таблица 4

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

Примечание: доли бонитета имеют значения, принятые в математике с продвижением от низших классов бонитета к высшим.

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

Почвенный бур имеет рабочий орган диаметром 52 мм (рис. 4). Изготавливаемые промышленностью почвенные буры имеют штангу диаметром 1 дюйм, что создает неудобство в работе. В качестве штанги посредством переходника (2) лучше использовать 1-метровые отрезки водопроводных труб (3) диаметром $\frac{3}{4}$ дюйма. Переходник на одном конце имеет резьбу для навертывания рабочего органа бура, а с другой стороны его толщина соответствует внутреннему диаметру отверстия трубы. Первый 1-метровый отрезок трубы скрепляется с переходником с помощью болта. Во второй конец этого отрезка вставляется и скрепляется с трубой заклепкой (9) металлический штырь (10), выступающий из трубы на 5 см. На штырь одевается съемная Т-образная ручка (5), изготавливаемая из таких же труб.

В один конец последующих 1-метровых отрезков (3) вставляется металлический штырь, который скрепляется с трубой заклепкой (9). Его диаметр соответствует внутреннему диаметру трубы. Это дает возможность удлинять штангу по мере увеличения глубины бурения скважины. Последующий 1-метровый отрезок штанги свободным концом (без штыря) одевается на штырь предыдущего отрезка. Для исключения разъединения через трубу и штырь просверливается сквозное отверстие диаметром около 5 мм, в которое вставляется соединительный штырек (8). Фиксация штырька осуществляется скользящей по трубе муфтой (6). Для исключения произвольного перемещения муфты вверх и связанного с этим разъединения штанг муфта фиксируется резинкой (7). Такая конструкция штанги обеспечивает быстрое изменение ее длины и позволяет бурить скважины глубиной до 6 м.

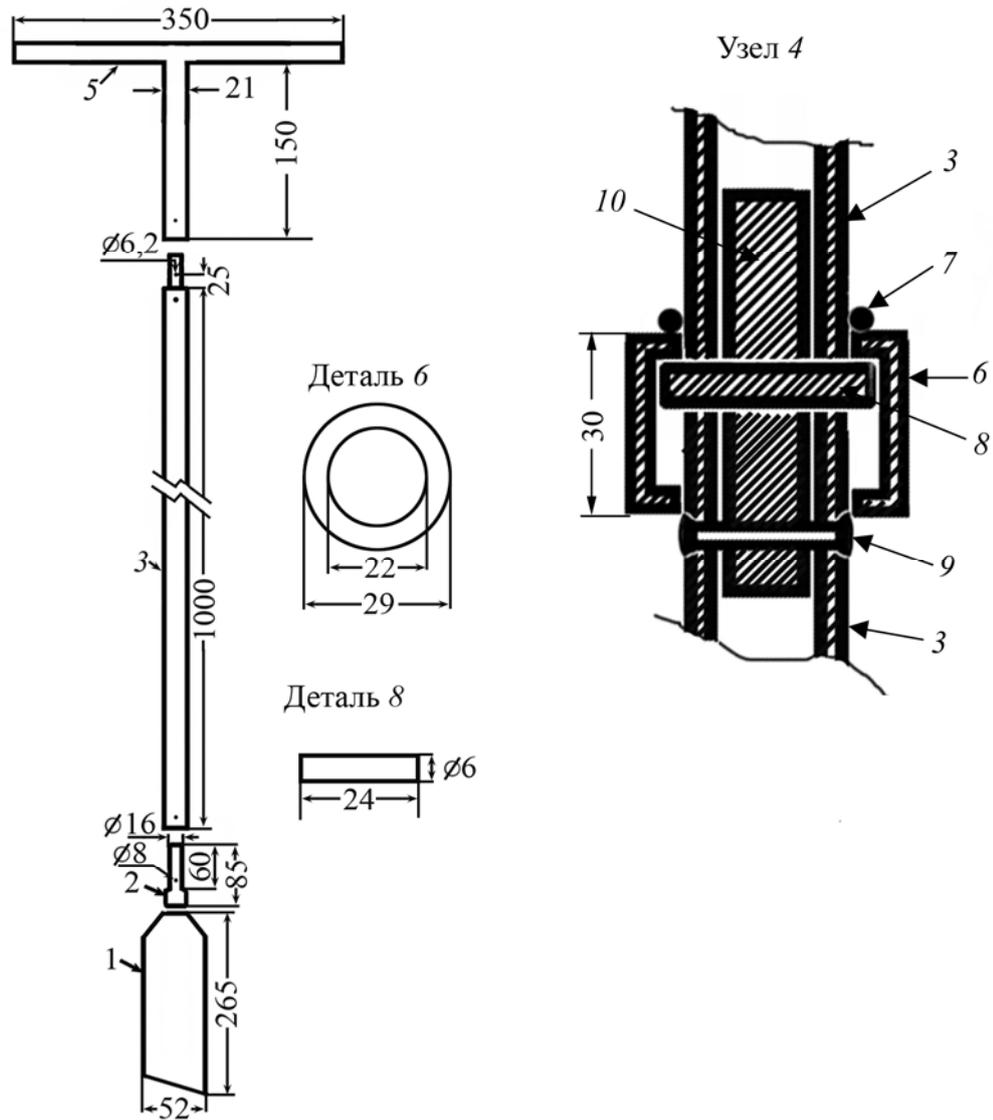


Рисунок 4—Почвенный бур: 1 – рабочий орган; 2 – переходник; 3 – штанга; 4 – узел соединения штанг; 5 – ручка; 6 – скользящая муфта; 7 – резиновое колечко; 8 – соединительный штырек; 9 – заклепка; 10 – соединительный штырь; размеры указаны в миллиметрах

Рабочий орган почвенного бура в нижней части выполнен в виде цилиндра с продольной прорезью для освобождения от почвогрунта. За один раз он заглубляется в почвогрунт примерно на 15 см. После заполнения рабочего органа почвогрунтом, что ощущается по возросшему сопротивлению бурения, бур извлекается из скважины, рабочий орган освобождается от почвогрунта и бурение продолжается.

Если водоносным слоем является песок, то буром такой конструкции удастся заглубиться в водоносный горизонт на глубину около 50 см. В супесях и тем более в суглинках стенки скважины не оплывают и глубина проходки возрастает. В результате мелкого заглубления в песчаный водоносный горизонт при снижении УГВ их зеркало выходит со скважины и требуется ее до-

углубление. Такого явления можно избежать, если устроить скважину в период наибольшего снижения ГВ, т. е. в июле–августе.

Для закрепления стенок пробуренной скважины лучше использовать пластмассовые дренажные трубы диаметром менее 5 см как гладкостенные, так и гофрированные. Труба отрезается по глубине пробуренной скважины. На одном конце трубы вырезаются 4–6 клинышков длиной около 5 см. Оставшаяся часть трубы стягивается тонкой мягкой проволокой или шпагатом. Для закрепления проволоки или шпагата можно сделать шилом в клинышках несколько отверстий. В результате получается заостренный конец, что способствует лучшему заглублению трубы в водоносный горизонт.

При отсутствии на трубах перфорации шилом делается ряд отверстий, размещая их в произвольном порядке по всей поверхности трубы. Для свободного поступления воды в трубу достаточно устройства такой перфорации в нижней части трубы по длине 25–40 см. Перфорированная часть трубы плотно покрывается в 3–4 слоя капрона или другим фильтрующим материалом, свободно пропускающим воду, но предохраняющим трубу от заиления.

Для удобства установки трубы в пробуренную скважину внутрь трубы помещается очищенный от сучьев ствол дерева. Он должен свободно входить в трубу и выступать из нее на 20–25 см. Нижний более толстый конец стволика закругляется, чтобы не нарушить фильтрующей защиты.

Перед установкой трубы скважина подновляется на прежнюю глубину. Труба вставляется в скважину и легкими ударами стволика в нижнюю часть заглубляется в водоносный горизонт, чтобы верхний конец трубы оказался на уровне поверхности почвы. Если осадить трубу до такого положения не удастся, то ее выступающий конец отрезается до поверхности почвы.

При оборудовании глубоких скважин вместо стволика можно использовать штангу почвенного бура. Труба закрывается мало заметным колышком. Как показала практика эксплуатации скважин, выступающий над поверхностью почвы конец трубы демаскирует скважину и она часто подвергается разрушению. Кроме того, при измерении УГВ необходимо каждый раз уменьшать замеренную величину с учетом длины выступающей части трубы.

Месторасположение скважины указывается на плане. На ближайших к скважине 2–3 деревьях подрумянивается кора, или же на расстоянии 2–3 м от скважины в одном направлении, например на север, забивается кол.

Для измерения УГВ лучше использовать тонкий ствол дерева. На его толстом конце оставляется сучок для подвешивания на деревьях. При измерении ствол тонким концом опускается в скважину и на минимальную глубину – в слой ГВ. В глубоких скважинах УГВ может измеряться тонкой нитью (рыболовная леска) или шпагатом, на конце которых укрепляется грузик с поплавком. Нить по длине размечается на метры, предварительно опустив грузик с поплавком в какой-либо сосуд с водой. Метры можно отметить завязыванием узелков. При измерении используется переносная 1-метровая рейка или рулетка. Результаты измерения УГВ заносятся в журнал с указанием номера скважины и даты наблюдений.

4. Изучение режима грунтовых вод

Режим ГВ обширных территорий изучается путем прокладки гидрогеологических створов. Обычно зеркало ГВ имеет равномерный уклон в сторону открытого водотока или водоема, т. е. к месту их разгрузки (низинные болота, ручьи, реки, озера). Поэтому трасса гидрогеологического створа прокладывается нормально к горизонталям местности, начинаясь от водораздела и оканчиваясь в месте разгрузки. Трассу гидрогеологического створа лучше совмещать с просеками, линиями электропередач и т. п.

На трассе створа в зависимости от рельефа через 20–100 м оборудуются скважины для измерения УГВ. Первая скважина располагается возле водораздела, а последняя – на водотоке или водоеме. Каждой скважине присваивается номер, а также створу, если их несколько. Взаимное превышение скважин определяется нивелированием. Для построения продольного профиля створа измеряется расстояние между скважинами.

Систематическое измерение УГВ в скважинах позволит выявить закономерности изменения глубины залегания ГВ, амплитуду колебания УГВ, уклон и расход грунтового потока. Последний показатель определяется по формуле

$$Q = k_{\text{ф}} i h B, \quad (3)$$

где Q – расход грунтового потока, м³/сут; $k_{\text{ф}}$ – коэффициент фильтрации, м/сут (для приближенных расчетов можно использовать в зависимости от почвогрунта следующие его величины: песок крупнозернистый – 50–20 м/сут; песок среднезернистый – 20–5 м/сут; песок мелкозернистый – 5–1 м/сут); i – уклон зеркала ГВ (представляет собой частное от деления превышения зеркала ГВ в соседних скважинах на расстояние между ними; обе величины в метрах); h – изменение глубины залегания ГВ в скважине за определенный период, м; B – ширина грунтового потока, м (принимается условно в 1 м).

Определение расходов в зимний период, когда отсутствует суммарное испарение, и в летний период позволяет устанавливать какая часть запасов ГВ расходуется на суммарное испарение и путем оттока по уклону местности. При этом принимается, что отток ГВ в вертикальном направлении по времени не изменяется.

Направление движения грунтового потока на исследуемой территории устанавливается по двум соседним створам, которые в зависимости от рельефа прокладываются на расстоянии 100–1000 м друг от друга. При этом на каждом створе берутся по две скважины, образующие в совокупности в плане геометрическую фигуру, близкую к квадрату, прямоугольнику и т. п. Геодезическим инструментом делается съемка, на основании которой в масштабе строится план расположения скважин. По данным нивелировки и измерения УГВ в каждой скважине устанавливается положение зеркала ГВ относительно горизонтальной условной плоскости отсчета, что дает возможность интерполяцией провести гидроизогипсы. Линия, проведенная нормально к гидроизогипсам, укажет направление движения грунтового потока от гидроизо-

гипсы с большей отметкой к меньшей. По плану устанавливается румб или азимут направления движения подземного потока.

Литература

1. Филон, Д.И. Обоснование типов лесных культур ели европейской и способов их создания на основе изучения эколого-фитоценологических особенностей ельников Беларуси: Автореф. дисс. канд-та наук / Д.И. Филон. – Минск: БГТУ, 2007. – 22 с.
2. 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.
3. Русаленко, А.И. Структура и продуктивность лесов при подтоплении и затоплении / А.И. Русаленко. – Минск: Наука и техника, 1983. – 175 с.
4. 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.
5. Русаленко, А.И. Бонитировка лесных почв Беларуси / А.И. Русаленко. – Минск: БГТУ, 2008. – 1,8 Мб (– 39 с.).

Содержание

1. Общие положения	3
2. Влияние грунтовых вод на продуктивность лесных фитоценозов	4
3. Технология определения глубины залегания грунтовых вод	10
4. Изучение режима грунтовых вод	15
Литература	16