

УДК 551.482.215 + 630*161.1

М.Г. Романовский, А.И. Федорова, С.А. Морев

СТРАТИФИКАЦИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПОД НАГОРНЫМИ ДУБРАВАМИ ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСА

Продуктивность и устойчивость нагорных автоморфных дубрав в южной лесостепи во многом зависит от того, насколько они обеспечены запасом грунтовых вод, доступным для корневых систем взрослых деревьев. Раньше мы рассматривали грунтовые воды (ГВ) под нагорными дубравами как часть осадков, необратимо ускользнувшую от лесной растительности [4, 11, 12]. Однако исследования последних лет [7, 8, 10, 18, 22] показали, что корни деревьев поздней формы дуба черешчатого опускаются глубже 10 м и потребляют ГВ из их капиллярной каймы.

Цель нашего сообщения – проанализировать закономерности распределения запасов ГВ и степень их участия в водном балансе типичного нагорного широколиственного массива южнорусской лесостепи – Теллермановского леса.

Теллермановский лес расположен в Грибановском районе Воронежской области. Нагорные высокопродуктивные (I₅ класса бонитета) ясене-дубравы этого лесного массива вытянулись вдоль крутого берега р. Хопра и далее р. Вороны на 30 км. Они располагаются на высоте 150-165 м над ур. моря, на 60-80 м выше уровня рек и функционируют исключительно за счет атмосферного водного питания (автоморфные экосистемы).

Наши маршрутные обследования охватывали междуречье р. Хопра и р. Карачана. Однако подробнее всего был исследован водосбор короткой балки Крутец, открывающейся в долину Хопера и почти целиком располагающаяся в Теллермановском опытном лесничестве Института лесоведения РАН.

На маршрутах вели бурение ручным геологическим буром с определением, по возмож-

ности, уровня ГВ. Кроме того, ежемесячно мы измеряли уровень ГВ в системе скважин, заложённых в 1971 г. в опытном лесничестве под руководством А.А. Молчанова [20] и использовали данные прежних наблюдений [14].

Обнаруженные современные разгрузки ГВ и признаки ранее функционировавших разгрузок, местонахождения известкового туфа [16, 17], отмечали на плане. Их абсолютные высоты, высоты скважин и солонцовых полей были установлены нами на основе топографических карт области [1] и вертикальной съемки территории опытного лесничества, выполненной в 1950 г. Л.А. Шапошниковой и В.Ф. Харитоновой с сечением рельефа 5 м. Объекты привязывали к реперным отметкам высот над уровнем моря нивелирными ходами.

Наиболее точно разгрузку ГВ отражает минимальный сток в осенне-зимний меженный период [9]. Разгрузку ГВ в балку Крутец характеризовали величиной осеннего стока после 3-4 недельного отсутствия дождей. Для уточнения минимума этой величины в течение 4 лет в августе-октябре проводили полные обследования балки Крутец, определяя расходы воды непосредственно под местами разгрузки ГВ в тальвегах по отрогам основного русла балки. Расходы воды оценивали по площади сечения потока и скорости течения. Ниже по балке поверхностный меженный сток быстро сменяется подрусловым, скрытым в толще аллювия.

Считая, что разгрузка ГВ идет равномерно в течение года, можно оценить расход ГВ за год. Разделив разгрузку ГВ (л ЧЧгод⁻¹) на площадь водосбора (м²), мы выразили ее величину в мм ЧЧгод⁻¹. Площадь водосбора ГВ определена нами как площадь сечения водосбора

Стратификация грунтовых вод под нагорными дубравами Теллермановского леса

балки на высоте простираения водоносного горизонта [18, 22].

Величина фильтрации осадков в ГВ, то есть глубже 4,5 м (на этой глубине, считалось раньше, заканчивается корнеобитаемый горизонт [5, 11, 12]), была установлена многолетними наблюдениями А.А. Молчанова в нагорных дубравах снытево-осокового ряда [12]. Среднее потребление ГВ древостоями мы оценили по разности между фильтрацией осадков в ГВ и разгрузкой ГВ.

При расчетах поступления и расхода грунтово-почвенных вод в тяжелых суглинках изменению уровня ГВ на 1 см ставили в соответствие изменение запаса влаги на 1,1 мм [19].

Оказалось, что под лесным массивом, сформировавшимся на толще тяжелосуглинистых ледниковых отложений, уровень ГВ определяется положением водоемких (водоносных) горизонтов, которые обеспечивают горизонтальное перемещение ГВ, и водоупоров, задерживающих их вертикальную миграцию. Тонкие (мощностью ≤ 1 м) и часто не сплошные прослойки с участием песка и гальки, редко удается наблюдать непосредственно. Края нагорного плато, сложенного отложениями днепровского оледенения, сильно деформированы эро-

зионными процессами. Кроме того, разгрузка ГВ по водоносному горизонту приводит к вымыванию песков и образованию суглинистого замка. Этот процесс был подробно описан П.А. Отоцким на левом безлесном берегу р. Осереды [13]. После смыкания верхнего и нижнего суглинистых горизонтов разгрузка ГВ замедляется. ГВ становятся напорными. Открытый сток сменяется выпотом, особенно интенсивным при южной экспозиции обнажения.

В Теллермановском лесу бурение в отвешках северного склона и в верховьях балки Крутец вблизи мест разгрузки ГВ, вскрыло остаточные слои песка (рис.). Уровень ГВ в скважинах в течение нескольких часов поднимался на 10-100 см. Напорный характер ГВ особенно заметен у подножий лесных склонов балки (уровень ГВ поднимается на 100-150 см) и в долине Хопра (на 250-300 см).

Ненарушенный горизонтальный слой песчано-галечниковых отложений мощностью 0,7 м мы обнаружили в толще днепровских суглинков на высоте около 120 м над уровнем моря в известном [16] обнажении близ г. Борисоглебска у Красного моста на правом берегу р. Вороны рядом с подъемом старой Грибановской дороги. Выходы песка сохраня-

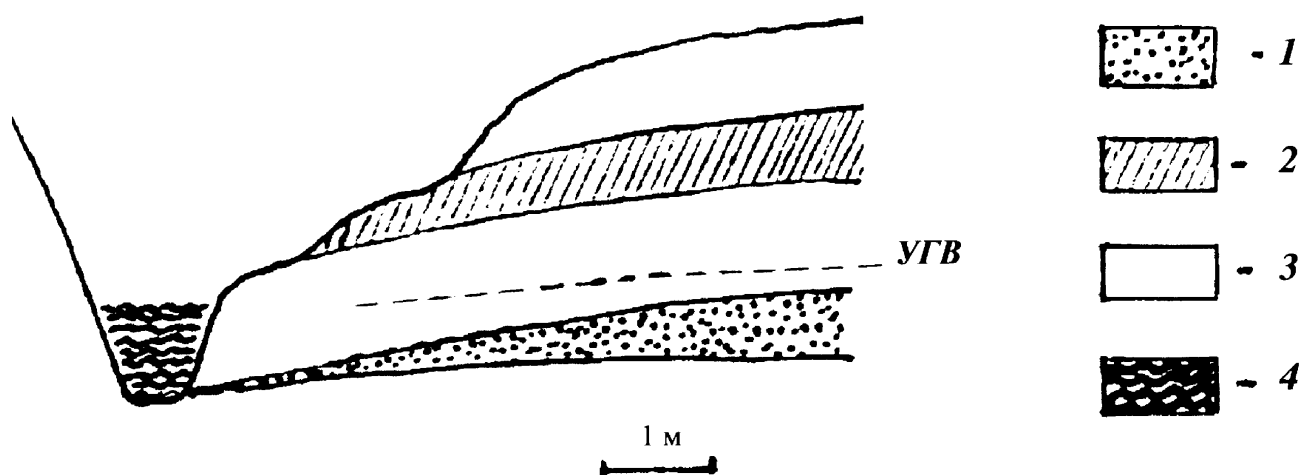


Рис. Сечение отвешка балки Крутец (Ю-С) вблизи места разгрузки ГВ из водоносного горизонта:

1 – песчаный водоносный горизонт; 2 – слой суглинков, насыщенный отложениями $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, при выходе на поверхность с крошевом частиц 1-5 см известкового туфа; 3 – тяжелые суглинки и глины, ниже водоносного горизонта, - иссушенные; 4 – аллювиальные отложения, заполняющие ложе водотока. Грунтовые воды при вскрытии водоносного горизонта поднимаются на 10-70 см до пунктирной линии (УГВ)

ются на дренированных «мысах», отделяющих тальвеги балок от речной долины. Песчаный горизонт на высоте 120 м над ур. моря сохранился, например, на узком мысе между устьем Малыцкой балки (Грибановское лесничество) и долиной реки Хопер. На мысе под солонцовой поляной Белая (Теллермановское опытное лесничество), разделяющем тальвег балки Крутец и долину р. Хопра, на высоте 139-140 м над ур. моря в 50-100 см от поверхности почвы лежит горизонтальный, местами нарушенный слой песка мощностью до 0,5 м. Свод этих песчаных отложений кальцинирован. При приближении к солонцовой поляне на горизонтальную песчаную прослойку накладывается все более мощный покров тяжелых суглинков, а кальцинированный слой постепенно полностью заполняет пески. За 100 м от опушки солонцовой поляны водоносный горизонт полностью цементирован сухим CaCO_3 .

Водоносные горизонты и места разгрузки ГВ в Теллермановском лесном массиве сконцентрированы в высотных поясах 120 и 140 м над ур. моря. На этих же высотах расположены и солонцовые поляны. Действующие разгрузки ГВ тяготеют, однако, к северным, – а солонцовые поляны и разгрузки, утратившие активность, – к южным экспозициям. В балке Крутец в местах выхода водоносного горизонта к дневной поверхности выявлено 13 функционирующих и 5 не функционирующих мест разгрузки ГВ. Все они связаны с горизонтом 140 м над уровнем моря (кроме одной – на 120 м) [18]. Кроме того, в тальвеге балки при пересечении горизонтали 120 м имеются небольшие заболоченные участки, подпитываемые, по-видимому, грунтовыми водами.

Высоту залегания ГВ можно оценить в скважинах, заложенных в нагорных дубравах. Скважина в 6 квартале Теллермановского опытного лесничества на водоразделе балок Крутец и Малык имеет отметку 153 м. Уровень грунтовых вод в ней колебался от 11 до 13 м. На расстоянии около 1 км в 7 квартале скважина расположена на 150 м над ур. моря, а ГВ лежат на глубине – 10-11 м. Вычитая из высотных отметок устьев скважин максимальные глубины залегания ГВ, получим для водонос-

ного горизонта под нагорными дубравами высоту 139-140 м над ур. моря.

Выходы песков, утратившие или не имевшие функций водоносного горизонта, нередко маркированы лисьими и барсучьими норами, тяготеющими к легким грунтам. Однако, основной признак длительного существования разгрузок ГВ – отложения известнякового туфа [16]. Они обнаруживаются в отвершках балки в виде легко крошащихся пористых слоев CaCO_3 . Отложения туфа, скрытые под лесной подстилкой и опадом, издают под ногами характерный хруст, что облегчает их поиск. Все места ранее существовавших разгрузок ГВ, обнаруженные нами в водосборе балки Крутец, привязаны к высоте 140 м над ур. моря. Все четыре солонцовые поляны опытного лесничества также располагаются на высоте 140 м над ур. моря. Приустьевая солонцовая поляна балки Малык и солонцовые поляны Карачанского лесничества Теллермановского лесхоза лежат на высоте 120 м над ур. моря.

Таким образом, высоты расположения разгрузок ГВ, и высоты солонцовых полей Теллермановского леса обусловлены водоносными горизонтами, переслаивающими толщу днепровских отложений на отметках 120 и 140 м над ур. моря. Для высоко продуктивных нагорных дубрав снытево-осокового ряда наиболее важен слой на высоте 140 м над ур. моря.

Полученные нами оценки минимальной интенсивности открытого стока из водоносного горизонта, залегающего на отметке 140 м, варьировали по годам: 0,65 (конец августа); 0,30; 0,14; 0,16 л ЧЧс⁻¹. Принимая за истинное значение разгрузки ГВ минимальную оценку (0,14 л ЧЧс⁻¹), в пересчете на площадь «зеркала» ГВ (около 6 км²) получим, что с открытым стоком уходит слой 4 мм ЧЧгод⁻¹. Во время наших наблюдений уровень ГВ был близок к среднему многолетнему ($\pm 0,25$ м), соответственно, можно говорить, что открытый сток ГВ в среднем выносит из водоносного горизонта 4 мм ЧЧгод⁻¹. Эта оценка, однако, не полна, так как существуют еще скрытый сток в толще аллювия и фильтрация воды в более глубокие горизонты.

Стратификация грунтовых вод под нагорными дубравами Теллермановского леса

Более полная оценка разгрузки ГВ (не только за счет открытого поверхностного стока) возможна по снижению их уровня в скважинах в зимние месяцы. Зимой, когда поверхностные слои почвы холоднее всего, нисходящая миграция почвенной влаги, пополняющая ГВ, прекращается [2, 15]. Падение уровня грунтово-почвенных вод в холодный период отражает их разгрузку и составляет в среднем около 1 см в месяц, что соответствует 13 мм ЧЧгод⁻¹.

Таким образом, из 50 мм ЧЧгод⁻¹ стока, поступающего в ГВ [12, 22] (а это 9% годовой нормы осадков), 13 мм ЧЧгод⁻¹ уходит на разгрузку ГВ (открытый сток – 4 мм; скрытый сток и выпот – 9 мм). Остальные 37 мм ЧЧгод⁻¹ потребляют нагорные дубравы. В общем расходе воды на транспирацию 400 мм высокопродуктивного дубравного фитоценоза [22] ГВ составляет 9,2%, а в водопотреблении поздней формы дуба черешчатого 12-15%. Роль ГВ в водном балансе дуба сопоставима с долей его глубоких поглощающих корней: на глубине 6-9 м сосредоточено 12-15% их общей массы [18, 22].

Итак, толща днепровских суглинков, на которой сформировался массив нагорных дубрав Теллермановского леса и его темно-серые лесные почвы, достигает мощности 50-60 м. Песчаные прослойки в ледниковых отложениях, по-видимому, связаны с кратковременными фазами потеплений, отступлений края ледника и формирования зандровых полей. На них при дальнейшем удалении ледника накладывались мелкодисперсные глинистые отложения [22]. Затем, ледник возвращался, принося новые слои моренных суглинков.

Чередование водопроницаемых слоев со слоями глин и тяжелых суглинков при эрозии окраины нагорного плато обусловило формирование террас на высотах 140-145 и 120 м над уровнем моря. «Выпот» [13] грунтовых вод из водоносных горизонтов близких к дневной поверхности привел к накоплению солей SO₄ в предсклоновых полосах нагорного леса [5, 22] и образованию солонцовых полей при бровках южных экспозиций. Южнее, в степной зоне, процесс выпаривания ГВ приводит к засолению суглинков в средней пойме [21].

На склонах северных экспозиций выходы к дневной поверхности водоносного горизонта отмечены действующими разгрузками ГВ.

Обнаружение по наличию «известкового туфа» разгрузок, не функционирующих ныне, свидетельствует о большей оводненности массива в прошлом. По сообщениям старожилов Теллермановского опытного лесничества некоторые из сухих теперь разгрузок ГВ работали еще в 1930 гг. В двух сухих отвершках балки можно обнаружить остатки копаней. Состояние Теллермановского нагорного массива в период его большей гумидности можно представить себе по образцу Тульских засек (граница северной лесостепи с хвойно-широколиственными лесами). Там мы до сих пор наблюдаем активную эволюцию более молодого ландшафта: лес переводит поверхностный сток в сток по водоносным горизонтам, а эрозию поверхности суглинистого плато в более медленную оползневую эрозию, вызванную вымыванием ГВ песков из-под суглинков.

Особенности простиранья ГВ в Теллермановской роще определяют расселение ранней и поздней форм дуба черешчатого [6]. Дубравы с господством ранней формы располагаются в тех экотопах, где ГВ недоступны (солонцовые дубравы) или где для потребления ГВ не нужны корневые системы глубже 2-3 м (пойменные дубравы). Нагорные дубравы позднераспускающейся формы дуба занимают высшие отметки рельефа, где к 40-50 годам дуб развивает корневые системы, достигающие глубины 9-15 м, и может потреблять влагу из капиллярной каймы ГВ.

Вероятно, наличие в толще почвообразующих флювиогляциальных суглинков водоносных горизонтов, содержащих небольшие запасы доступных деревьям грунтовых вод, определяет возможность заселения высокопродуктивными дубравами плакоров южной лесостепи Русской равнины. Как отметил В.В. Докучаев «... древние леса на степях не спускались ниже 60 (128 м), а вероятно даже и 70 сажен (142 м) над уровнем моря; это был для них роковой предел, хотя рядом, бок о бок, но на пойме, слуде или примыкающих к ним песках,

а может быть легких супесях, дремучие леса процветали прекрасно» [3].

Маломощные горизонты песчано-галечных грунтов (потенциально водоносные) во многом обуславливают специфику ландшафта водоразделов юга Окско-Донской равнины: в 10-20 м над уровнями их залегания появляются дубравы; в 1-3 м – солонцовые поляны; с ними связаны разгрузки ГВ; а при эрозии края нагорного плато, на высоте их залегания формируются террасы. При обследовании водосбора балки Крутец в Теллермановском опытном лесничестве Института лесоведения РАН мы выявили 12 мест разгрузки ГВ, расположенных на высоте 140 м над уровнем моря. На этой же высоте вдоль предсклоновых бровок нагорного плато вытянулся пояс солонцовых и солонцеватых дубрав [22], а перед склонами южной экспозиции серия солонцовых полей. На высоте 120 м над ур. моря в Теллермановском опытном лесничестве обнаружена одна разгрузка ГВ. В целом же, если рассмотреть весь лесной массив Теллермановской роши, солонцовые поляны чаще встречаются на высоте 120 м над ур. моря.

Грунтовые воды играют важную роль в водном режиме Теллермановских нагорных дубрав. Почти 40 мм год⁻¹ извлекают из ГВ с глубины 9-15 м деревья поздней формы дуба черешчатого, господствующей в нагорных лесах. В общем водопотреблении деревьев старше 45-50 лет ГВ составляют 12-15%. В южной лесостепи ГВ служат резервом, стабилизирующим водное питание автоморфных лесных экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронежская область. Топографическая карта: масштаб 1 : 200000. – М.: Военно-топографическое управление Генерального штаба, 1996.
2. Гаель А.Г. Пески и песчаные почвы / А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирнова. – М.: Геос, 1999. – 252 с.
3. Докучаев В.В. К вопросу о соотношениях между возрастом и высотой местности, с одной стороны, характером и распределением черноземов, лесных земель и солонцов, – с другой / В.В. Докучаев // Вестник естествознания. – 1891. – №1-3. – С. 1-16; 57-67; 112-123.
4. Дубравы лесостепи в биогеоценотическом освещении / под ред. А.А. Молчанова. – М.: Наука, 1975. – 374 с.

5. Елагин И.Н. Строение корневых систем дуба на темно-серых лесных почвах и солонцах / И.Н. Елагин, В.Н. Мина // Труды Института леса АН СССР. – 1953. – Т.12. – С. 151-170.
6. Енькова Е.И. Теллермановский лес и его восстановление / Е.И. Енькова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1976. – 214 с.
7. Иванов В.В. Сравнительный анализ водного режима пойменной и нагорной дубрав Теллермановского леса: автореферат дисс... канд. с-х. наук / В.В. Иванов. – М., 1991. – 22 с.
8. Иванов В.В. Водный режим пойменной и нагорной дубрав южной лесостепи / В.В. Иванов // Лесоведение. – 1991. – №5. – С. 33-41.
9. Идзон П.Ф., Влияние леса на сток рек / П.Ф. Идзон, Г.С. Пименова. – М.: Наука, 1975. – 112 с.
10. Мамаев В.В. Роль глубоких корней в поддержании устойчивости нагорных дубрав лесостепи / В.В. Мамаев, М.Г. Романовский // Дуб – порода третьего тысячелетия: сб. науч. тр. / ИЛ НАН Беларуси. – 1998. – Вып. 48. – С. 102-104.
11. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса / А.А. Молчанов. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 488 с.
12. Молчанов А.А. Воздействие антропогенных факторов на лес / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1978. – 139 с.
13. Отоцкий П.В. Гидрологический очерк Воронцовки (с картой) / П.В. Отоцкий // Тр. Имп. Вольного Экономического Общества. – 1894. – С. 1-24.
14. Осипов В.В. Погодные условия и водный режим дубрав Теллермановского лесничества / В.В. Осипов [и др.] // Состояние дубрав лесостепи. – М.: Наука, 1989. – С. 18-33.
15. Осипов В.В. Климат / В.В. Осипов // Структура и функционирование почвенного населения дубрав Среднерусской лесостепи. – М., 1995. – С. 12-22.
16. Прохоров Н.И. Теллермановская роша. Орогеологический и почвенный генезис / Н.И. Прохоров // Тр. опытн. лесничеств. – 1906. – Вып. 4. – С. 1-71.
17. Пьявченко Н.И. Агрохимические свойства торфяников среднерусской лесостепи / Н.И. Пьявченко // Тр. Ин-та леса. – 1955. – Т. 24. – С. 153-167.
18. Романовский М.Г. Грунтовые воды нагорных дубрав Теллермановского леса / М.Г. Романовский, В.В. Мамаев // Лесоведение. – 2002. – №5. – С. 4-9.
19. Сапанов М.К. Оценка десукции лесных культур на разных типах почв Северного Прикаспия / М.К. Сапанов // Почвоведение. – 2000. – №11. – С. 1318-1327.
20. Стационарные исследования / Лаб. лесоведения АН СССР. – М.: Наука, 1984. – 174 с.
21. Танфильев Г.И. Пределы лесов на юге России / Г.И. Танфильев. – СПб.: Мин. земледелия и гос. имущества, 1894. – 176 с.
22. Экосистемы Теллермановского леса / под ред. В.В. Осипова. – М.: Наука, 2004. – 340 с.