

Акад. Г. Н. ВЫСОЦКИЙ

УЧЕНИЕ О ВЛИЯНИИ ЛЕСА  
НА ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДЫ  
ЕГО ПРОИЗРАСТАНИЯ  
И НА ОКРУЖАЮЩЕЕ  
ПРОСТРАНСТВО  
(УЧЕНИЕ О ЛЕСНОЙ ПЕРТИНЕНЦИИ)

КУРС ЛЕСОВЕДЕНИЯ

*Часть III*

Издание 2-е, переработанное

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ

Москва

1950

Ленинград

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Академик Г. Н. Высоцкий был крупнейшим ученым, обладавшим огромными познаниями в лесоводстве и других смежных отраслях науки. Его справедливо считают непревзойденным знатоком сухого, и особенно степного, лесоводства.

Труды акад. Высоцкого способствовали успешному развитию степного лесоразведения в нашей стране. На этих трудах более полувека учились и продолжают учиться сейчас лесоводы и агрономы.

Публикуемая книга в первом издании носила название «Учение о лесной пертиненции». Изменив в настоящем издании ее название («Учение о влиянии леса на изменение среды его произрастания и на окружающее пространство»), редакция руководствовалась прежде всего тем, что оно понятнее для широких кругов работников лесного и сельского хозяйства, участвующих в выполнении великого сталинского плана преобразования природы. Это название вполне соответствует понятию, которое вкладывал в слово «пертиненция» акад. Высоцкий.

В свете задач, поставленных перед работниками лесного и сельского хозяйства историческим постановлением правительства от 20 октября 1948 г., ознакомление с закономерностями влияния леса на среду его произрастания и на окружающее пространство приобретает особое значение. В книге сокращены устаревшие и не представляющие интереса места.

**РЕДАКЦИЯ**

---

## ОТ АВТОРА

Начинаю печатать свой курс лесоведения. Уступаю этим настоящим требованиям некоторых из моих слушателей скорее издать курс ввиду полного отсутствия соответствующих руководств.

Курс начинает выходить с третьей части. Общий план курса в настоящее время у меня такой:

**Вступ л е н и е.** Лес в растительном покрове земли как агент биосферы. Грани леса географические. Этапы леса исторические.

**Часть I.** Синэкологические свойства компонентов леса (без частной дендрологии).

**Часть II.** Строение и жизнь леса (его развитие, возобновление и пр.).

**Часть III.** Лесная пертиненция: 1) в надземной среде, 2) в почвенной среде и 3) запредельная.

**Часть IV.** Учение о типах и бонитетах.

**Часть V.** География внешних лесорастительных условий; в связи с этим география лесов и разных лесных типов, их биологические свойства и особенности (практические).

**З а к л ю ч е н и е.** Эргазия (общая органическая производительность) и энергетика (оборот энергетических потенциалов) наших лесов.

---

## ГЛАВА I

### ПЕРТИНЕНЦИЯ НАДЗЕМНАЯ

§ 1. Лес и среда его произрастания. § 2. Сфера среды леса и пределы его влияния. § 3. Защита от ветра. § 4. Пределы защитного влияния. § 5. Изопневмы; опушки. § 6. Влияние на конвекции. § 7. Влияние на заморозки; воздушные запыления. § 8. Значение позиции и крутизны склона, склоны холодные и теплые. § 9. Микроклимат долин, роль тумана и дымовой завесы, морозные ямы. § 10. Температура воздуха под пологом леса, на полях и по открытым местам. § 11. Распределение влажности слоев воздуха и влияние на него леса. § 12. О широком климатическом влиянии леса и песков. § 13. Испаряемость влаги из почвы под защитой леса. § 14. Действие лесной защиты на снежный покров; степные метели. § 15. Распределение снега в лесу и вне. § 16. Опушенные сугробы. § 17. Формы метелей, черные бури. § 18. Песчаные бури и пескосборные полосы. § 19. Конденсация опушек и леса (ожеледь и пр.). § 20. Строение снежного покрова, таяние снега снизу, воронки. § 21. Изменение снежного покрова и стока рек на западе и на востоке. § 22. Таяние снежного покрова, стоки талых вод, летние разливы (паводки). § 23. Задержка воды дождей на смачивание крон и стволлов деревьев. § 24. Притяжение осадков и улавливаемость их дождемерами. § 25. Лес как источник паразитов и убежище полезных животных.

§ 1. Лес развивается в определенной среде, составляющей его условия произрастания. Эта среда не менее сложна, чем самый лес. Таким образом, в каждом отдельном случае перед нами сложная комбинация леса и среды его развития.

Однако соотношение между внешними физико-географическими и физико-топографическими (зависящими от местных условий рельефа, строения грунта, грунтовых вод и т. д.) условиями произрастания, с одной стороны, и растительным покровом (лесом), с другой стороны, таковы, что растительный покров, безусловно зависящий от условий внешней среды, все-таки оказывает со своей стороны влияние на эти условия, он их до некоторой степени изменяет. Такое изменение имеет значение для самого развития и существования леса.

В природе ясно выражена неизбежная связь организма с условиями его развития, со средой. Без участия среды нет также и леса. Изучать лес, его строение, его жизнь оторванно от одновременного изучения среды бесцельно. Это будет изучение чего-то нереального или уже неживого.

§ 2. Природная внешняя среда развития леса как сухопутного растительного образования состоит из частей двух сфер: а т м о -

сферы и педосферы. Изменяющее среду влияние леса также проникает в обе эти сферы жизни, равно как и все более проникающее в жизнь наших лесов влияние человека. К рассмотрению этих сфер и влияний на них мы переходим. Начнем с атмосферы.

Внешние атмосферные условия в широком масштабе называются макроклиматическими; в местных мелких видоизменениях, связанных с рельефом, экспозицией, растительным покровом и жизнью человека (города, селения), они называются микроклиматическими и видоизменениями. Значит, и следствие изменяющего среду влияния леса в области атмосферы проявляется в виде местных изменений микроклиматического масштаба, в виде образования так называемого лесного климата, отличающегося от климата полей, лугов, водных пространств и т. п.

Однако изменяющее климат влияние лесов не ограничивается только пространством, занятым лесным древостоем. Оно выходит за его пределы, простирается на просветы, лесные поляны, лесосеки, выходит за лесные опушки на прилегающие пространства полей, лугов, степей. Наконец, оно, несомненно, простирается, как увидим, и гораздо далее, изменяя в некотором отношении климатические элементы некоторых внутриконтинентальных стран.

§ 3. Прежде всего проследим механическое влияние лесного древостоя на движение приземных (нижних) воздушных течений. Всякий из нас по ежедневному опыту знает, что в степи, среди полей бывает обычно ветрено, тогда как внутри густого леса ветер почти не чувствуется. Ветер шумит («лес шумит») среди более или менее высоко приподнятых крон, колеблет их, а под их защитой тихо и спокойно. Такая защита лесом от ветра выходит за пределы самого леса и проявляется преимущественно по его заветренной стороне до некоторого расстояния. Кроме такого действия на нижние, приземные струи воздушных потоков, лес оказывает влияние и на так называемые конвекционные токи, происходящие от местного нагревания (днем) и охлаждения (ночью) самых нижних приземных слоев воздуха, особенно в тихую и ясную погоду.

Таким образом, влияние леса на воздушные течения следует различать двух типов: 1) на ветер и 2) на конвекции.

Влияние леса и различных других препятствий, равно как и влияние форм рельефа, на ветер изучается при помощи особых приборов, называемых анемометрами. Это — вертушки с полусферическими крыльями, вращаемыми ветром тем быстрее, чем сильнее ветер. Системой зубчатых колес движение передается стрелкам, вращающимся по циферблатам, подобно часовым, и указывающим число метров в секунду, проходимых ветром. Приборчики эти портативны, легко переносимы.

Если бы ветер дул равномерно, с одинаковой силой, можно было бы производить широкие исследования при помощи одного насаженного на шест (на высоте глаза, или на высоте 1,5 — 2 м над поверхностью почвы) анемометра, перенося его с места на место и производя отсчеты за равные промежутки времени. Но так как ветер бы-

вает обычно более или менее неравномерным и порывистым, приходится производить отсчеты одновременно по нескольким анемометрам, расположенным в разных позициях, причем лучше всего, если один анемометр остается в течение всего времени исследования на одном и том же, наиболее обвеваемом месте. Затем данные связываются, и получаются кривые линии, характеризующие силу ветра (рис. 1, 2а и 2б).

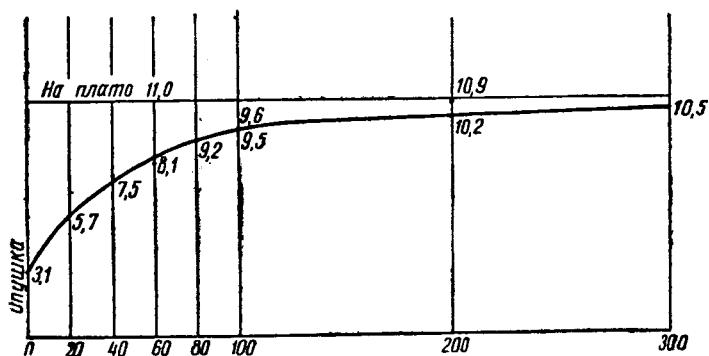


Рис. 1. Кривая возрастания силы ветра в заветренную сторону от западной опушки Велико-Анадольского массива (высота древостоя 7—8 м). 11 апреля 1897 г. Ветер с востока (слева направо)

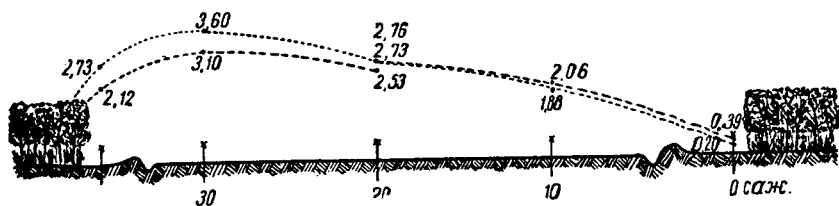


Рис. 2а. Кривые силы ветра на большой дороге в Велико-Анадоле, проходящей через дачу. Высота насаждения 7 м, ширина дороги 81 м. Ветер дует с запада на восток (справа налево)

§ 4. Такими исследованиями устанавливается влияние лесного древостоя на нижние струи ветра. К сожалению, однако, соответствующих данных опубликовано еще очень мало и некоторые из них внушают сомнения. Так, например, хотя бы о расстоянии, до которого доходит сдерживающее ветер влияние леса по заветренной стороне.

Одни исследователи (проф. Нестеров и др.) утверждают, что при высоте леса в 28 м его ветроослабляющее влияние простирается почти на 1,5 км, превышая высоту древостоя раз в 50<sup>1</sup>.

Наши же данные по Мариупольскому опытному лесничеству показывают существенное, практически значительное влияние всего лишь раз в 10 — 20 более высоты древостоя. По приведенной здесь

<sup>1</sup> В другом месте говорится в 25—30 раз («Лесовод» № 4—5, 1924).

кривой видно, что ясной границы предела влияния не существует, ибо кривая, вначале поднимаясь резко, потом постепенно и незаметно приближается к горизонтали.

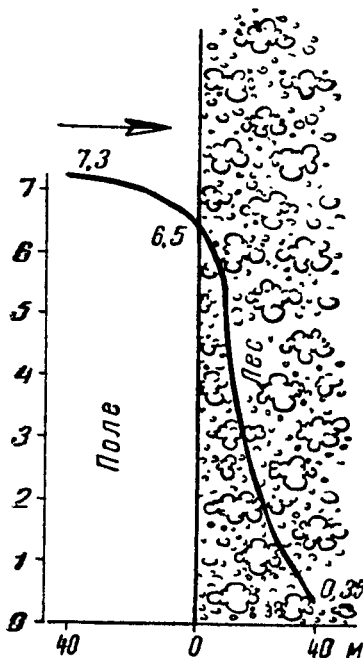


Рис. 26. Кривая силы ветра в наветренной опушке в Велико-Анадолу с западной стороны (ветер западный, быстро падающий в насаждении)

Десятикратное влияние было выведено по ширине полосы несдуваемого по наветренной стороне снежного покрова в Мариупольском опытном лесничестве в первые годы. Эти данные лишь приблизительны и требуют проверки и дополнений. На их величину влияет много различных моментов: рельеф поля (если оно в наветренную сторону повышается, то предел влияния короче, если же понижается, предел этот сильно расширяется), густота насаждения (чем гуще, тем шире), высота его и т. д.

С наветренной стороны ветер ослабевает уже за несколько метров перед опушкой. За опушкой внутри древостоя сила ветра быстро падает. Густота древостоя, наличие нижнего яруса и особенно густота (закрытость) опушки здесь играют большую роль. Проникновение ветра сверху в глубь древостоя также зависит от его густоты, степени густоты и сомкнутости крон древесного полога.

Все это представляет еще почти непознанный участок для очень интересных и важных в практическом отношении исследований, которые следовало бы провести в наших опытных лесничествах возможно более полно и подробно, начавши исследование еще вне леса, в открытой степи, для установления законов обвевания различных позиций (форм рельефа) с уклонами в наветренную, наветренную стороны и в стороны при различных уклонах и т. д., затем с разных сторон лесного массива, по мере приближения к опушке, внутри древостоя и за ним по наветренной стороне (законы обдувания)<sup>1</sup>.

§ 5. Теоретически можно представить такие схемы движения ветра: на схемах рис. 3 и 4 ширина слоев воздуха примерно обратно пропорциональна скорости течения; где расстояния между изопневмами уже, там ветер сильнее, и наоборот. Заштрихованная область

<sup>1</sup> После выхода в свет первого издания настоящей книги в СССР проведены большие исследования по вопросу влияния леса на ветер, показавшие, что изменяющаяся скорость ветра влияние леса простирается на расстояние в наветренную сторону, равное 25—30-кратной высоте насаждения. *Рел.*

штиля. На рис. 5 дана схема влияния на воздушные течения сплошной стены. Искривленные стрелки показывают вихреобразования, которые при косом ветре принимают винтообразное движение вдоль обеих сторон стены.

Тут же упомянем, что опушки бывают открытые и закрытые. Открытая опушка не имеет сбегающих до низу веток и кустар-



Рис. 3. Профиль гряды, силы ветра и мест сдувания и надувания

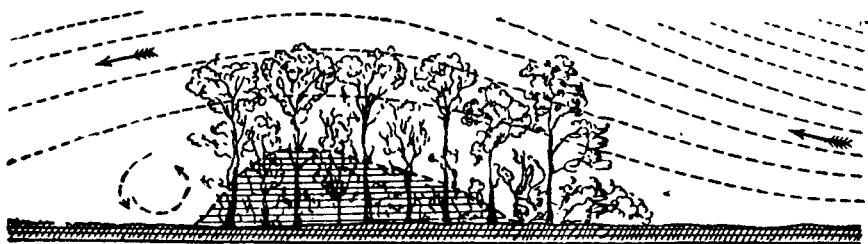


Рис. 4. Лесокультурная полоса и кривые силы ветра

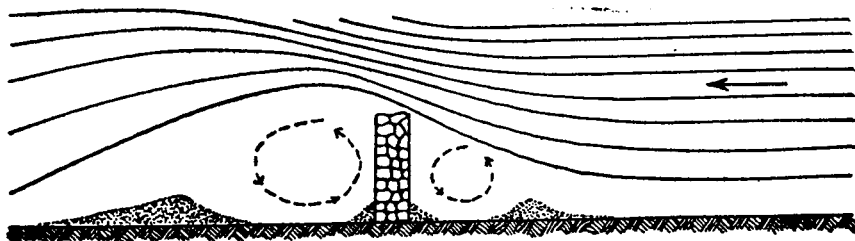


Рис. 5. Кривые ветра у плотной преграды

никового и кустарниковидного бордюра — густого сплетения ветвей, скрывающего извне вид древостоя. **З а к р ы т ы е** опушки наблюдаются обычно по естественным окраинам перелесков в степи, иногда также и по окраине леса, выросшего при постоянстве его окраины. Открытые же опушки мы обычно встречаем по краям лесосек, где остается стена еще не вырубленного леса. Обе такие опушки представлены на рис. 6.

Наиболее открытыми опушки бывают при простом (несложном) древостое и отсутствии подлеска. Такие опушки, конечно, более



проницаемы и имеют, как увидим далее, совершенно особое значение.

Опушки, обращенные в сторону, откуда дует ветер, против ветра, мы называем *наветренными*, опушки, обращенные в сторону, куда ветер дует, — *заветренными*.

§ 6. Влияние древостоев и опушек на конвекции более сложно и не поддается исследованию при помощи анемометров. Его можно иногда видеть по направлению дыма или туманных струй.

В тихую и ясную погоду всегда существуют конвекции — потоки собирающихся воздушных струй. Днем у освещаемых прямыми лучами солнца и более нагреваемых мест, склонов (южных), стен, над черноземной пашней и т. д. воздух от нагрева расширяется и становится более легким, чем в стороне или выше; он собирается в восхо-



Рис. 6. Лесокультурная полоса с открытой (слева) и закрытой (справа) опушками

дящие потоки, а на его место со сторон или сверху притекает более холодный и, значит, более тяжелый воздух. В открытой степи, в открытом поле отдельные восходящие потоки при слабом дуновении ветра превращаются в блуждающие вихри (в пустынях — смерчи), возносящие вращающимися столбами высоко к небу пыль с пашен и дорог. Опушка леса образует таким вихрям непроходимое препятствие: они об нее разбиваются. Но у опушек образуются свои конвекционные токи.

У закрытой теневой опушки образуется нисходящий поток, который затем превращается в легкое течение от опушки в поле. У закрытой световой опушки (днем — южной), напротив, образуется восходящий поток более нагретого воздуха. При наличии открытых опушек сохраняется то же движение, но к нему присоединяется еще вытекание более холодного воздуха изнутри насаждения, а нагретый воздух проникает внутрь освещенной опушки, частью в самый древостой. Данные наблюдений при помощи психрометра Ассмана иллюстрируют сказанное.

На рис. 7 представлен профиль широкой заросшей травой просеки между двумя 19-летними насаждениями в Велико-Анадоле (8 — 9 м высоты, преобладают ильмовые и ясень). Косой линией отмечена теневая сторона. Нагрев сосредоточивается у правой, освещенной, опушки. Здесь несколько проникающий в глубь насаждения восходящий поток, а у левой опушки — нисходящий. Числа, обозначенные на профиле, — вычисленные величины абсолютной влаж-

ности воздуха (температура в среднем около 30°C). Верхний ряд — на высоте глаза, нижний — на высоте колена. Сверху притекает менее влажный воздух (5,9 — 5,7 мм). Проплывая над густой травой просеки, этот воздух понемногу становится более влажным к правому, освещенному краю просеки и здесь возносится вверх. Самый влажный воздух — внутри насаждения у поверхности почвы (8,5 мм).

Это данные абсолютной влажности, относительная же, которая именно обозначает то, что принято считать влажностью воздуха в общежитии, вследствие большего нагрева у освещенной опушки самая низкая.

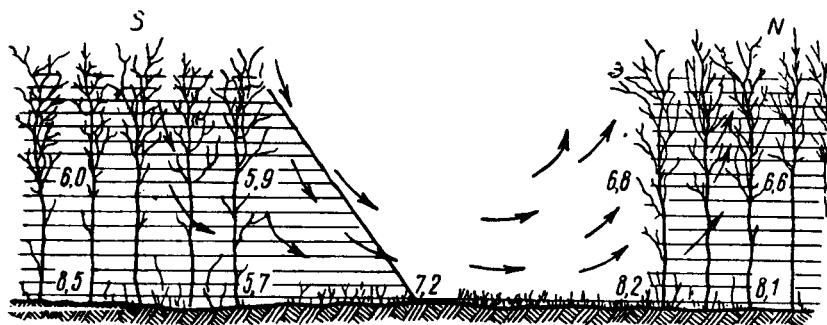


Рис. 7. Распределение абсолютной влажности воздуха по прибору Ассмана по широкой просеке и окраинам насаждений у затененной (слева) и освещенной (справа) опушек на высотах 0,5 и 1,5 м над почвой в Велико-Анадоле. Стрелки показывают направление конвекционного тока

Такие токи воздуха, более или менее сильные и проникающие внутрь древостоя или не проникающие (при наличии подлеска, замкнутых опушек), устанавливаются в местах различных просветов, прогалин, полян, лесосек и т. п., но они обычно слабее конвекций в открытом поле.

§ 7. Тогда как для направления дневных конвекционных течений воздуха имеет большое значение э к с п о з и ц и я — выставленность к той или иной стороне горизонта, при ночных конвекционных стоках имеет первенствующее значение рельеф поверхности — м и к р о р е л ь е ф. Остывание воздуха происходит особенно сильно в ясные и тихие ночи с «деятельной поверхности» (по А. И. Воейкову) почвы или ее покрова от лучеиспускания. Наиболее сильное лучеиспускание происходит с тонколиственного злакового покрова. Здесь образуется самый охлажденный слой воздуха. Как более плотный, более тяжелый, он, в отличие от дневных конвекций, не стремится вверх, а подвержен действию тяжести и стекает по уклону в более пониженные места. Однако разница в весе нижних, более холодных, и верхних, более теплых, слоев воздуха невелика, поэтому такое стекание происходит медленнее, и всякие препятствия в виде зарос-

лей кустарников, особенно же замкнутых (§ 5) опушек, влияют на это стекание, почти совсем его останавливая.

Густая замкнутая лесная опушка или живая изгородь, проходящая поперек ложбины стока, становится подобной плотине, задерживающей сток воды. Таким образом образуются пруды (озера) холодного воздуха, подпертые лесными опушками, как видно на схематическом планчике рис. 8, А, где представлены изогипсы рельефа, очерчивающие ложбину стока, замкнутая опушка леса, перпендикулярная тальвегу ложбины, стрелки направления стока

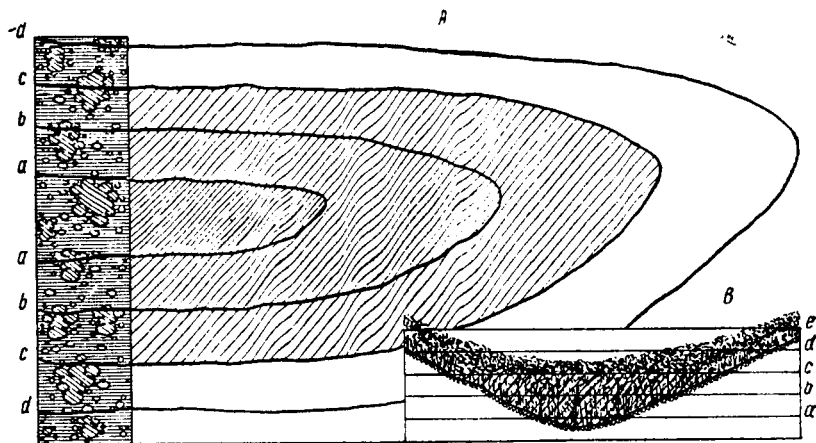


Рис. 8. План (А) и профиль (В) ложбины с поперечной опушкой леса

охлажденных слоев воздуха и (штриховкой) образовавшееся озеро холодного воздуха. Это озеро иногда можно видеть, когда охлаждение воздуха в нем переходит за точку росы и оно заполняется молочно-белым туманом,—лучше всего в тихое безоблачное утро перед восходом солнца.

По такой ложбине у задерживающей сток воздуха опушки холодный воздух располагается так, что самые холодные слои находятся в самом низу (рис. 8 — профиль В, горизонт а), выше — менее охлажденные (б) и т. д. От степени охлаждения и степени чувствительности лесных пород зависит высота побивания распускающейся листвы заморозком (до высоты или черты а, или б, или с и т. д.). Значит, утреннее охлаждение измеряется не только градусами температуры, но и метрами глубины или высоты.

Не только по отлогим ложбинам происходит скопление охлажденных слоев воздуха. Здесь происходит лишь максимальное их скопление. Менее же значительное охлаждение замечается вообще у опушек (более или менее замкнутых или полузамкнутых), обращенных в сторону подъема.

На рис. 9 представлен ровный склон от А в сторону В. По этому склону имеется густая и широкая лесная полоса CD, проходящая поперек уклона. Со стороны А около С здесь видно скопление ох-

лажденного воздуха, образование заморозка. Со стороны же опушки *D* охлаждающийся воздух стекает далее по уклону по направлению *B*. Поэтому опушку *C* (назовем ее натеchnой — от слова «натекать») следует считать заморозкоопасной, а опушку *D* (оттечную) заморозкосвободной (конечно, если лесная полоса *CD* достаточно широка и густа, чтобы не пропускать сквозь себя холодных струй).

Наши исследования в Велико-Анадоле, давшие материал для таких выводов, сослужили хорошую службу, указав наиболее пригодное место для устройства лесного питомника за западной опушкой леса по отлогой западной покатости.

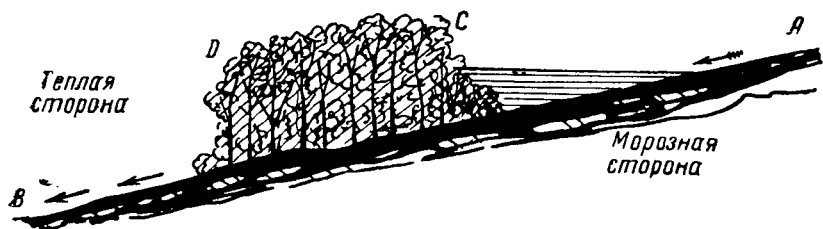


Рис 9. Профиль лесокультурной полосы поперек склона. Стрелки—сток охлаждающихся струй. Заштриховано скопление охлажденного воздуха (морозная запруда)

§ 8. Крутизна склона имеет большое значение в отношении степени проявления ночного охлаждения. На ровном возвышенном плато воздух застывает, холодные нижние слои воздуха лежат почти без движения, лишь редкие пронсящиеся дуновения их тревожат и тем ослабляют степень охлаждения. На слабой покатости начинается стекание. Оно происходит очень медленно по направлению кратчайших путей стока, как и сток не успевающих проникнуть в почву поверхностных вод, но несравненно медленнее.

Как и сточные воды, струи холодного воздуха скопляются по указанным уже ложбинам. Чем круче уклон ската, тем быстрее происходит сток. По скатам значительной крутизны сток происходит так быстро, что холодные струи не скопляются и даже ложбины становятся неморозными. По крутым скатам и опушки уже не имеют такой силы сдерживания, как по отлогим. Здесь под напором воздух больше просачивается и переходит в надкронный сток (над сомкнутым пологом леса). Здесь образование озер и прудов холодного воздуха бывает незначительно.

На рис. 10 представлен отлогий склон *A* и крутой *B*. В месте *A*, особенно по ложбине у запруживающей ее опушки, — морозное озерцо, а по крутому склону *B* озерцо если и образуется, то ничтожное (бассейн стока мал, сток просачивающийся). Ясно, что отлогий склон *A* с его ложбинами в отношении утренников может быть назван ночью холодным, а крутой склон *B* — теплым.

Такое различие иногда вызывает образование совсем разной растительности. Так, например, у нас на восточной окраине распространения дуба, в заволжской лесостепи (в южной части бывшей Самарской губ.), где происходит смена европейской пристепной лесной растительности сибирской, замечаются такие явления: ложбины и овраги разнобоких склонов сыртов (водораздельных гряд) одеты разной лесной растительностью. Именно — по крутым (преимущественно правобережным) склонам к долинам распространены колки (отрывки) дубравного типа (европейского), а по отлогим склонам — колки березово-осинного (сибирского) типа.

Вообще крутые склоны следует считать неблагоприятными для застоя воздуха и для связанных с ним крайних колебаний температуры. Средние же температурные условия всецело зависят от экспозиции этих склонов: северные равносильны переходу в более холод-

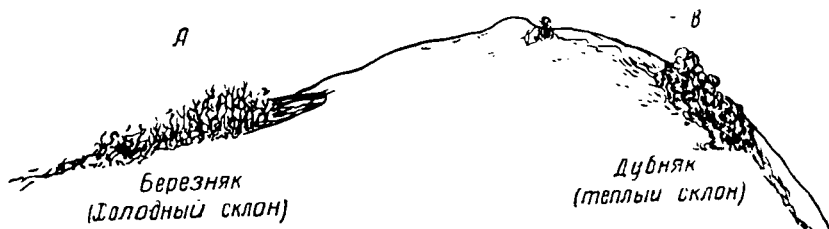


Рис. 10. Разноскатная гряда с восходящими к водоразделу ложбинами или оврагами, занятыми перелесками—колками. По крутому скату—позиция теплая (дубняк), по отлогому—морозная (березняк с осиной) и впереди—морозное озеро

ные области, а южные—в более теплые. И по крутым южным склонам находятся места, благоприятные для южного садоводства и виноградарства, далеко проходящие на север и внедряющиеся в зоны и области, в общем очень чуждые для таких культур.

§ 9. Куда же деваются холодные струи, стекающие по крутым южным склонам? Конечно, они стекают в конце концов в долину. И вот в некоторых местах с более суровым климатом, особенно в Восточной Сибири, устанавливается, что климат долин бывает гораздо суровее климата горных склонов. Это — так называемая температурная инверсия.

То же наблюдается отчасти и в других гористых местностях; но не всегда и не везде. Наши широкие долины главных рек не имеют более сурового климата. Они большей частью теплее возвышенных мест. Это отчасти, может быть, представляет собой известную вертикальную зональность — поднятие на 100 м сухого воздуха обуславливает понижение температуры на 1°C, опускание, наоборот, такой же нагрев. Поэтому опускающийся холодный воздух нагревается. При движении он также смешивается с другими, менее остывшими слоями. Если же при менее высоком склоне он нагревается мало, то, спускаясь в долину, он смешивается с более влажным воздухом долины (от свободной поверхности воды, от усиленных испарений

мощной влаголюбивой растительности долины), и от такого смешения образуется туман и выделяется тепло.

Образование тумана сильно парализует дальнейшее охлаждение как вследствие выделения при этом тепла, так и вследствие образования препятствия к дальнейшему излучению тепла с поверхности почвы и растительного покрова. Чем влажнее воздух, тем при его охлаждении скорее достигается точка росы и этим парализуется дальнейшее охлаждение (идет гораздо медленнее). Вот почему влажный климат, влажная погода не дают такого простора для ночных охлаждений и менее благоприятны для наступления заморозков, особенно резко наблюдаемых в наших сухих степях.

Подобно туману или облакам, действует и дымовая завеса. Этим пользуются для спасения от заморозков садов, питомников, огородов и тому подобных интенсивных культур, раскладывая по их краям и по середине костры из сырой соломы, кизяка и подобных материалов, образующих при сжигании много дыма, который должен расстилаться покровом над культурой.

Кроме отлогих, запруженных лесной опушкой ложбин, сильные заморозки наблюдаются также по лесным полянам, окруженным древостоем с замкнутыми опушками, особенно по несколько относительно пониженным местам. Такая поляна называется морозной ямой, или морозным гнездом. Здесь застаивается воздух (парализованы конвекционные токи) и от этого в тихие и ясные ночи происходит сильное охлаждение вследствие лучеиспускания без оттока охлажденных слоев. В ясный же солнечный день здесь, напротив, происходит наиболее сильное нагревание воздуха, который также вследствие затрудненности конвекции задерживается. Таким образом, по морозным ямам происходит и наиболее сильное ночное охлаждение и наибольшее дневное нагревание нижних слоев воздуха. От этого в таких местах очень страдают и самовозобновление и культуры, особенно еловые в области еловых лесов севера.

§ 10. Таковы главные моменты внешнего влияния леса, его опушек, лесных полос и частью живых изгородей на прилегающие или замкнутые ими открытые площади. Несколько иное влияние лесного более или менее сомкнутого древостоя на слои воздуха, находящегося под пологом его крон. При достаточной густоте насаждения и отдаленности или закрытости его опушек внутри него находится область затишья, область задержки воздушных масс. Задерживающийся под крышей полога кроны в их тени воздух днем менее нагревается, а ночью слабее остывает, чем вне полога сомкнутого древостоя, в открытом месте. От этого происходит следующее: тогда как по лесным полянам и за лесными опушками (исключая обращенные к скату, § 7) утренники и дневной нагрев бывают более резки, чем в открытом поле или в степи, под крышей лесного полога утренние понижения температуры и дневной нагрев наименее значительны.

Наши исследования в Велико-Анадоле (Мариупольское опытное

лесничество) уже в первые годы дали такие соотношения. Когда в открытой степи на водоразделе температура к утру в тихую и ясную ночь (в летний период: май — август) понижается до  $0^{\circ}\text{C}$ , у опушки леса, за которой простирается отлогий (понижающийся) скат, минимальная температура падает от  $-0,35^{\circ}\text{C}$ , на разных лесных полянах она падает до  $-2,2^{\circ}$ ,  $-3,4^{\circ}$  и даже до  $-4^{\circ}\text{C}$ , а внутри сомкнутого древостоя сохраняется до  $+1,06^{\circ}\text{C}$ . Бывали такие отдельные случаи, что внутри сомкнутого древостоя минимум показывал  $+12,6^{\circ}\text{C}$ , тогда как на полянке, окруженной плотно замкнутыми опушками, наблюдался минимум в  $-0,3^{\circ}\text{C}$  (8 августа 1894 г.).

Эти минимум-температуры наблюдались нами по нескольким минимальным термометрам, выставляемым на ночь в разных местах на одинаковой высоте (0,5 м) над почвой. На высоте же только 1 см над почвой в среднем за октябрь 1893 г. на лесной поляне получены такие соотношения: в открытом месте  $-2,02^{\circ}$ , под сочной травой  $+3,07^{\circ}$ . На высоте 50 см на лесной поляне мы получили  $-2,75^{\circ}$ , в открытой степи  $0,0^{\circ}$ .

Сочную траву составляли листья одуванчика.

На восточной опушке лесного массива, расположенной по понижающемуся к ней скату (§ 7, рис. 9, С), мы наблюдали лишь результаты сильных заморозков, не только вполне побивавших молодые майские побеги дуба, ясеня и береста, но даже вызывавших разрыв гладкой коры молодых побегов дуба и образование на них щелистых ран.

Мы видим, как сильно защищает от утренников сомкнутый полог крон древостоя и даже густой травостой. Подобные данные были позже нас получены исследованиями проф. Любославского и Л. Ф. Рудовиц в Бузулукском бору и в парке Лесного института.

Итак, мы видим, что в лесу можно находить и самые защищенные от ночного охлаждения места (под пологом), и самые опасные морозные ямы (поляны), и морозные запруды (у опушек со стороны полей). При помощи лесохозяйственных мероприятий мы можем использовать такие влияния леса (§ 1) и создавать более или менее благоприятные условия для появления, сохранения и развития необходимого лесного подроста. Подрост, будучи большей частью очень чувствительным к слишком большому отенению и иссушению почвы, в то же время бывает еще более чувствительным к заморозкам и сильному дневному освещению и нагреву. При выращивании подроста под пологом леса мы должны задаваться целью по возможности сохранять для подроста умеряющие температурные колебания действие полога древостоя и в то же время пропускать необходимое количество света и сохранять почвенную влажность. При производстве облесительных работ в открытой местности при желании создать защиту поля, сада, питомника и т. п. мы должны учитывать влияние леса и его опушек на микроклимат.

К таким практическим соображениям мы вернемся далее, после обзора других сторон влияния леса на среду и окружающее пространство.

§ 11. Описанное явление задержки воздуха под кронами сомкнутого древостоя (при усиленной транспирации лесной растительностью) должно иметь последствием то, что воздух внутри насаждения должен быть в среднем несколько более влажным, чем вне древостоя. В этом можно убедиться из помещаемых ниже данных.

Вообще известно, что абсолютная влажность воздуха на открытом месте по мере поднятия над почвой нормально убывает. В лесу же в общем она также убывает снизу вверх, но за дни, когда почва под лесом бывает сухой, абсолютная влажность воздуха в зоне древесных крон оказывается несколько более высокой, чем ниже под кронами, однако все-таки не столь высокой, как у самой поверхности почвы. Только при сильных ветрах наблюдается иногда увеличенное влагосодержание в воздухе более высоких (15 м и выше) слоев над более низкими (5 м) не только над лесом, но и в поле.

Среднее содержание водяных паров в воздухе, или средняя абсолютная влажность его<sup>1</sup>, на высоте 5 м над почвой летом найдено следующее (табл. 1, в миллиметрах):

Т а б л и ц а 1

Время наблюдения	При сухой почве			При влажной почве		
	в бук- вом лесу	в откры- том поле	разность	в бук- вом лесу	в откры- том поле	разность
Утром . . . . .	11,40	10,42	+0,98	10,46	9,24	+1,22
Днем . . . . .	12,53	11,33	+1,20	12,84	11,16	+1,68
Вечером . . . . .	10,47	9,03	+1,44	10,75	9,39	+1,36

Эти данные, добытые химическим путем поглощения влаги из воздуха, устанавливают постоянный перевес влагосодержания в воздухе леса над полевым. Это увеличенное влагосодержание наблюдается не только внутри самого леса, но также и над лесом сравнительно с воздухом над полем. Самая высокая разница в пользу леса наблюдается днем после полудня, а самая меньшая — утром перед рассветом.

<sup>1</sup> Напомним, что абсолютная влажность воздуха выражается миллиметрами барометрического давления. В следующей таблице представлено такое давление водяных паров (упругость ( $E$ )) и весовое содержание воды в 1 м<sup>3</sup> воздуха при его насыщенном состоянии ( $Q$ ):

$t$ (°C)	$E$ (мм)	$Q$ (г)	$t$ (°C)	$E$ (мм)	$Q$ (г)
-20	0,94	1,08	10	9,14	9,33
-10	2,15	2,36	20	17,36	17,12
0	4,57	4,83	30	31,51	30,04



Таким образом, устанавливается, что воздух под пологом леса абсолютно влажнее, чем вне леса (см. также наши данные по Велико-Анадолу на рис. 7, § 6). И даже еще не вполне сомкнувшиеся трехлетние насаждения заметно повышают абсолютную влажность воздуха внутри себя и над собой, причем с усилением роста и увеличением размеров молодого леса испарение им почвенной влаги и обогащение ее воздухом усиливаются. Так, внутри трехлетней посадки на высоте 1,5 м (выше насаждения) абсолютная влажность воздуха составила 8 мм, на высоте 0,5 м (ниже насаждения)—8,5 мм, на открытом месте (над травой)—соответственно 7,3 и 8 мм.

§ 12. Следует напомнить, что более влажный воздух не бывает более тяжелым, напротив, при одинаковом давлении и одной и той же температуре он бывает даже легче сухого<sup>1</sup>. Поэтому он участвует без задержки в конвекциях и поднимается вверх. Возносящиеся испарения вливаются в волны и течения атмосферного океана. Они возмещают собой часть потерь влаги из этих течений, происходящих вследствие выпадения осадков и конденсаций.

Мы полагаем, что вследствие этого леса, расположенные по путям внедрения в континент летних муссонов, должны играть роль, увеличивающую влажность воздуха и количество осадков внутри сухих областей континентов, куда проникают далее эти воздушные течения.

В противоположность этому можно высказать и другую мысль,— что по пути вхождения внутрь материка влагоносных воздушных течений обнаженные песчаные пространства, более нагреваемые и поэтому более излучающие теплоту, также должны содействовать дальнейшему пронесению внутрь континента больших масс влаги, так как они должны препятствовать выпадению осадков над собой. Имеются некоторые указания, что над обнаженными песками и даже над черными парами (Н. Клинген) выпадает меньше осадков, чем над зелеными покровами земли и, особенно, чем над лесом<sup>2</sup>.

Если к тому прибавить еще мало изученную сложность воздушных течений, их изменчивость и т. д., то следует считать вопрос о широкой климатической роли лесов еще недостаточно разрешенным.

<sup>1</sup> Приводим по «Основам метеорологии» проф. Клоссовского следующую табличку веса 1 м<sup>3</sup> воздуха сухого и влажного:

	Вес в граммах при температуре		
	—20°	0°	+20°
Сухой воздух . . . . .	1,395	1,293	1,205
Влажный воздух . . . . .	1,396	1,290	1,194

<sup>2</sup> Если лес привлекает увеличенное количество осадков над собой, это в конце концов должно противодействовать усиленному возврату влаги через испарения и, значит, пронесению в глубь континента.

§ 13. Лесной древостой, ослабляющий действие ветра и повышающий влажность воздуха, оказывает большое влияние и на ход испарения влаги, т. е. на испаряемость. Само собой понятно, что непосредственное испарение влаги из почвы под лесным пологом вообще, а тем более еще при наличии мертвого покрова (лесной подстилки) должно быть самым незначительным. Так, например, исследования в Тюбингене с мая по июль показали следующие соотношения испарения влаги из четырех видов почв в среднем, помещенных в жестяных сосудах (испарение на открытом месте принято за 100):

Под лиственным покровом . . . . .	70
Под мхом . . . . .	65
Под сомкнутым 18-летним древостоем из пихты . . . . .	25
Под сомкнутым 100-летним древостоем из дуба и граба . . . . .	47

Покров из листьев (мертвый) и из мхов в открытом месте понижает испарение влаги из почвы на 30 — 35 %. Сомкнутый древостой оказывает гораздо более сильное влияние: высокоствольное насаждение из дубов и граба понижает испарение из почвы на 53 %, а глубоко (почти до почвы) ветвистое около 8 м высоты насаждение дугласовой пихты — даже до 75 %.

В 1904 г. там же в столетнем буковом насаждении была образована вырубкой четырех буков прогалина площадью в 30 м<sup>2</sup> (10 × 3). Испарение исследовалось с открытой почвы в сосудах, установленных на открытом месте, внутри букового древостоя и на этой прогалине. Оказалось, что если посчитать испарения в открытом месте за 100, то под буковым древостоем испарилось 56 %, а на прогалине 55 %, т. е. то же самое. Испаряемость на небольших прогалинках, несмотря на увеличенный доступ света, остается почти та же, что и под соседним древостоем.

Другой опыт был такой (рис. 11). С восточного края в 80-летнем буковом насаждении была вырублена площадка длиной 25 м (восток — запад) и шириной 17 м (север — юг). Жестяные сосуды с почвой были выставлены, как показано на чертеже. Крайние сосуды ряда помещались внутри древостоя у окраин так, что к ним проникали лучи света и тепла с боков

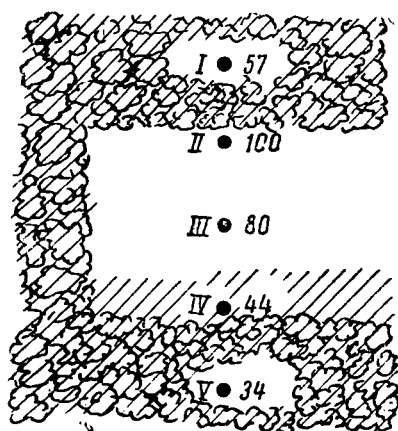


Рис. 11. Расположение чашек испарителей Бюллера по незамкнутой поляне и относительные величины испарения

(с юга и с севера). Соотношение получилось такое (с июня по август включительно):

Сосуд I за северной, освещенной с юга открытой опушкой . . . . .	1872 мм (57%)
Сосуд II перед северной, освещенной с юга опушкой (на 2 м от нее) . . . . .	3275 „ (100%)
Сосуд III по середине площадки . . . . .	2893 „ (80%)
Сосуд IV у южной теневой опушки (на 2 м от нее) . . . . .	1455 „ (44%)
Сосуд V за южной теневой опушкой внутри древостоя . . . . .	1117 „ (34%)

Здесь замечаем уже очень значительные различия: особенно сильное испарение происходит перед стоящей с севера, освещенной солнцем стеной древостоя, затем среди площадки, далее за освещенной опушкой в насаждении, потом перед южной затененной опушкой и, наконец, внутри насаждения у этой опушки. Следует сопоставить этот опыт с нашим рисунком (рис. 7).

Наконец, еще один опыт. В 1911 г. выставленные по сторонам столетнего букового насаждения сосуды с сухой почвой, политой 1 л воды, потеряли воды с 29 июля по 31 августа:

с северной теневой стороны . . . . .	732 г (100%)
с западной стороны . . . . .	1126 „ (154%)
с южно-световой стороны . . . . .	1471 „ (201%)
с восточной стороны . . . . .	1396 „ (190%)

Больше всего испаряемость у южной, освещенной, опушки насаждения, меньше у восточной, далее у западной и самая слабая у северной, затененной.

К сожалению, эти данные испаряемости не сравнены с испаряемостью на совершенно открытом поле.

Несомненно, что испаряемость влаги из почвы сильно реагирует на действие ветра. Чем сильнее обдуваемость данной позиции, тем быстрее должно происходить высыхание почвы на ней.

Но это явление еще усложняется экспозицией относительно стран горизонта. Конечно, испаряемость при прочих равных условиях открытого положения со склонов, обращенных к югу, наибольшая, затем в убывающем порядке следует по окраинам леса, со склонов к востоку, к западу и к северу.

Относительно же ветра наиболее сушатся ветроударные позиции — выступы в наветренную сторону, наименее — заветренные склоны (§ 5, рис. 3).

§ 14. Соответственно действию силы ветра происходят сдувание и нанос (надувание) порошкообразных частиц — снега, а иногда и почвы. Рассмотрим действие ветров на снежный покров.

Прежде всего следует отметить, что наиболее сильно подвергается действию ветров снежный покров в наших степях. В наших степях ветры бывают особенно жестоки. У нас в лесной зоне не бывает таких грандиозных наносов и таких свирепых буранов, как в степях, хотя снега выпадает больше и оттепели бывают реже, чем в степях той же долготы.

На севере мы видим у железных дорог узкие живые изгороди из стриженных елей, добавляются иногда щиты, а то обходятся и без щитов. В степях вдоль железных дорог более или менее широкие лесокультурные полосы поглощают громадные массы снега, наносимые сильными степными ветрами. Сила степных ветров зависит от климатологических условий и прежде всего от барометрических разностей, повидимому, иных, чем в лесной области.

§ 15. Снег падает равномерно. Если он не сдувается, не переносится, то он образует совершенно равномерный, более или менее рыхлый покров. Такой покров находится на небольших лесных полянах под защитой окружающего их древостоя. Такой покров будем считать полным (нормальным).

Исследования запаса воды в виде снежного покрова в марте 1905 г. под Москвой дали проф. Н. С. Нестерову такие данные (запас воды в виде слоя в миллиметрах):

На открытой сверху защищенной от ветров площадке в лесу . . . . .	127 мм (100%)
В березняке . . . . .	128 „ (100%)
„ дубняке . . . . .	141 „ (111%)
„ сосняке с березой . . . . .	110 „ (87%)
„ „ „ елью . . . . .	73 „ (58%)
„ ельнике . . . . .	54 „ (43%)
„ открытом поле . . . . .	79 „ (62%)

Общие выводы по изучению залегания снежного покрова получаются такие:

1. Нормальный, лишенный сноса, наноса, а также и прибыли от конденсационных осадков (осыпи изморози, ожеледи, росы; об этом далее) снежный покров находится на небольших полянах, окруженных со всех сторон густым ветроупорным лесом.

2. Под лиственными зимнеголыми насаждениями получается снежный покров, который может быть, смотря по условиям снегозадержания и опадения конденсационных осадков, несколько богаче или несколько беднее водным запасом против нормального.

3. Под густыми хвойными насаждениями снежный покров вследствие обильного задержания и испарения осадков с древесных крон бывает обычно значительно беднее запасом влаги против нормального, особенно под густым ельником или пихтарником.

4. На широко открытых безлесных пространствах, особенно в степях, снежный покров ложится крайне неравномерно. Сносясь

в том или ином количестве в более пониженные, обычно и без того более влажные, места или складываясь возле различных ветроупорных препятствий, в том числе в наветренных лесных опушках, в лесокультурных полосах, изгородях и т. п., снежный покров в открытом поле, особенно по наветренным и ветроударным местам (§ 5, рис. 3), становится обедненным.

5. Напротив, разного рода впадины, лощины, овраги, наветренные опушки, места с ветроупорными препятствиями страдают от более или менее обильных снежных наносов, обогащаясь запасами влаги более нормального покрова.

§ 16. Нами было получено по Мариупольскому и Велико-Анадольскому степным лесничествам значительное количество профилей снежных наносов, отлагающихся как в опушках лесного массива, так и в лесокультурных полосах среди степи. На рис. 12 пред-

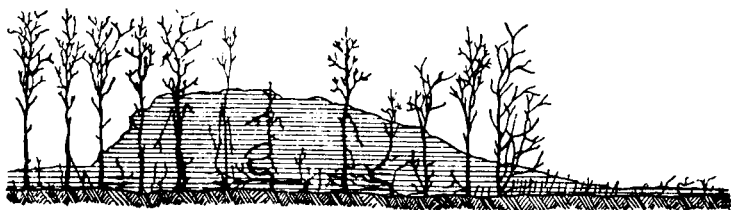


Рис. 12. Профиль снежного сугроба в молодом искусственном насаждении в Велико-Анадоле от восточной опушки

ставлен типичный профиль снежного наноса в восточной опушке молодого еще древесного насаждения. Мы видим, что соответственно изменению изопневм (§ 5, рис. 4) утолщение снежного покрова начинается уже в поле на некотором расстоянии перед опушкой. От опушки внутрь древостоя подъем поверхности наноса становится несколько более крутым (тем круче, чем плотнее и гуще опушка). Наибольшего подъема (наибольшей мощности) достигает нанос на некотором расстоянии от опушки внутри насаждения.

Если насаждение густое и высокое, то за высшей точкой следуют легкое снижение и затем обрыв с обвалами снега. Если же насаждение еще низкоросло и проникающий внутрь ветер не дает образоваться такому высокому гребню, то получается, как изображено на рис. 12, более или менее неровная площадка, за которой следуют снижение и обрыв. За обрывом снежный покров становится более равномерным, немного убывая в глубь насаждения до некоторой более постоянной мощности.

Здесь мы имеем в виду равномерные насаждения лиственных зимнеголых древостоев с незначительным задержанием снега на кронах. При неравномерной опушке или неравномерной окраине древостоя снежный нанос становится неправильной формы: то выше, то ниже и шире, обычно с хвостами, проникающими далее в глубь древостоя.

При измерениях и исследованиях 22 февраля 1893 г. удельного веса и запаса воды снежного наноса в восточной опушке Велико-Анадольского лесного массива, выходящей к открытому водоразделу, получены данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Внутри массива	Ближе к сугробу	На расстоянии от края насаждения в метрах												За опуш- кой на 20 м	Открытая степь
			70	60	50	40	35	30	25	20	15	10	5	0		
Толщина снеж- ного покрова в см	33,5	45	53	65	121	144	170	174	194	203	188	160	95	50	25,5	17
Удельный вес снега в сотых до- лях . . . . .	26	27	30	30	35	40	40	40	40	45	45	45	45	40	33	33
Запас воды в снеге в виде слоя толщиной в мм .	97	121	159	195	424	573	680	696	776	913	846	720	428	200	84	56

Если принять запас воды в снежном покрове внутри лесного массива за 100, то в степи он составляет всего только 57 %, за 20 м перед опушкой 87 %, под гребнем сугроба на 20-м метре от опушки в заветренную сторону 941 % и за сугробом в лесу вблизи него 125 %.

Измерение снежных наносов в Велико-Анадоле по восточным и западным опушкам в конце зимы 1892/93 и 1895/96 гг. дало на метр протяжения опушки следующие объемы снега:

Восточные опушки . . . 53; 73; 59; 76; 73; 86; в среднем 70 м<sup>3</sup>

Западные опушки . . . 15; 13; 38; 36; 30; в среднем 26 м<sup>3</sup>.

Наносы с восточной стороны бывают и чаще и обычно гораздо крупнее, чем с западной; наносы с севера бывают промежуточной величины или такие же, как и с запада; с южной же стороны в Велико-Анадоле наносов почти вовсе не бывает. Это происходит от того, что с восточной стороны ветры преобладают и по частоте и по силе, с южной же стороны они обычно приносят оттепель, снег при этом оттаивает и теряет подвижность. Впрочем, в Каменной Степи (б. Воронежская губ.) отложения снега бывают и у южных опушек.

§ 17. Наносятся снежные сугробы метелями, которые бывают двух видов: верховая и низовая (поползуха). Верховая метель бывает при снегопаде. Снежные массы несутся значительным воздушным потоком. Такие массы поднимаются выше древостоя, потом над ним очищаются не сразу, а постепенно оседая до некоторого расстояния от опушки, большего, чем ширина сугроба. От этого оседания с придачей иногда осыпающейся изморози и ожеледи



Рис. 13. Сугробы в железнодорожных снегосборных опушках во время таяния: справа—со стороны поля (наветренный край); слева—со стороны железной дороги (заветренный край)

(см. § 19) и происходит, как мы видели, что в лесу за сугробом снега бывает на некотором расстоянии больше (125%), чем внутри лесного массива. Главная же масса сугробов отлагается ползучим снегом, передвигающимся почти по поверхности снежного покрова. Этот снег и формирует описанные профили. При низовой метели снежинки преобразуются в более плотные крупинки. Наносы ползучего снега достигают значительной плотности, с удельным весом 0,45 и более 0,50.

Наносы в полезащитных и снегосборных железнодорожных полосах (рис. 13) в общем складываются так же, как в опушках, но, выходя за пределы насаждений, если последние узки и не поглощают внутри себя всего наноса, они изменяются. Конечный обрыв не всегда сохраняется, получаются часто длинные косые хвосты — перемычки и т. п. Более подробное рассмотрение деятельности таких полос относится к курсу степного лесоводства.

При сильном сухом восточном ветре в степях выдувается и переносится не только снег, но и разрыхленная глaxотой почва. Такие «черные бури» чаще всего бывают весной и в бесснежные зимы. Весной они наиболее вредны, так как, с одной стороны, выдувают не только разрыхленную почву, но и произведенный в нее посев, а с другой стороны, эту выдутую, преимущественно с наиболее ветроударных позиций (§ 5, рис. 3), почву вместе с семенами посева наносят в места ослабления быстроты движения воздушных струй и засыпают ею произведенный здесь посев. Так было, например, в 1892 г., когда была организована экспедиция проф. В. В. Докучаева в наши степи.

В некоторых опушках и полосах от таких бурь остаются целые валы-сугробы нанесенного чернозема, площадь сечения которых достигает 6 — 9 м<sup>2</sup> (столько же кубических метров на метр протяжения).

Приведенная на рис. 14 фотография Мариупольского лесничего Д. К. Крайнева представляет вид разреза через черноземный нанос у одной из восточных опушек Велико-Анадольского лесничества, под которым еще виден остаток нерастаившего наноса снега.

§ 18. В некоторых очень засушливых полупустынных местностях, в которых особенно упорно дуют ветры определенного направления, разбитые арены расширяются частью вследствие постоянного наноса песка ветром в заветренную сторону.

Из виденных мною у нас на юге наиболее характерной местностью в таком отношении является восточная часть южной половины Северокавказского края, именно Ачикулакский район между низовьями рр. Кумы и Терека. Здесь вследствие чрезмерного выпаса и разбивания скотом легких почв, образовавшихся на трансгрессивных отложениях древнего Каспия, произошли крупные песчаные массивы (арены), вытянутые с востока на запад и широкими языками надвигающиеся все далее и далее на запад, заноса и погребая под неглубоким слоем песчаного наносного покрова богатые черноземно-каштановые пшеничные почвы.



Бывшая до войны 1914 — 1918 гг. песчано-овражная организация Лесного департамента организовала борьбу против такого бедствия. Чтобы достигнуть положительных результатов в кратчайший срок с наименьшими затратами, по окраинам с западной стороны были выделены широкие полосы, которые были переданы организации. Организация стала эти западные окраины арен закреплять при помощи облесения, т. е. посадки на них деревьев и кустарников.

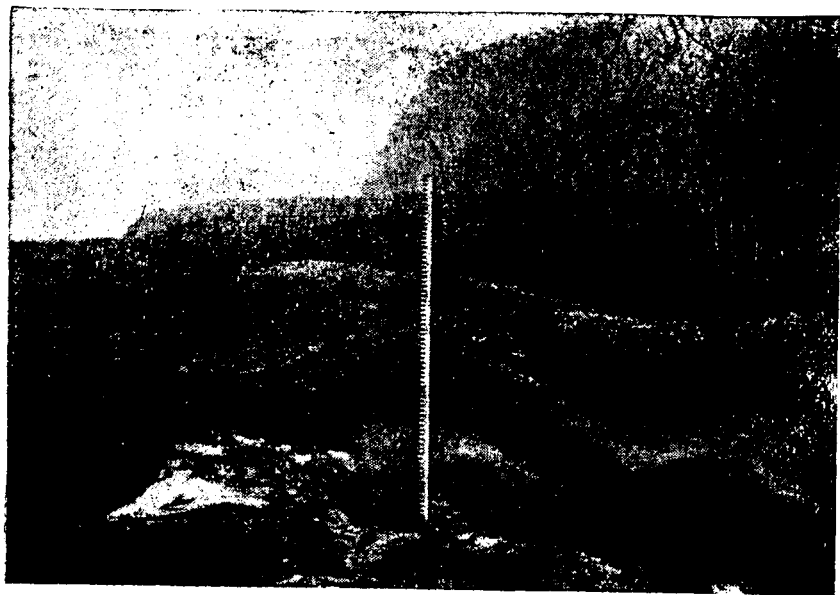


Рис. 14. Черноземный нанос, лежший поверх небольшого снежного сугроба у опушки в Велико-Анадоле (фотография Д. К. Крайнева)

Так как суровый сухой восточный ветер всякую настоящую посадку на таких песках легко выдувает, посадка производилась иначе — путем «настилки». По поверхности песка ранней весной укладывается свеженарубленный хворост шелюги. Хворостины прикрепляются особыми шпильками из шелюги же или из свежих веток осокоря. Такую настилку ветер не срывает, а заносит ее наносимым с востока песком. Из-под покрова нанесенного таким образом песка погребенные хлысты и шпильки дают поросль, которая прорастает сквозь нанос и пускает в него придаточные корни. Такая посадка производилась не по всей широкой выделенной окраине арены, а лишь в виде более узких полос, протянутых по меридиану. Между полосами оставались незасаженные интервалы обнаженного песка.

На рис. 15 представлена часть окраины крупной арены, по ней меридиональные полосы посадки, а, а, а... и между ними интервалы: б, б, б... С этих интервалов, которые оставались доступными прогону скота, разбитый песок выдувался и наносился в полосы

а, а, а... В последних по мере заносов шелюга и осокорь прорастали далее, образуя из занесенных стволов и веток новые укрепляющие нанос корни, а над наносом образуя новую чашу сплетающихся ветвей. Таким образом, здесь отлагаются возрастающие сугробы — дюны песка, сносимого с соседнего с востока интервала. Наконец, по многим таким интервалам почти весь песок, нанесенный раньше, до образования соседних шелюговых или шелюгово-осокоревых пескосборных полос, оказался сдутым (кроме их окраин, находящихся под защитой от ветра), и их погребенная богатая почва вышла опять к дневной поверхности. Ее стали обрабатывать и устраивать на ней хорошие виноградники, сады, посевы люцерны и пр.

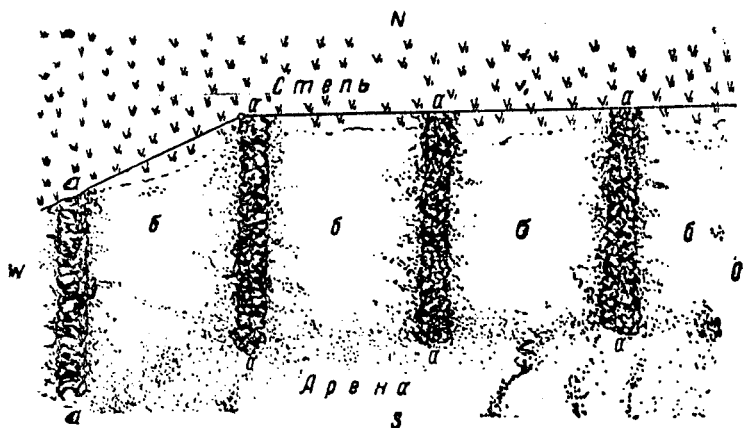


Рис. 15. Схема расположения пескосборных полос по окраине арены в Ачикулаке

Таким образом, созданием пескопоглощающих лесокультурных полос по наносной части арены (в которой под песком находится занесенная почва) можно часть занесенной почвы возвратить культуре, снявши с нее песчаный покров.

§ 19. К области влияния леса на воздушные течения следует отнести образование на ветвях, особенно по наветренным опушкам, изморози, ожеледи и обильной росы.

В Мариупольском опытном лесничестве неоднократно зимой наблюдалась обильнейшая изморозь или ожеледь преимущественно с восточной стороны лесного массива и по расположенным к востоку от него лесокультурным полосам. Наиболее обильная изморозь наблюдалась в конце декабря 1896 г., причем на ветвях опушечных (с востока) ясеней на 1 м длины побега количество осевшей изморози доходило до 1; 1,5 и даже до 2 кл. Только крепкие палкообразные ветви ясеня выдерживают такую тяжесть, более же тонкие и гибкие ветви ильмовых пород под нею изгибаются, повисают, ложатся наземь и ломаются (рис. 16).





Рис. 16. Крупная изморозь по восточной опушке насаждений в Велико-Анадолу из ясеня (ветки торчат, не гнутся) и из ильмовых пород (изогнуты). Фотография автора

Исследованиям ожеледи в Мариупольском опытном лесничестве посвящена специальная работа моего заместителя по этому лесничеству, проф. Н. П. Кобранова, напечатанная в LXII выпуске «Трудов по лесному опытному делу в России» (1919 г.). Главные выводы ее таковы:

1. «Осаждение льда во время ожеледей происходит в большей мере на сравнительно высоких деревьях с сильно развитой и мелковетвистой кроной, расположенных полосами или на опушках леса, перпендикулярных к господствующим во время ожеледи восточного направления ветрам».

2. «В среднем общее увеличение учитываемых дождемерами осадков осадками конденсационного типа во время ожеледей для насаждения 20-летнего возраста составит приблизительно 5% годового количества осадков».

Следует отметить, что слова «изморозь», «ожеледь» и «гололедица» путаются у нас. Мы называем и з м о р о з ь ю кристаллические гребешкообразные осадки на ветвях, проволоках и пр., а о ж е л е д ь ю — образование на них стекловидных округлых слоев льда. Г о л о л е д и ц а же — это лед на почве, который образуется при ожеледи. В понимании Н. П. Кобранова «ожеледь», очевидно, обнимает понятие о всяких ледяных осадках на надземных предметах, происходящих вследствие конденсации из воздуха.

Мы видим, что в некоторых условиях такая конденсация воды из воздуха на надземных предметах, в частности на ветвях и кронах древостоев, достигает очень значительных размеров, вероятно, превосходящих приводимые проф. Кобрановым 5% годовых осадков. Такие обильные осадки наблюдаются в наветренных опушках на более возвышенных приводораздельных местах, а также и по горным склонам, обращенным в сторону приносящегося и пересыщенного влагой воздуха.

В горах бывает, что весь лес по наветренному склону становится обледенелым. Чаще всего это наблюдается по склонам, обращенным к морю, от которого такие течения исходят. Мы видим и наблюдаем только часть таких конденсационных осадков, именно те, которые превращаются в лед, но подобная конденсация происходит и при температурах выше нуля. Тогда на ветвях и кронах оседает обильная роса, которая стекает и капает с ветвей на землю, также увеличивая собой орошение почвы, — так называемый «внутренний дождь» в лесу.

Просачивание пересыщенного влагой воздуха сквозь лес дает иногда в горах внутренний дождь, добавляющий до 84% осадков, а на равнине — только до 6%.

§ 20. Накаплиющийся в тишине леса снежный покров отличается от снежного покрова, образующегося в открытых местах, значительно большей рыхлостью и меньшим объемным (удельным) весом. В табл. 3 приведен средний удельный вес снега по нашим измерениям в Велико-Анадолу в 1893 г.

Место наблюдения	Январь			Февраль			Март				Апрель	Общее среднее
	15	20	30	10	20	28	10	20	25	30	5	
В степи . . . . .	—	0,22	0,25	0,28	0,32	0,34	0,38	0,42	0,17	0,24	0,29	0,23
В лесу . . . . .	0,19	—	0,20	0,20	0,25	0,30	0,29	0,31	0,14	0,23	—	0,29

В лесу и на поле удельный вес снежного покрова постепенно увеличивается. Около 20 марта старый снег в 1893 г. растаял, выпал новый, который тоже далее уплотнялся, но все время в лесу был более рыхлым. Наибольшего удельного веса достигает снег в навесных сугробах, доходя местами до величины 0,5 и большей (0,58).

Временные оттепели и следующие за ними морозы образуют ледяную корку, так называемый наст, который засыпается новым снегом. Бывающие же иногда в степях зимние черные бури, которые, сдувши снег с пашен, развевают затем глыбы и гребни, превращая в несомые ветром крупинки и пыль, образуют даже в глубине лесных массивов грязноватые прослойки такой пыли. Все это создает некоторую неоднородность снежного покрова.

Значительный снежный покров замедляет, останавливает промерзание почвы, которое в лесу бывает всегда гораздо меньше, чем в открытом поле, в степи. Под мощными же наносами снега почва обычно к концу зимы из-под низу понемногу оттаивает и ко времени таяния снежного покрова бывает уже талой, непромерзшей. Такое оттаивание почвы из-под низу в некоторой степени происходит у нас в лесостепной зоне и в лесу, так что не только под наносами (сугробами), но и в лесу, в отличие от поля, ко времени таяния почва бывает уже вполне водопроницаемой. Оттаивание почвы из-под низу было в новейшее время установлено для лесных почв также и в Московском районе почвоведом Н. А. Качинским.

Здесь следует отметить, что температура воздуха зимой в лесу, особенно в голом лиственном, бывает немного выше, чем в поле (степи). Это происходит от лучистого нагрева темных стволов и ветвей. От такого нагрева к концу зимы, если долго не происходит нового снегопада, вокруг стволов образуются воронки, т. е. снег вокруг стволов, больше с южной стороны, растаивает сверху вниз на уменьшающееся расстояние (рис. 17). В то же время темные предметы: опадающие сухие сучья, плоды и пр., лежащие на поверхности снега, вследствие нагревания тоже вызывают растаивание прилегающего снега и, таким образом, постепенно погружаются в глубь покрова. Благодаря такому погружению многие плоды и семена избегают поедания животными, в частности птицами. Впро-

чем, такое же растаивание вокруг стеблей жнивья, трав и прочих предметов происходит от лучистой теплоты и в степи, но там оно не так заметно.

§ 21. В более зимне-теплом климате Западной Европы, отчасти даже в западной части Украины, в Белоруссии, снег в течение зимы неоднократно сильно тает и даже сходит совсем, и поэтому макси-



Рис. 17. Воронки таяния снега вокруг стволов  
(Велико-Анадоль, фотография автора)

мальный запас воды в виде снега приближается к наиболее холодному январю. По мере же передвижения на северо-восток зимние оттепели становятся реже и реже, и снежный покров накапливается и достигает своего максимума позже и позже. Так, наибольшая мощность снежного покрова бывает в среднем в Польше в январе, в западной и южной частях СССР — феврале, в средней части СССР — в марте, в Вологодской и Пермской<sup>1</sup> областях — в апреле, в северо-восточной части (в районе Печоры) — даже в начале мая.

<sup>1</sup> Ныне Молотовской.

В таком же направлении нарастает к моменту наибольшей мощности покрова (1 м и более) и запас воды его.

С другой стороны, чем далее с запада на восток, тем более запаздывает наступление весны, но зато тем решительнее, тем резче бывает переход от холодного времени года к жаркому. Поэтому и таяние снегов к востоку принимает более бурный характер. Это можно видеть при сравнении стока вод реками запада и востока.

К сожалению, у меня имеются под руками только давние данные, приводившиеся нашим известным гидрологом проф. Е. В. Оппоковым. Это — сток Днепра близ Киева и Эльбы у ее выхода из Чехии (рис. 18)<sup>1</sup>. По чертежу мы видим, что сток Эльбы гораздо рав-

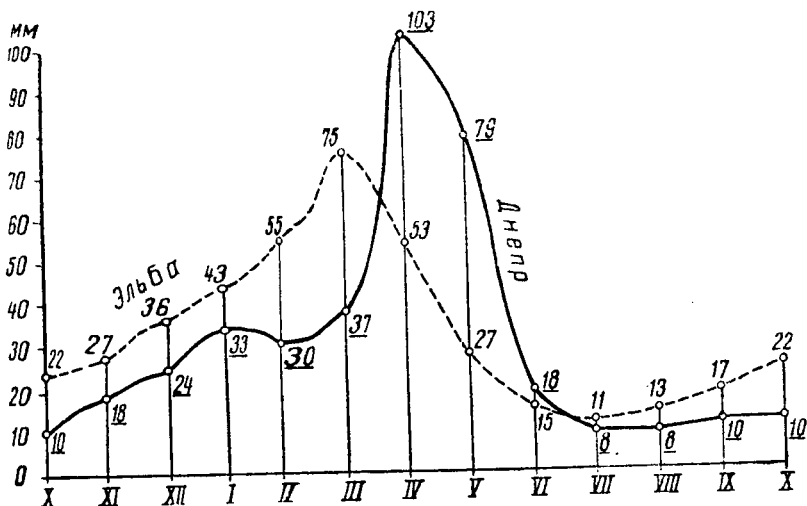


Рис. 18. Кривые стока рек Эльбы и Днепра, по Е. В. Оппокову

номернее: нет таких понижений, как на Днепре, но и нет такого резкого подъема. Затем максимальная высота стока, весенние разливы на Эльбе бывают в среднем в марте, тогда как на Днепре у Киева — в апреле.

Далее к востоку, например на Дону, на Урале, неравномерность стока еще бо́льшая.

§ 22. Вследствие оттаивания почвы под сугробами и иногда в лесу (§ 20) таяние снежного покрова происходит в таких случаях, так сказать, с двух сторон: сверху от солнечного нагрева и снизу от внутреннего тепла почвы. Конечно, подтаивание над мерзлой почвой поля не происходит. Затем таяние в открытом поле обычно идет быстрее, чем в лесу. Это происходит от прямого нагревания солнечными лучами и, вероятно, еще больше от действия теплого ветра.

<sup>1</sup> Числа на чертеже обозначают проценты стока вод в отношении к средним месячным количествам осадков, выпадающих в пределах того же бассейна.



лой почвой снежный покров дает массу воды, не успевающей проникать в почву, застаивающейся на ней или при дренированном рельефе более или менее быстро в большей или меньшей части своей стекающей по поверхности и вызывающей бурные разливы. Напротив, в лесу поверхностный сток талых вод бывает значительно меньший, более постепенный, а часто и вовсе не замечается: вся талая вода всасывается в почву.

Так, по нашим исследованиям в Велико-Анадоле (Мариупольское опытное лесничество), учет весной 1893 г. дал следующее.

В лесу всего выпало за зиму 154 мм осадков. Эта вода весной вошла целиком в почву без стока (кроме незначительной части, только по открытым дорогам-просекам). В поле произошел значительный сток в два приема. Первый сток произошел в половине марта по мерзлой почве, стекло около 47% от всего запаса воды снежного покрова. Потом земля оттаяла. На оттаявшую почву выпало за вторую половину марта новых 55 мм снежных осадков. К 10 апреля и этот покров растаял; от него уже стекло всего только 24% \*. В общем же оба стока с поля составили величину в 37% от снежного запаса плюс весенних дождей, выпавших до полного стока.

Давно уже замечено, что уничтожение лесов вызывает увеличение разливных вод, и не только весенних талых, но и от летних ливней, вызывающих так называемые паводки. Нарастающее увеличение максимальных разливов, например, точно установлено инженером Шпейером по реке Москве.

Особенно усиливается сток вод в гористых местностях.

В табл. 4 приведены полученные в Австрии данные.

Таблица 4

Местность	Количество годовых осадков в мм	Процент стока рек
Равнинная . . . . .	500—600	20—30
Холмистая . . . . .	700—1700	30—50
Гористая (Восточные Альпы) . . . . .	1000—2500	70—84

А чем больше процент стока, тем сильнее влияние лесов в сдерживании поверхностного стока и в переводе воды с разрушительной работы поверхностного размывания на созидательную работу транспирации и усвоения углерода, с одной стороны, и на внутренний грунтовый ключевой сток, с другой стороны. Следствием этого являются обилие и постоянство ключевого стока, питающего горные ручьи и реки. В сокращении разливов (и паводков) и

\* Вероятно эти цифры приводит проф. Нестеров («Лесовод», № 4—5, 1924 г., стр. 24). Моя же работа — «Биологические почвенные и фенологические наблюдения» в «Трудах опытных лесничеств», 1901, гл. I, стр. 237.

регулировании речного стока, особенно в горах,— крупнейшая роль принадлежит лесной растительности.

§ 23. Мы уже рассмотрели явление задержки снежного покрова кронами деревьев, обуславливающее обеднение запасов воды под насаждениями вследствие испарения этого задерживаемого снега (§ 15). В теплое время года и в теплые зимние дни также задерживается часть выпадающей влаги дождя на смачивание надземных частей. Из относящихся сюда наблюдений наиболее интересными представляются наблюдения близ Вены. В каждом насаждении было помещено по 20 дождемеров на разных расстояниях от стволов и, кроме того, к стволам приклеивались особые воронки, собиравшие стекавшую по ним воду особо (цитируем по Морозову; см. табл. 5).

Таблица 5

	Проходило воды в %								
	ельное насаждение 61 года			сосновое насаждение 64 лет			буковое насаждение 88 лет		
	сквозь кроны	по стволу	вместе	сквозь кроны	по стволу	вместе	сквозь кроны	по стволу	вместе
При осадках менее 5 мм	29,2	0,0	29,2	51,5	0,0	51,5	53,3	8,7	62,0
„ „ 5—10 „	43,1	0,1	43,2	61,9	0,0	61,9	61,3	15,0	76,3
„ „ 10—15 „	54,9	0,7	55,6	76,6	0,1	76,7	64,5	16,3	80,8
„ „ 15—20 „	67,0	2,1	69,1	74,6	0,7	75,3	65,8	20,9	86,7
„ более 20 „	71,2	4,8	76,0	89,8	1,8	91,6	68,9	20,7	89,6
Всего . . .	56,6 + 2,3 = 58,9			75,5 + 0,7 = 76,2			63,7 + 16,8 = 80,5		
Задержано всего в %	41			24			20		

По этому видно, что чем меньше осадков, тем меньший процент от них доходит до земли. Это происходит, конечно, вследствие расхода воды на смачивание листьев, хвои, веток, стволов. При более сильном дожде расход на такое смачивание, конечно, процентно понижается. Затем мы видим, что хвойные насаждения (густые, полные) задерживают больше, чем лиственные (даже буковое). Во всяком случае густота древостоя в этом отношении имеет огромное влияние, и насаждения в возрасте жердняка или несколько старше жердняка задерживают максимальную часть выпадающего количества осадков. По Бюллеру, буковый лес задерживал осадков

в 20-летнем возрасте 20 %, в 50-летнем 27 %, в 60-летнем 23 % и в 90-летнем 17 %.

Эти данные дополняют собой данные относительно задержки лесным древостоем снежных осадков (§ 15).

§ 24. Уже давно было отмечено, будто бы леса в сильной мере притягивают осадки, которые выпадают над ними обычно в большем количестве, чем над открытыми местностями. По Велико-Анадолу (Мариупольское опытное лесничество) нами получены были за первые 10 лет работ такие средние количества выпадающих в течение года осадков: в степи 400 мм, в лесу 501 мм. И это, несмотря на то, что степная станция была расположена на самом выступе водораздела, а лесная — на полянке среди леса гораздо ниже (277 и 235 м над морем).

Но эта разница оказывается фиктивной, не истинной. Уже давно было известно, что чем выше поставлен дождемер над почвой, тем меньше получается в нем осадков. Проф. Воейков указал на роль в этом усиления ветра по мере поднятия над почвой. Впоследствии оказалось, что даже защита Ниффера в этом отношении мало помогает.

Особенно сильные недостатки оказываются, как и следует ожидать, в зимние метелистые (верховая метель — § 17) месяцы. Поэтому вообще приходится считать дождемерные показания, особенно за зимние месяцы, очень мало точными. Только на хорошо защищенных со всех сторон от ветра небольших лесных полянках дождемеры получают полное количество выпадающих осадков.

Устройство таких дождемерных полянок имеет большое значение не только для лесоведения, но еще большее для метеорологии с целью получения точных опорных данных. Такая полянка была в 1926 г. специально устроена в Мариупольском опытном лесничестве среди 50-летнего почти сомкнутого дубняка с широкими кронами и густыми подлесками из желтой акации. Расстояние от центра поляны, где установлен дождемерный столб с нифферовой защитой, до ее опушек равно приблизительно высоте древостоя.

Таким образом, имеющиеся данные о различии количеств осадков, выпадающих над лесом и над открытыми площадками, не точны. Тем не менее отрицать совершенно притяжение лесами осадков нет оснований. Уже было указано, что воздух над лесом в летнее время более холоден и более влажен, хотя бы и на незначительную величину (§ 11). Понижение температуры воздуха над лесными массивами ощущалось аэронавтами даже на высоте 1 000 м над землей. Аэростаты над лесами при полете снижаются<sup>1</sup>. При таких условиях следует ожидать некоторого увеличения летних осадков над лесами сравнительно с безлесными площадями — обратно влиянию обнаженных песков (§ 12).

§ 25. Наряду с полезным следует указать на возможность и вредного влияния леса на соседние поля. Это бывает при развитии

<sup>1</sup> Конвекции над лесом вниз, над более нагретыми полями — вверх.

в нем некоторых паразитов, повреждающих наши культурные растения. Это преимущественно так называемые двудомные грибы, переживающие одну стадию своего развития на лесных растениях, а другую на полевых или садовых. Главнейшие из них приведены в табл. 6.

Таблица 6

Название гриба	Стадия на лесных породах	Стадия на полевых
<i>Puccinia coronata</i> . . . .	<i>Rhamnus frangula</i> . .	Луговые травы
„ <i>coronifera</i> . . . .	„ <i>cathartica</i> . .	Овес
„ <i>graminis</i> . . . .	<i>Berberis</i> , <i>Mahonia</i> . . .	Рожь и др.

Болезни лесных и плодовых деревьев и кустарников:

<i>Cronartium ribicolum</i> , <i>Gymnosporangium tremelloides</i> и др.	<i>Pinus strobus</i> , <i>P. cembra</i> , <i>Juniperus communis</i> и другие виды, а также некоторые ивы	<i>Ribes nigrum</i> . Яблони, боярышники, мушмула, айва и др.
---	--	---

Поэтому следует избегать соседства опушек или подлеска крушины, жостера, барбариса с полями и лугами, а культур и природных насаждений из веймутовой сосны или кедра — с садами, в которых выращивается черная смородина. Также следует избегать соседства и вообще близости насаждений, в которых имеются можжевельники, с садами фруктовых деревьев.

С другой же стороны, соседство лесных опушек и полос среди полей может быть полезно в том отношении, что в них гнездятся птицы, полезные как истребители многих вредных для полей и садов насекомых (исследования лесничего Д. В. Померанцева).

## ГЛАВА II

### ВЛИЯНИЕ ЛЕСА В ПЕДОСФЕРЕ. МЕРТВЫЙ ПОКРОВ И КИСЛОТНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

§ 1. Влияние леса в педосфере. § 2. Мертвый покров и лесная подстилка. § 3. Опады хвойных и лиственных лесов. § 4. Исследования проф. С. П. Кравкова — выщелачивание опада. § 5. Типы лесной подстилки, истлевание и гниение, роль дождевых червей. § 6. Данные учета лесного опада и лесной подстилки. § 7. Зольность подстилки и опада. § 8. Роль мертвого покрова в задержке и сохранении влаги. § 9. Вред от слишком мощного мертвого покрова. § 10. Два типа почвообразования, кислотность и щелочность почвенных горизонтов.

§ 1. Другой средой жизни леса является педосфера, т. е. среда почвы в глубоком понимании — до пределов влияния на нее растительности. Влияние леса в этом отношении можно проследить далеко не всюду и не вполне разносторонне. Изучая строение и состав различных почв, мы изучаем комплексы взаимно соподчиненных влияний; именно обычно влияния растительности и климата,

взятые вместе. Чтобы изолировать, выделить особо влияние разного рода растительного покрова, было бы очень интересно и полезно произвести такой опыт.

На определенной господствующей горной породе, в простейших условиях возвышенной равнины (плакора) с отдаленным уровнем грунтовых вод удалить образовавшуюся почву, хотя бы только ее верхний перегнойный горизонт. Затем часть этой поверхности облесить елью, другую часть широколиственными породами с дубом во главе, а третью занять подходящим луговым покровом из многолетних трав и поддерживать такую растительность на каждой площадке в течение долгого времени, достаточного для проявления результатов почвообразовательных процессов под разной такой растительностью. Это было бы радикально, но слишком долго ждать. Впрочем, в области лесостепи имеются почвы в приблизительно одинаковых плакорных условиях и в непосредственной близости одна с другой, образовавшиеся одна под лесом, а другая под степью. Точнее говоря, эти почвы раньше образовались обе под степной растительностью, но часть их лес от степи отвоевал, а другая часть оставалась под степью. И тут, подыскивая совершенно одинаковые плоскостные позиции, можно наблюдать, в чем именно проявляется влияние леса, изменяющее степную почву. Затем, уже в пределах лесного захвата мы наблюдаем обычно почвы, захваченные лесом в разное время, следовательно, находившиеся под влиянием на них леса в течение разного по продолжительности отрезка времени и от этого достигшие разных степеней изменения.

Наконец, благодаря грандиозному, в высшей степени интересному опыту степного лесоразведения, мы имеем типичные степные черноземные почвы, искусственно подвергнутые влиянию разведенного на них леса. Учитывать это влияние, исследовать его самым подробным образом в течение больших периодов представляется в высшей степени важным и интересным.

Все эти изменения, как увидим, вызываются в наибольшей степени различиями водного режима почв под лесом и почв под травянистой растительностью. Поэтому целесообразно с этого и начать.

§ 2. Но предварительно нам предстоит остановить наше внимание еще на одном факторе, который находится между зеленым растительным покровом и почвой, именно на мертвом покрове, подстилке, в частности на лесной подстилке.

Конечно, это односторонне — отделять лесную подстилку от мертвого покрова или подстилки в более широком понимании. Мертвый покров свойствен не только лесам и не всегда он свойствен лесам. На лугах и степях при отсутствии скотосбоя, т. е. усиленного помета, и при отсутствии сенокосения от опадающих наземь мертвых растительных остатков («калдана») тоже образуется мертвый покров в виде войлокообразного сплетения отмерших стеблей и листьев, сквозь которое пробиваются новые живые стебли, листья, побеги. Этот покров также постепенно снизу отмирает, а сверху нарастает и часто, как и в лесу, покрывается налетом проростков

различных мхов, лишайников и грибов, которые связывают его своими белыми нитями (гифами).

С замещением лугов луговоды успешно борются боронованием их, причем тревожится и частью вычесывается и уничтожается мертвый покров. В сухих степях же как мертвый опад, так и прорастающие через него мхи, лишайники и грибные гифы в засуху так сильно пересыхают, что становятся очень хрупкими, легко распыляющимися и разносимыми ветрами. При этом обнажаются свойственные сухим степям лысинки почвенной поверхности между рыхло разбросанными стеблями и плотными дернинками многолетников.

В литературе имеются указания, что во влажных тропических и притропических лесах мертвого покрова не бывает, ибо там отмирающие органические части очень быстро истлевают. В Южной Европе мертвый покров в лесах бывает незначительный, к осени, перед новым листопадом, почти исчезающий, а чем далее к северу или выше в горы, тем он становится в общем более и более значительным. В северной Германии мертвый опад истлевает постепенно в течение 3 — 5 лет, так что мертвый покров состоит из трех — пяти слоев опада различных степеней разложения.

§ 3. Мы знаем, что к осени листья теряют часть наиболее ценных зольных веществ ( $K_2O$ ,  $P_2O_5$ ), которые с избытком замещаются менее ценными, в большом количестве обычно находящимися в почве зольными веществами ( $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$ ). Более же ценные вещества скопляются в воспроизводительных органах, семенах и почках. Тем не менее все-таки значительное количество разных ценных неорганических оснований и кислотных соединений (меньше) находится в органическом опаде, переходящем в мертвый покров. Затем этот опад начинает разлагаться.

Разложение опада идет очень разное в зависимости от условий температуры, степени влажности, выщелачивания и от самого состава и строения продуктов опада (листьев, хвои, плодов, веток и пр.).

Мелкая хвоя ели, пихты и лиственницы слеживается очень плотным покровом, который скоро пронизывается грибами (гифами) и ризоидами (мхов) и становится трудно проницаемым не только для воды, но и для обмена воздуха. Сосновая хвоя благодаря парному соединению, расхождению хвоин под углом и большей длине своей ложится менее плотным покровом.

Еще рыхлее ложится хвойный опад, если хвоя смешивается с опадающей листвой, особенно такой, как дубовая, кленовая, которая сильно коробится и ложится поэтому рыхло. Листья осины, березы и бука в чистых насаждениях тоже иногда слеживаются довольно плотно, и их покров скоро оплетается гифами и ризоидами. Наиболее рыхлый покров образуется опадом широколиственных пород (дуба, клена, ясеня, липы, лещины и др.).

Содержание смолистых веществ в хвое и дубильных в листе дуба, скумпнии, бука и их большая плотность неблагоприятны для быстрого разложения, и покров опада этих пород истлевет медленнее, чем опад кленовый, липовый и др.

§ 4. Условия разложения листьев и хвои (правда, еще не опавших, а сорванных с деревьев) были исследованы проф. С. П. Кравковым в течение около 90 дней. Бралось по 150 г хвои или листьев, помещалось в стеклянные стаканы. Часть этих стаканов содержалась все время при температуре 38°C и влажности, равной половине влагоемкости; другая часть — при 5—7°C и влажности, равной полной влагоемкости, третья часть — при 25°C и влажности в 0,1 от полной влагоемкости (предполагалось, что это приближает опыт к условиям тропиков, влажных лесов севера и засушливой зоны чернозема).

В части банок каждой серии через каждые 15—30 дней хвоя или листва подвергалась выщелачиванию 20-кратным против веса сухого вещества количеством воды в течение 5 минут<sup>1</sup>. Другая часть банок такой операции не подвергалась.

Промывные воды от выщелачивания собирались. Под конец опыта произведено такое же однократное выщелачивание содержимого банок, не подвергавшихся многократному выщелачиванию. Первые банки назовем промывными, вторые непромывными. Количество полученного выщелоченного сухого вещества и золы из разных банок приведено в табл. 7.

Таблица 7

Опыт	С листьями березы		С хвоей ели	
	сухого вещества	золы	сухого вещества	золы
I серия при 38°C и половине влагоемкости:				
а) промывные . . . . .	205	25,4	40	8,2
б) непромывные . . . . .	62	43,4	33	10,8
II серия при 5—7°C и полной влагоемкости:				
а) промывные . . . . .	304	28,6	47	8,6
б) непромывные . . . . .	269	32,6	41	8,7
III серия при 25°C и 0,1 влагоемкости:				
а) промывные . . . . .	312	27,7	44	8,2
б) непромывные . . . . .	229	31,4	37	8,2

Без периодического промывания органического вещества от разлагающихся листьев и хвои переходит в раствор меньше, чем при частом промывании, минеральных же веществ, напротив, больше. Исследователь объясняет это тем, что первыми промывными водами быстро удаляется менее прочно связанная часть оснований, главным образом извести и магнезии; вследствие этого замедляется дальней-

<sup>1</sup> После этого содержание воды доводилось до первоначального по сериям.

шее разложение органического вещества. После вымывания указанной части оснований идет раствор кислого растворимого перегноя, и значительная часть органико-минеральных веществ остается неразложившейся и нерастворимой — накапливается кислый перегной. При отсутствии же промывания разложение идет в присутствии большего количества оснований более энергично, в большей части оно идет до конца, получается меньше растворимого органического вещества, остается также меньше и нерастворимого, но больше оказывается освободившихся растворимых неорганических зольных веществ.

По другому опыту (разложение клеверного сена) получились данные кислотности вытяжек (титром  $\text{Ba} [\text{OH}]_2$ ), приведенные в табл. 8.

Таблица 8

Степень влажности сена	Кислотность вытяжек	
	при промывании	без промывания
Половина влагоемкости . . . . .	17,3	6,2
Двойная влагоемкость . . . . .	304,3	75,0

Опыт с многократным промыванием характеризует условия в более влажном климате с тощей почвой и нагорные болота, где основания скоро вымываются, образуются кислые воды темного цвета («чайные воды») и обильные остатки мертвого покрова — войлока, торфа, кислого перегноя. Опыт же без повторных промываний при невыщелачиваемых основаниях характеризует процесс разложения в более сухом климате и по низинным болотам с минерализованной грунтовой водой и накоплением нейтрального перегноя.

По хвое ели, разлагающейся медленно, получились малопоказательные данные.

§ 5. В зависимости от перечисленных выше факторов процесс разложения опада идет в разных условиях различно. Разложение при наличии достаточного количества кислорода воздуха называется *истлеванием*. Оно идет под воздействием аэробных микроорганизмов и подобно горению, конечными продуктами которого являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Под влиянием антисептиков оно останавливается, что и указывает на биологичность процесса.

Без доступа достаточного количества кислорода разложение идет по пути *перегнивания*. То же наблюдается под влиянием микроорганизмов, но не аэробных, живущих в бескислородной среде. Процесс идет в направлении неполного разложения, накопления торфа, постепенно обогащающегося углеродом (другие элементы переходят или в газы, которые улетучиваются, или в растворы, которые понемногу выщелачиваются).



Характер процесса разложения лесного опада в подстилке имеет для самого леса большое значение. Для благосостояния леса далеко не безразлично, представляет ли лесная подстилка так называемый нейтральный, мягкий, здоровый, сладкий перегной, рыхлый и легкопроницаемый для воды и воздуха, или же она лежит в виде плотного, сплетенного гифами и ризоидами войлока — кислого перегноя<sup>1</sup>.

Во втором случае обычно в почве исчезает животная жизнь, в первом же на глинах, суглинках, супесях обычно кишат дождевые черви, эти природные землерои, придающие почве крупчатую структуру, пронизывающие ее своими ходами, по которым в некоторых условиях корни деревьев проникают наиболее легко на значительную глубину, и обогащающие верхние почвенные горизонты основаниями, извлекаемыми из глубинных почвенных горизонтов, благодаря чему кислотность почвы сильно понижается.

При наличии дождевых червей рыхлый мертвый покров частью смешивается с дерновым горизонтом почвы: его части втягиваются червями в свои ходы, с другой стороны, землистые клейкие экскременты червей выносятся в слой мертвого покрова и там с ним смешиваются. В таком случае затруднительно полное отделение мертвого покрова от минеральной почвы. При уплотнении же мертвого покрова, вызывающем затруднительность обмена воздуха и притока кислорода, дождевые черви вымирают, почва теряет свою прежнюю рыхлость и проницаемость и становится более кислой.

Примешивая к хвойным насаждениям лиственные породы или даже вводя под них лиственный подлесок (например, буковый подлесок под сосной), мы способствуем большей рыхлости покрова (§ 3). При некотором изреживании густого полога крон, вследствие чего увеличивается приток света, тепла и влаги осадков (предыдущая глава, § 23), а также благодаря поселению травянистой (злаковой, осоковой) растительности кислый перегной разлагается энергичнее, рыхлится и теряет свои неблагоприятные для леса, для его возобновления свойства.

§ 6. Уже Эбермайером в Баварии были получены данные относительно количественной стороны опада на гектар в килограммах воздушно-сухого вещества (табл. 9).

Таблица 9

Возраст (лет)	Бук	Ель	Сосна
30—60 . . . . .	4182	3964	3397
60—90 . . . . .	4094	3976	3491
90 и более . . . . .	4044	3271	4229

<sup>1</sup> Это разделение неточно в отношении действительной кислотности или нейтральности (см. далее § 10).

По Раманну же имеем такие данные в тысячах килограммов на гектар (табл. 10):

Таблица 10

Сухое вещество	Бук	Ель	Сосна	
			I—III бонитета	IV—V бонитета
Подстилки . . . . .	9	15,0	14	10
Годичного опада . . . . .	4	3,5	3	2

В 1923 г. в дубняке 27-летнего возраста II бонитета нагорной дубравы Воронежского института сельского хозяйства под руководством проф. Н. П. Кобранова, Е. Поповой были произведены исследования подстилки и годичного опада на пробных площадках по 200 м<sup>2</sup>. Материал высушивался до воздушно-сухого состояния и потом взвешивался раздельно: прошлогодняя подстилка и новый опад по породам, листья, ветви, плоды и травяной покров. Получились следующие интересные данные в килограммах воздушно-сухого вещества на 200 м<sup>2</sup> (табл. 11):

Таблица 11

Характеристика насаждения	Покров прошло- годний	О п а д						
		листьев		вет- вей	желу- дей	плю- сок	травы	всего опада
		дуба	про- чих					
I. 0,6 Д <sub>п</sub> <sup>9</sup> Д <sub>р</sub> <sup>1</sup> ; h = 12,9 м; d = 12,4 см; M = 116 м³.	192,6	61,7	1,4	21,8	1,3	0,3	28,1	114,6
II. 0,6 Д <sub>р</sub> <sup>9</sup> Д <sub>п</sub> <sup>1</sup> ; h = 12 м; d = 11,9 см; M = 102 м³.	153,3	60,6	5,3	21,4	4,1	1,3	15,8	108,5

Примечание. В наших формулах первое число означает полноту главного древостоя; Д<sub>п</sub>—дуб поздний; Д<sub>р</sub>—дуб ранний; показатель—десятые доли состава;  $h$ —средняя высота;  $d$ —средний диаметр;  $M$ —запас.

Значит, осенью после опада всей листвы в насаждении I оказался покров с господством дуба позднего  $192,6 + 114,6 = 307,2$  кг, а в насаждении II с господством дуба раннего  $153,3 + 108,5 = 261,8$  кг. По расчету получается в килограммах (табл. 12):

Таблица 12

	В насаждении с господством позднего дуба	В насаждении с господством раннего дуба
Старый покров . . . . .	9 630	7 665
Опад . . . . .	5 730	5 425
Итого . . .	15 360	13 090

По исследованиям проф. С. П. Кравкова в Велико-Анадоле, под разными насаждениями (не молодняками) количество мертвого покрова колеблется от 5 до 21 тыс. кг на гектар, в среднем около 12 тыс. кг. Годичный же опад, по данным проф. Н. П. Кобранова, в 39-летнем дубняке в Велико-Анадоле оказался при полноте 0,58 — 2,3 тыс. кг, при полноте 0,8 — 2,8 тыс. кг.

Е. Попова, перечисляя опад на единицу полноты, получает 4 и 3,6 тыс. кг. Но такой пересчет для лесов сухих местностей не всегда допустим.

В общем все-таки мы видим, что у нас в лесостепи и в степных насаждениях лесной опад в количестве лесной подстилки, если она не потревожена попасом, мало отличается от опада и подстилки лесов Германии.

#### § 7. Чем важны ежегодный опад и лесная подстилка?

Во-первых, они содержат в себе зольные вещества, которые частью после полного разложения органо-минеральных соединений опада, частью (при помощи микоризы) до такого полного разложения поступают опять через корни в растения, переживая такой малый круговорот; частью они связываются с перегноем почвы, преимущественно в так называемом дерновом горизонте, а частью вымываются из почвы проходящими сквозь нее гравитационными (просачивающимися) водами, вследствие чего нагорные равнинные почвы постепенно беднеют ими, превращаясь в малопродуктивные подзолы. Наряду с вымыванием оснований идет и вымывание в почву кислых, растворимых, перегнойных веществ (§ 4), вследствие действия которых образуется подзолистый горизонт.

Во-вторых, лесная подстилка оказывает физическое влияние на почву. Но об этом — далее. Остановимся раньше на химических процессах. По Эбермайеру, 1 кг сухой подстилки содержит в граммах (табл. 13)\*:

Таблица 13

Род подстилки	Всей золы	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Из листвы бука .	55,76	2,97	0,60	24,62	3,64	1,54	3,14	1,09	18,16
" хвой ели . . .	45,27	1,61	0,56	20,27	2,32	0,93	2,14	0,70	16,54
" листвы дуба .	43,90	4,03	0,67	17,07	6,02	0,95	2,10	0,75	10,85
" хвой сосны .	14,63	1,52	0,64	5,95	1,51	0,49	1,16	0,53	2,06
" мха . . . . .	30,98	7,61	1,42	5,47	2,51	1,82	1,78	1,65	4,88

При переводе на гектар, считая средний запас мертвого покрова под сосной, дубом и елью круглым счетом по 12 тыс. кг, получим следующие количества минеральных зольных веществ (табл. 14):

\* Цитировано по проф. Л. И. Яшнову «Курс общего лесоводства», вып. II, 1922, стр. 8.

Таблица 14

Лесная подстилка	Всей золы	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Прочих	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Ель . . . . .	543	198	243	28	11	3	26	8	19	7
Дуба . . . . .	527	130	205	72	11	19	25	9	48	8
Сосны . . . . .	176	25	71	18	6	10	14	6	18	8

По неполным исследованиям Е. Поповой, в среднем округло содержится «сырой золы» в воздушно-сухом веществе при влажности его 9 — 11 % следующее количество: прошлогодней подстилки в насаждении с преобладанием позднего дуба — 24 %, летнего дуба — 23% (при 9 % влажности); в свежем же опаде (в тыс. кг) в следующем количестве (табл. 15):

Таблица 15

Сбор	Дуб		Ле- щина	Про- чие поро- ды	Трава	Ветви	Жо- луди	Плю- ски
	зим- ний	лет- ний						
17/IX . . . . .	8,2	9,6	13,9	13,3	14,3	4,5	3,0	3,1
5/X . . . . .	9,1	9,7	16,0	15,5	—	—	3,0	3,2
Позже . . . . .	12,1	16,3	25,3	—	—	—	3,5	3,6

Мы видим, что ранний опад содержит меньше золы, чем поздний, что дубовые листья сравнительно с листьями лещины и других пород, вместе взятых, беднее золой, и что вообще данные Е. Поповой высоки.

§ 8. Мертвый покров, устилающий почву, конечно, задерживает непосредственное испарение из нее влаги. И мы это уже видели по данным испаряемости (§ 13 предыдущей главы): из покрытой листовой и мхом почвы в открытом месте испаряется только 70 — 65 % по сравнению с непокрытой почвой. Внутри леса, под его защитой от ветра и солнца, такое влияние мертвого покрова усиливается, так что при наличии его следует считать непосредственное испарение из почвы ничтожным. Прежде чем начнется непосредственное испарение влаги из почвы, должен высохнуть покрывающий ее мертвый покров, а он в лесу высыхает не быстро.

Но высохший мертвый покров обладает свойством довольно большое количество влаги осадков впитывать в себя благодаря высокой влагоемкости. Так, по данным Вольни и Эбермайера, высохший мертвый покров елового леса впитывает в себя 150 % (Эбермайер) — 160 % (Вольни) влаги по весу, соснового леса 143 — 207 %, букового 233 — 257 %, а моховой покров даже 283 %. Если применительно к буковому покрову принять, что дубовый может удерживать в себе 240 % влаги, а высыхает он в лесу до содержания 80 %,

то при разнице 160% и при занасе покрова на гектаре в 12 тыс. кг мертвый покров может задерживать 2 мм воды из выпадающих осадков. Это прибавляет еще некоторую величину к общим потерям влаги осадков, достигающих почвы (предыдущая глава, § 23).

Однако наши исследования в Велико-Анадоле показали, что при наличии толстого (до 6 см) слежавшегося мертвого покрова последний, будучи высохшим, не промачивается сразу на всю толщину, а в нем образуются трещины, по которым вода проникает в почву лишь местами. Если осенью снять такой покров, мы увидим на обнаженной почве густую сеть темных пятен и разветвленных полос влажных мест, в которых влага проникала в почву, а между ними — более светлые промежутки сухой почвы, над которою и мертвый покров в своей нижней части оставался еще сухим. Это тоже своего рода «сухой торф», образовавшийся в Велико-Анадоле под самым старшим насаждением (тогда ему было 47 лет) у опушки, сильно заселенным грачами. Вероятно, так же происходит проникание влаги в почву и в других лесах (природных), в которых образуется подобная подстилка — сухой войлок, кислый перегной (§ 5).

Такой мощный покров образуется чаще в таких насаждениях, в которых обильно гнездятся грачи, сносящие для постройки своих гнезд много сухих веток из других насаждений, удобряющие избранное насаждение обильными испражнениями («гуано»), в результате чего появляется азотолубивая растительность (бузина, крапива, чернокудренник и др.). Во влажном климате это было бы благоприятно (удобрение), но в сухом климате степи такой опад не успевает истлевать и, наконец, превращается в сухой войлок, по своим физическим качествам приближающийся к кислому гумусу.

Более близкий к северному кислому гумусу мертвый покров образуется под хвойными насаждениями по степному чернозему. Из них чаще встречаются насаждения чистые сосновые. Довольно значительные насаждения из черной австрийской сосны (*Pinus Laricio*) имеются среди лесных насаждений Весело-Боковеньковского опытного лесопарка (близ ст. Долинской). Другое известное нам — в Лозоватской даче Александрийского лесничества (тоже в бывш. Херсонщине) из обыкновенной сосны.

В обоих случаях имеется плотный слежавшийся и во многих местах спутанный белыми грибными гифами сухой торфообразный покров. Положительные и отрицательные свойства такого покрова еще не изучены. Следует заметить, что в таких насаждениях появляются некоторые грибы, свойственные хвойным лесам и образующие в сожительстве с корнями сосны микоризу, именно маслятки (*Boletus luteus*), рыжики (*Lactarius deliciosus*) и др. Внутри же плотного войлока часто разрастаются корневищные травы (*Physalis Alkekengi*, *Urtica dioica*, *Agropyrum repens* и др.), даже некоторые папоротники, как *Dryopteris phaeopteris* в Александрийском лесничестве.

В некоторых природных перелесках на сухих позициях тоже разбивается довольно мощный слабо разлагающийся мертвый покров

из дубовых, буковых листьев (в горах) и пр., приближающийся к кислому гумусу.

§ 9. Некоторые почвоведы и лесоводы не привыкли различать характер лесной подстилки, зато больше внимания уделяют характеру живого травяного покрова, особенно при определении типов леса. Но вредная роль слишком большого накопления лесного войлока (подстилки) обратила на себя внимание. Ее вредная роль при естественном возобновлении в отношении появления лесного подроста была исследована, например, в Бузулукском бору А. К. Новиковом, причем получены такие данные. При толщине мертвого покрова более 6 см сосновый подрост вообще не появляется, затем при убывающей толщине от 5 см в среднем расчете на площади 400 кв. метров оказались подростом:

Мощность в см. . . . .	5	4	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3
Число подроста (в сотнях). . . . .	1	4	12	27	44	31	99	38	114

По отношению к степени рыхлости покрова тем же исследователем получены следующие данные: плотный покров — 4 сотни, средний — 17 сотен, рыхлый — 38 сотен<sup>1</sup>.

По некоторым исследованиям, при слишком толстом и плотном мертвом покрове в хвойных лесах оказывается полезным попас и прогон скота. При прогоне скот копытами разрушает покров и увеличивает этим доступ к почве влаги и воздуха. В лесах, в которых образуется кислый перегной, при отсутствии скотосбоя (производимого дикими или прирученными домашними животными) подрост сосны совершенно исчезает. Прекращение пастбы вызывает прекращение появления подроста.

При мощном мертвом покрове верхнепочвенные горизонтальные корни, корневища, луковичы и прочие органы приближаются к поверхности почвы и, наконец, частью даже из нее выходят, проходя в нижних, более разрушенных слоях мертвого покрова. Это относится не только к корневищам разных ягодников (черники, брусники и др.), майника, ландыша, звездчаток, длиннокорневищных осок и злаков, но также и к образующим отпрыски корням кипрея (*Epilobium angustifolium*), осота (*Cirsium arvense* на лесосеках) и пр. Наблюдается это не только во влажных природных лесах, но даже в некоторых случаях в искусственно разведенных в степях на черноземе. Так, например, в Велико-Анадолу под густым насаждением из белой акации с подлеском под значительным мертвым покровом луковичы тюльпанов, степного шафрана и др. сидят у самой поверхности почвы, а корневища *Physalis Alkekengi* проникают в мертвый покров совершенно так же, как, например, корневища черники в бору с мощным мертвым покровом.

<sup>1</sup> «Известия Лесного института», вып. XXII, 1912, стр. 95 и 97.

Таковы свойства лесной подстилки — мертвого покрова.

§ 10. Итак, мы видели, что мертвый покров — лесная подстилка — более свойствен холодному климату севера и высоких гор, а на юге, в жарких местностях, лесной опад быстро истлевает. Южнее чаще лесная подстилка принимает характер нейтрального перегноя, тогда как на севере она чаще превращается в кислый лесной войлок и переходит в лесной торф.

Как выше сказано (§ 5, выноска), такие названия не вполне отвечают действительной кислотности или нейтральности. Лесная подстилка вообще вследствие выщелачивания оснований (§ 4) имеет кислый характер, и то, что некоторые лесоводы считали нейтральным перегноем, является также кислым перегноем, но не таким кислым, как войлокообразный перегной. Под таким же влиянием юга и севера идет и почвообразование. Намечаются два типа почвообразования: северный кислотный и южный щелочный, иначе говоря, северный подзолистый и южный черноземный. Южные черноземы и другие степные и пустынные почвы имеют обычно щелочную реакцию, обыкновенные черноземы — нейтральную, а деградированные черноземы, образующиеся под лесом, наступающим на степь, но иногда и раньше такого наступления, под так называемыми луговыми степями, — даже уже немного кислое.

Браун-Бланкет, Иенни и Христоферсен приводят такие данные для северного и нагорно-альпийского подзолистого типа (табл. 16):

Таблица 16

Насаждение	рН* по горизонтам			
	A <sup>1</sup> —гумусовый	A <sup>2</sup> —подзолистый	B—обогащаемый	кора выветривания
Сообщество <i>Сarex curvula</i>	5,5—5,0	5,7—5,4	6,5—5,4	7,8—6,3
Смешанное (лиственница и сосна) . . . . .	6,0	6,4	6,8	7,2
Вересково-лишайниковый бор . . . . .	4,3	4,4	4,7	—
Березняк с покровом из черники . . . . .	4,0	4,0	4,7	—

Во всех этих случаях мы видим резкое увеличение кислотности от коры выветривания, подпочвы, к верхнему дерновому горизонту почвы.

\* рН—отрицательный логарифм концентрации водородных ионов (граммов на литр раствора). При нейтральном растворе рН=7, ниже этой величины — усиление кислотности, выше — щелочности.

Совершенно иную картину дают, по тем же исследованиям, леса и кустарниковые заросли (макисы) на красноземах Средиземноморья (табл. 17).

Таблица 17

Насаждение	pH по горизонтам		
	слегка гумозный	красноватый	кора выветривания, краснозем.
<i>Quercus ilex</i> — молодняк на мелу . . . . .	7,4	7,3—7,2	7,2
То же с <i>Calluna</i> на безызвестковой породе . .	6,9	6,6—6,2	6,2
Изреженное <i>Quercus suber</i> на безызвестковом песке . . . . .	7,2	6,0—6,9	9,9

Кислые подзолистые почвы встречаются также на значительных горных возвышенностях Средиземноморья (Альпы). У нас же в СССР средиземноморский тип может встретиться лишь в нижних частях горных склонов к Черному морю в Крыму и Закавказье. Данных исследований мы еще не имеем. О деградации же степных почв под лесом — см. далее (глава III, § 20).

### ГЛАВА III

## ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

§ 1. Осеннее состояние влажности почвы. § 2. Промокание почвы и диспультсивный горизонт. § 3. Водные свойства почвы. наибольшая гигроскопичность, абсолютная, капиллярная и полная влагоемкость, вычисление запаса. § 4. Ход промокания почвы; индивидуальные образцы. § 5. Неравномерность иссушения под деревом и на расстоянии; хроно- и топоизоплеты. § 6. Промокание и пленочное передвижение по почвенным горизонтам. § 7. Лес и поле — запас воды. § 8. Ход расхода воды лесом и полем. § 9. Глубина влияния леса и степи. § 10. Изменения влажности подпочвы и диспультсивного горизонта в годы влажные и засушливые. § 11. Влажность почвы под развивающимися культурными насаждениями. § 12. Изменение влажности почвы после вырубki. § 13. Влияние леса на грунтовые воды (уровень). § 14. Влажность глубинных горизонтов под ложбиной и снегосборной лесной опушкой (пробивание диспультсивного горизонта). § 15. Пульсивный и диспультсивный уровень грунтовых вод, влияние снегосборной полосы. § 16. Осенний коррективный водоподъем. § 17. Типы режима почвенной влажности и грунтовых вод. § 18. Режим влаги песчаных (и вообще маловлагоемких) почв. § 19. Дренаж лесом. § 20. Выщелачивание и деградация почвы под лесом. § 21. Случай осоления грунтовых вод при облесении степи.

§ 1. Теперь перейдем к изучению режима влаги в лесу и вне леса. Начнем с осеннего промокания почвы. Состояние средней влажности в сухую осень за октябрь 1892 г. в Велико-Анадоле (чернозем водораздельный на тяжелом суглинке) показано в табл. 18.



Место наблюдения	Средняя влажность в % от веса сухой почвы при глубине горизонта в м						
	поверхность	почва			подпочва		
		0,1	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0
Черный пар . . . . .	3,6	21,8	24,2	24,4	24,4	20,8	19,4
Поле — жнивьё . . . . .	10,7	15,2	18,3	18,1	17,3	17,1	18,1
Целина степная . . . . .	5,9	12,4	17,2	17,5	16,0	16,8	17,6
Лес . . . . .	15,0	18,3	18,4	17,8	14,8	14,8	13,1

Эти данные характерны для осеннего состояния влажности тяжелой черноземной почвы. По ним мы видим, что:

1) поверхность почвы наиболее иссушается там, где она совершенно открыта, т. е. на черном пару, затем на рано и низко скашиваемой целине, на позже и выше сжинаемом поле и меньше всего под лесом;

2) собственно почва наиболее иссушается под травяной целиной, затем под полем, далее под лесом и менее всего под черным паром;

3) подпочва иссушается наиболее под лесом, затем под степной целиной, под полем и менее всего под черным паром.

На рис. 19 представлено распределение влажности почвы в Шиповом лесу (б. Воронежской губ.) под спелым древостоем (справа) и на поляне в огороде у дома наблюдателя (слева) в половине сентября 1899 г. Профиль этот составлен мною по данным Г. Ф. Морозова. К моменту исследования прошли небольшие дожди и началось осеннее промачивание почвы. Под поляной почва уже значительно отсырела с поверхности до 20 см. Под лесом же такого отсырения не видно, потому что в лесу значительная часть влаги небольших дождей задержалась на кронах деревьев (гл. I, § 23) и мертвым покровом (гл. II, § 8). Значит, при начале промачивания (осенью) поверхность и верхний слой почвы отсыревают на открытом месте, особенно по открытым полянам, раньше и бывают влажнее, чем внутри леса.

Затем на этом же чертеже замечается особое состояние влажности слоя почвы на глубине 25 см. Этот слой во всех случаях содержит значительно меньше влаги, чем выше и ниже расположенные слои. Это — горизонт оподзоливания. Вследствие обеднения перегноем и неорганическими клейкими веществами (коллоидами) он не

задерживает в себе столько влаги, как верхний, более богатый органическими остатками дерновый горизонт, и как ниже его находящийся горизонт скопления клейких веществ. Этот горизонт оподзоливания присущ лесным землям, в черноземе же (Велико-Анадоль) его нет.

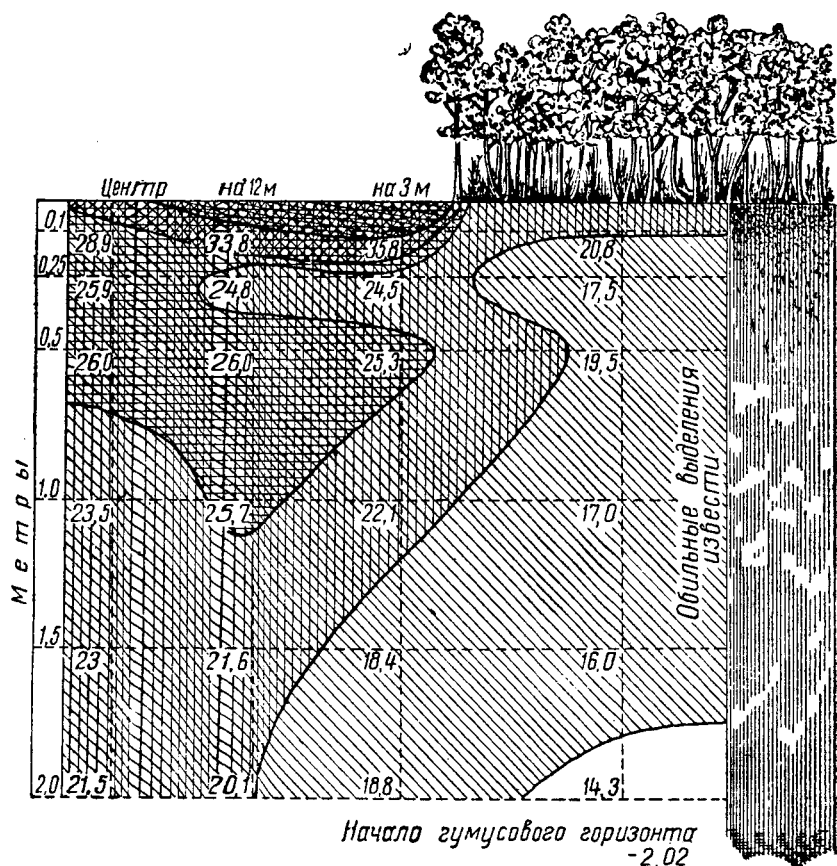


Рис. 19. Шипов лес. Огород—поляна и лес. Влажность почвы в процентах от сырой, середина сентября 1899 г.

Наконец, как и по предыдущим данным Велико-Анадолы, мы замечаем здесь сильное высушивание лесом глубинных горизонтов подпочвы, заходящее от опушки под окраину поляны.

Подобные данные получены у нас в Кочетковской даче (близ Чугуева), то же в нагорной дубраве В. И. Акоповым осенью 1927 г. Здесь исследовалась влажность почвы под спелым столетним дубняком, под порослевым молодняком и под лесосекой. Получены следующие данные (табл. 19):

Глубина в см	Влажность в % от веса сухой почвы			Глубина в см	Влажность в % от веса сухой почвы		
	лесосека	молод- няк	спелое насаж- дение		лесосека	молод- няк	спелое насаж- дение
Поверхн.	19,9	20,2	20,4	160	22,6	19,9	16,9
10	15,4	15,2	16,8	180	21,4	18,0	17,4
20	12,8	15,9	15,8	200	19,7	16,8	15,0
40	18,0	17,0	18,3	220	21,2	17,0	15,4
60	21,5	—	17,8	240	20,0	16,6	15,3
80	22,9	17,5	17,2	260	20,3	16,8	12,5
1 00	24,6	18,2	16,5	280	19,6	18,0	14,7
1 20	26,3	18,8	16,3	300	17,3	18,1	15,4
1 40	26,1	16,9	15,5	320	17,0	14,2	16,2

Здесь тоже на глубине 20 см горизонт оподзоливания и на лесосеке и под спелым лесом имеет свой минимум влагосодержания. Затем влажность во всех случаях повышается: под лесосекой больше всего, под молодняком меньше и под спелым насаждением еще меньше. Среднее по метрам приведено в табл. 20.

Таблица 20

	Лес	Молод- няк	Лесо- сека
1-й метр . . . . .	17,3	17,2	19,6
2-й . . . . .	16,3	18,1	23,4
3-й . . . . .	14,7	17,2	19,6

В более северных местностях вследствие распространения в них смешанных ледниковых наносов (камни, песок, глина в неравномерной смеси) исследования влажности почвы менее надежны, чем в степных, лесостепных и частью лесных местностях, находящихся в пределах более равномерных лёссовых отложений. Затем в более северных, более влажных местностях раньше начинается осеннее отсыревание почвы и вообще высыхание почвы бывает менее правильным, часто нарушаемым даже летними дождями. Как два различных состояния приводим (табл. 21) сентябрьские данные Н. А. Качинского по Московской областной сельскохозяйственной станции (в процентах).

Горизонты в см	1921 г., более сухой		1923 г., более влажный	
	лес	залежь	лес	залежь
5—8 (дерновой) . . . . .	9,8	12,6	41,2	28,8
15 } подзолистый . . . . .	7,5	12,6	23,4	23,4
23 } . . . . .	10,0	9,3	19,6	19,2
40 } . . . . .	15,1	12,2	18,1	17,0
70 } уплотненный . . . . .	16,1	18,1	18,7	18,0
100 } . . . . .	14,9	22,9	21,5	14,0

Только в более сухой год мы видим знакомое распределение влажности, во влажный же год и до глубины всего 1 м получаются на моренных суглинках противоречивые данные. Ясно, что исследование влажности почвы под лесом до 1 м далеко не достаточно.

§ 2. Итак, если не считать наветренных конденсационных опушек и горных лесов (гл. I, § 19), промокание осенью начинается так, что более открытые почвы получают влаги больше, чем под травой, а эти больше, чем под лесом. И чем лес гуще, особенно хвойный, тем позже под ним должно при прочих равных условиях начинаться осеннее отсыревание почвы. Общий ход промокания глубоко высушенной к осени почвы зависит, конечно, от осадков и температурных условий осени, зимы и весны.

Для примера на чертеже (рис. 20) нанесены наши данные влажности почвы по Велико-Анадолу за 1892 — 1893 гг. по полному сомкнутому лесному искусственно созданному кленово-ясеневому насаждению 28 лет (влажность определена в процентах от сырой навески).

Мы видим, что промокание в степях под лесом с осени проникает неглубоко (не глубже полуметра). С наступлением морозов оно почти прекращается: происходит лишь медленное пленочное передвижение воды по поверхности почвенных частиц. Возобновляется промокание зимой лишь в дни сильных оттепелей, обильное же увлажнение почвы происходит ранней весной при таянии снежного покрова и потом еще углубляется от весенних дождей. Наибольшей глубины промокание почвы достигает обычно лишь в мае, когда уже из верхних почвенных горизонтов идет потеря влажности.

В общем так же идет промачивание почвы и в степи и на полях. Там только амплитуда отклонений кривых влажности, большая у поверхности почвы, с глубиной постепенно сокращается.

На рис. 21 представлено схематически (несколько сглаженно) распределение влажности почвы осенью до начала промокания и вес-

ной в конце промокания в поле и под лесом. Вследствие того что подпочва под лесом обычно высушивается сильнее, чем под полем, и вследствие большего проникания воды в период таяния в почву леса под лесом промокание обозначается резче, промокшая почва яснее отличается от непромокнувшей на стенках ямы, чем под полем.

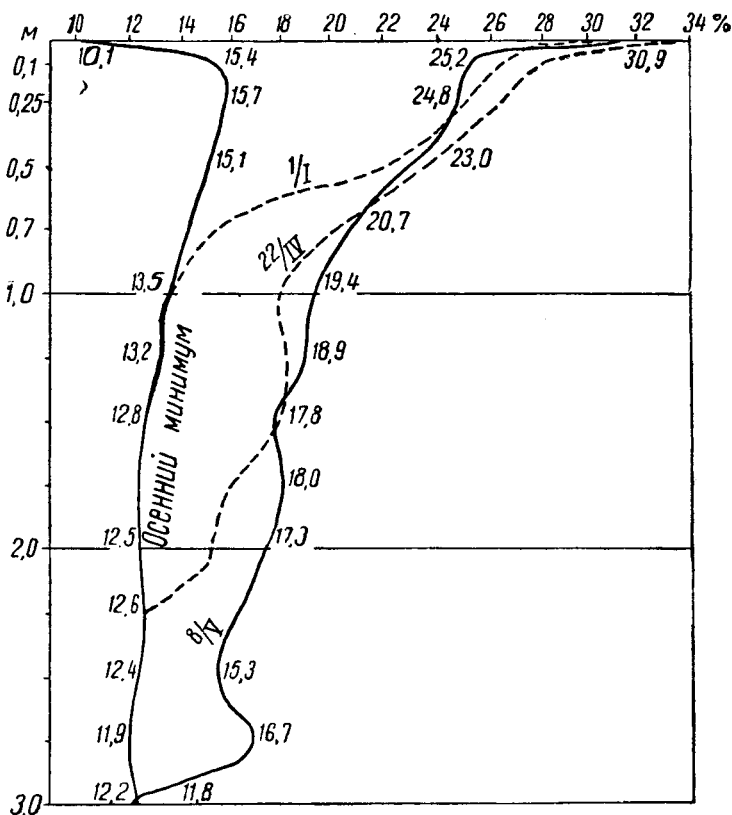


Рис. 20. Влажность почвы под искусственным насаждением в Велико-Анадоле осенью, в январе, в апреле и мае

В общем глубина промокания бывает приблизительно одинаковой. Но в степи и на поле раньше начинается высыхание почвы с поверхности и в верхних слоях, чем под лесом.

Предельность промокания почвы в степях и в лесостепи при отдаленном уровне грунтовых вод и отсутствие ясных сезонных колебаний влажности подпочвы глубже предела промокания побудили меня предложить теорию мертвого горизонта иссушения<sup>1</sup>. В настоящее время, при увеличившемся количестве данных,

<sup>1</sup> Об этом см. журнал «Почвоведение» № 1, 1899, стр. 4; № 3, стр. 8, автора «Биологические, почвенные и фенологические наблюдения в Велико-Анадоле» в «Трудах опытных лесничеств», 1901 г.; вступление ко II части и § 5, и в вып. I, 1902 г., глава III, ч. II, § 9 (оттиск, стр. 80).

считаю более удобным такое название заменить словом диспульсивный горизонт, т. е. горизонт с более или менее постоянным процентом влажности почвы на протяжении года.

§ 3. Чтобы лучше понять описываемые явления, нам следует припомнить некоторые водные свойства почвы. Прежде всего следует отметить три определенных грани содержания влаги в почве:

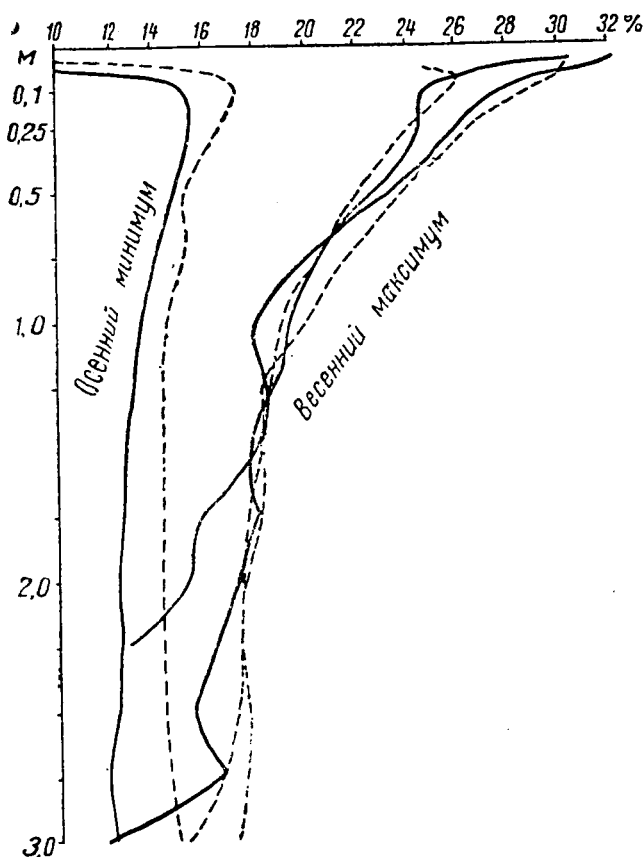


Рис. 21. Влажность почвы осенью и весной в Велик-Анадоле под лесом (сплошные линии) и под полем (прерывистые линии)

- 1) наибольшая гигроскопичность, 2) абсолютная влагоемкость и 3) полная влагоемкость.

Наибольшей гигроскопичностью называется содержание влаги почвой в воздухе, почти вполне насыщенном водой (не совсем «вполне», ибо при таком случае от малейших изменений температуры в почве может оседать роса). По опытам Аммона, наибольшая гигроскопичность изменяется с изменением температуры воздуха так (табл. 22):

	Наибольшая гигроскопичность в %			
	гумуса	каолина	CaCO <sub>3</sub>	кварца
При 0° Ц . . . . .	14,2	5,7	4,3	2,2
" +10° Ц . . . . .	36,5	6,4	4,8	1,2
" +20° Ц . . . . .	26,8	1,5	1,0	0,3

С размельчением почвенных частиц она увеличивается: песок — 0,3%, супесь — более 1%, лёсс из Одессы — 7,9%, тяжелей лёссовый суглинок из Велико-Анадолы — 9,9%, чернозем из Велико-Анадолы — 11,5% от веса сухой почвы, подзолистые же почвы — лишь около 3%.

Абсолютной, наименьшей или максимальной молекулярной (по А. Ф. Лебедеву) влагоемкостью почвы называется максимальное состояние влажности, удерживаемой почвой при совершенно свободном стоке вглубь.

И, наконец, полной влагоемкостью называется состояние почвы при полном заполнении влагой всех почвенных промежутков.

На рис. 22 слева изображена наполненная песком стеклянная трубка. В эту трубку сверху наливалась вода, часть ее просочилась вниз сквозь песок и вытекла в чашку В, поставленную снизу. Сверху (А) наложена плотная крышка, чтобы устранить испарение воды из трубки. Через некоторое время после наливания и просачивания воды из трубки с разных мест ее берутся образцы песка и исследуются на содержание воды.

Оказывается, что от А (сверху) до некоторой черты К влагосодержание по всему столбу остается почти совершенно одинаковым (малые колебания из-за неравномерности песка и плотности его загрузки) — около 2%. При отсутствии испарения или десукции (отсасывания корнями) эта влажность остается неизменной. Это и есть состояние абсолютной влагоемкости. В нижней части трубки, погруженной в воду, все поры заполнены. Здесь влагосодержание равно 16,2—16,8%, в среднем 16,5%. Это есть полная влагоемкость. Между полной и абсолютной влагоемкостью (между W и K) мы видим кривую линию, показывающую разное промежуточное содержание воды, прибывающее сверху вниз. Это — разные ступени капиллярной влагоемкости, и уровень К — предел капиллярного водоподъема.

Чем мелкозернистее материал, чем больше в нем пыли и особенно иловатых частиц, тем все ступени влагоемкости, начиная от гигроскопичности, более повышаются, тем выше капиллярный водоподъем, тем более длинную трубку нужно брать для опыта установления абсолютной влагоемкости. Для суглинка это очень трудно,

и почвоведы изыскивают другие способы определения величины абсолютной влагоемкости суглинков и глины. Проф. А. Ф. Лебедев определяет ее мощной центрифугой собственной конструкции.

Объясняется все это силой притяжения поверхностью частиц смачиваемого тела молекул воды. Эта сила громадна, но она чрезвычайно быстро падает при возрастании влажности. Чем больше влажность почвы, тем слабее вода притягивается частицами почвы.

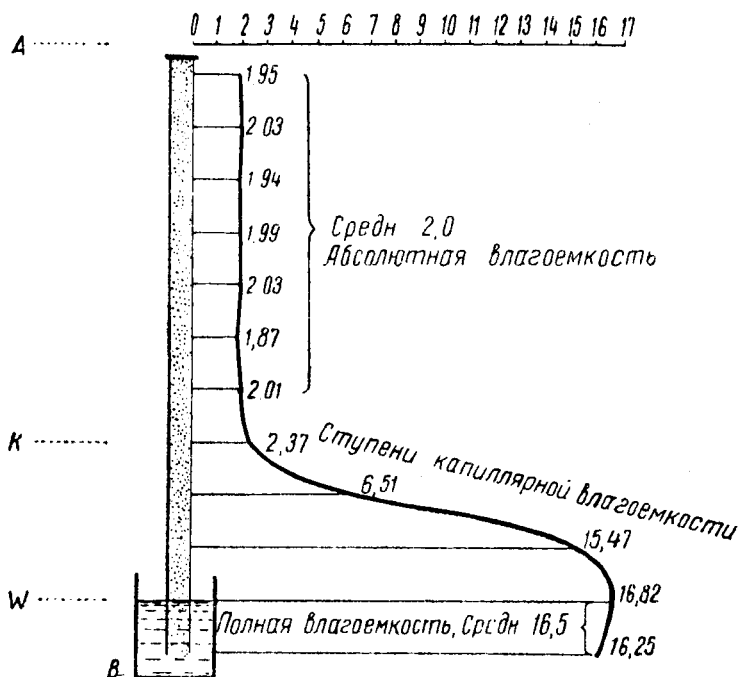


Рис. 22. Распределение влажности песка в трубке после сквозного промачивания (по данным проф. А. Ф. Лебедева)

И при абсолютной влагоемкости наступает такой момент, когда сила тяжести воды (гравитационная сила) уравнивается с силой притяжения воды частицами почвы. Далее с повышением влагосодержания получается уже избыток воды, тяжесть которого выше притяжения частицами. Этот избыток влаги, называемый гравитационной водой, повинаясь силе тяжести, просачивается между частицами в глубь почвогрунта до водоупорного слоя или до уровня грунтовых вод, с которыми и сливается. Но тут, от уровня грунтовых вод, действует еще другая сила, сила капиллярности, которая заставляет часть воды подниматься вверх и заполнять капиллярные промежутки между почвенными частицами. С повышением над уровнем грунтовой воды капиллярность ослабевает (задерживают воду лишь все более и более мелкие промежутки), пока



на высоте  $K$  эта сила не исчезнет и выше будет действовать только сила притяжения частиц<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Напомним, что влажность почвы исчисляется в процентах от сырой навески или от навески, уже высушенной в термостате или в сушильном шкафу. Первоначально мы вычисляли влажность в процентах от сырой навески (как и известный исследователь до нас — А. Измаильский). Сушку образцов мы производили в водяной бане при  $95^{\circ}\text{C}$  в течение круглых суток. Позже мы перешли к более удобным вычислениям влажности от сухой почвы. Если буквой  $S$  обозначить процент влажности от сухой почвы, а  $h$  — от сырой, то

$$S = 100 \, h : (100 - h); \, h = 100 \, S : (100 + S).$$

Запас воды в почве переводится на слой воды в миллиметрах таким образом. Исследуется объемный вес ненарушенной почвы в сухом состоянии, т. е. вес в граммах одного кубического сантиметра почвы в сухом состоянии. Получились такие данные:

Глубина в м	Вес 1 см <sup>3</sup> почвы в сухом состоянии в г		
	Велико-Анадоль	Принято округленно	По Близнину, Елисаветград (ныне Кировоград Ред.)
Поверхность	—	1,10	1,376
0,10	1,15	1,20	
0,25	1,25	1,30	
0,50	1,37	1,35	
0,75	—	1,40	
1,00	1,46	1,45	1,456
1,25	—	1,50	1,478
1,50	1,55	1,55	
1,75	—	1,60	
2,00	1,63	1,65	

Если обозначить объемный вес почвы  $p$ , влажность в процентах сырой почвы  $h$  и сухой  $S$ , то 1 см<sup>3</sup> почвы содержит влаги  $h$ :

$$h = 10 \frac{np}{100-n}, \text{ или же } h = 10 \, Sp.$$

Например: 21 % от веса сырой почвы при объемном весе в 1,45 составит:

$$h = 10 \frac{21 \times 1,45}{100 - 21} = 3,86 \text{ мм.}$$

Это же равно 26,6 % от веса сухой почвы при том же объемном весе в 1,45:

$$h = 10 \times 26,6 \times 1,45 = 3,86 \text{ мм.}$$

Большая простота вычисления запаса воды — при исчислении влажности в процентах от веса сухой почвы.

§ 4. Значит, если каким-нибудь образом совершенно устранить испарение и отсасывание воды корнями из почвы, то при первоначальной высушенности ее на большую глубину промокание должно идти так: проникшая в почву доза воды может вначале пересыщать верхний слой почвы, т. е. в нем может временно удерживаться влаги больше, чем соответствует ее абсолютной влагоемкости. Это за-

Теперь возьмем такой пример:

Глубина в м	Процент влажности от сырой почвы	Запас воды в 1 см <sup>3</sup>	Средний запас по слою почвы	Запас воды по слоям в мм
Поверхн.	22,2	3,14		
0,10	28,4	4,76	3,95×10	39,5
0,25	26,0	4,57	4,67×15	70,1
0,50	22,7	3,97	4,27×25	106,8
0,75	20,3	3,57	3,77×25	94,2
1,00	20,0	3,63	3,60×25	90,0
1,25	18,9	3,50	3,56×25	89,0
1,50	17,8	3,35	3,43×25	85,8
1,75	17,2	3,33	3,34×25	83,5
2,00	17,2	3,43	3,38×25	84,5

Значит, весь запас влаги в почве до глубины 1 м равен 400,6 мм, а до глубины 2 м—743,4 мм. Для более глубоких горизонтов почвы мы приняли однообразный объемный вес ее в 1,65 (анадольская подпочва плотнее, тяжелее херсонской и кировоградской).

Не вся эта влага доступна для пользования растениями. Ее надо разделить на две части: мертвый запас — не доступная для растений влага (притяжение молекул воды больше силы отсасывания почвенной влаги корнями растений) и живой, или оборотный, запас — доступный для корневого отсасывания.

Чтобы приблизительно судить о наличии количества доступной влаги, мы вычитаем ее мертвый запас. Наши многолетние наблюдения показали, что, устраняя случаи непосредственного испарения влаги из почвы, происходящего гораздо дальше, до более низкого содержания влаги, чем предел доступности для корней, мы можем принять следующие нормы предела влагодоступности в Велико-Анадоле:

Горизонт	%	
	от сырой	от сухой
Дерновой . . . . .	11,5	13,0
Переходный . . . . .	11,0	12,4
Подпочвенный . . . . .	10,5	11,7

Принимая такие пределы, находим, что мертвый запас влажности почвы от поверхности ее до глубины 1 м равен 167 мм, до глубины 2 м—349 мм, до глубины 3 м—735 мм.

При этом запас оборотной влаги в нашем рассматриваемом выше примере оказывается до 1 м равным 401—167 = 234, а до 2 м 743—349 = 394 мм.

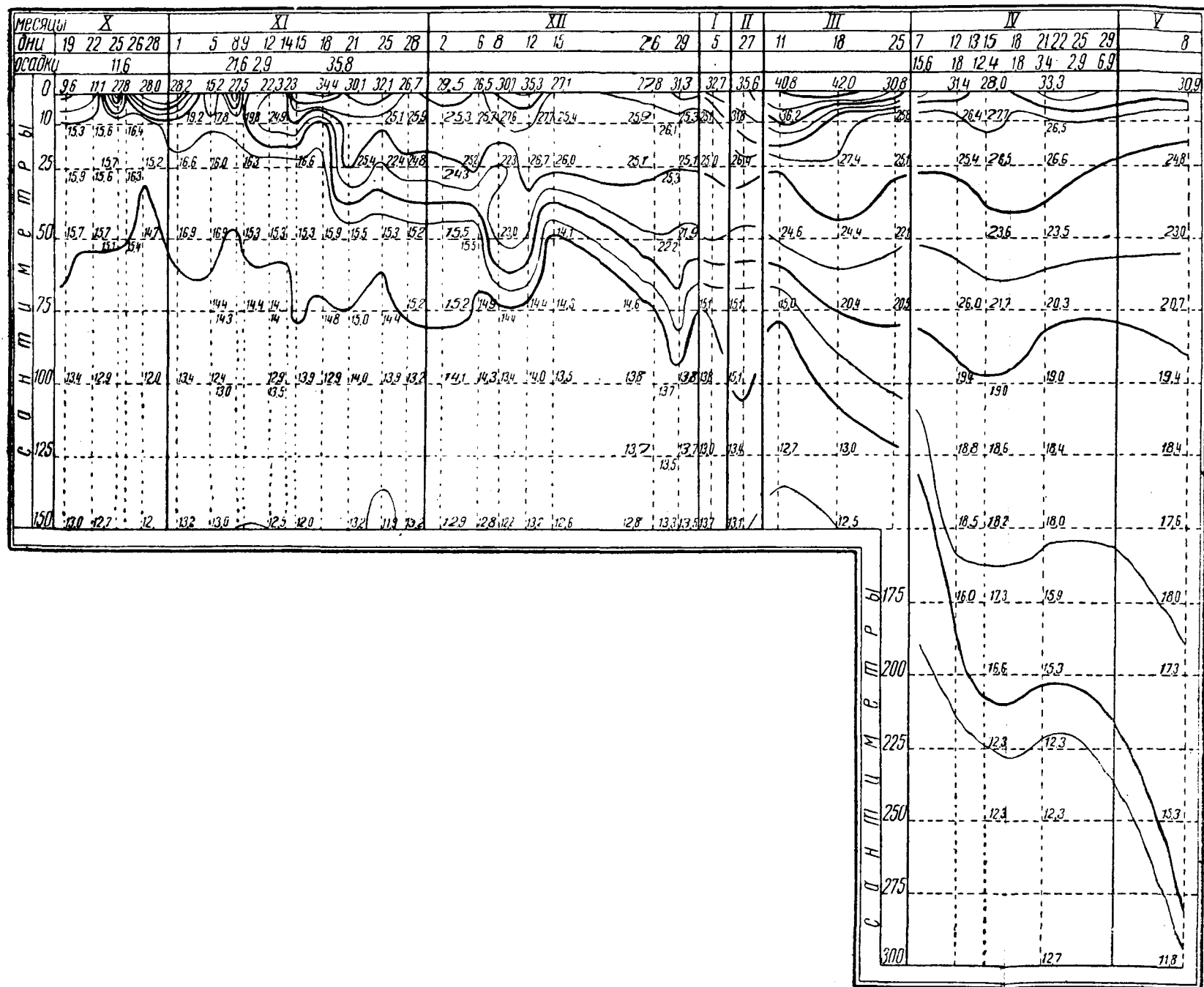


Рис. 23. Хроноизоплеты хода промокания почвы под насаждением в 1892—1893 гг.

висит, во-первых, от промерзания: над еще мерзлым слоем вода задерживается, так как проникающие в поры мерзлого слоя дозы ее замерзают и закупоривают эти поры. Затем при незамерзшей почве происходит в некоторых случаях (тяжелые и перегнойные почвы) разбухание клейких (коллоидальных) масс, вследствие чего промежутки суживаются и просачивание становится сильно замедленным. И вообще просачивание вглубь, встречая трение между частицами почвы, происходит тем медленнее, чем мелкоземистее почва.

Но через несколько дней влажность в почве распределяется соответственно абсолютной влагоемкости почвы и количеству проникшей в почву воды.

На рис. 23 представлен в виде кривых с одинаковым процентом влажности (изоплет) ход изменения влажности почвы под полным кленово-ясеневым древостоем в Велико-Анадоле за осень и зиму 1892 — 1893 гг. Эти кривые проведены через каждый процент влажности от поверхности до глубины 1,5 м.

Отметим следующие моменты. Значительные осадки выпали 25 октября — 11,6 мм, 8 ноября — 21,6 мм, 10 ноября — 2,9 мм, 18 — 20 ноября — 35,8 мм, 22 — 23 ноября — 7,8 мм (снег); 21 ноября настали морозы и стал накапливаться снежный покров; 6 декабря — оттепель; снег, содержащий 13,2 мм осадков, растаял; 8 декабря — дождь — 1 мм; 15 декабря наступили опять морозы и стал накапливаться снег, достигший к 5—9 февраля в лесу наибольшей мощности в 52 см. После 10 февраля от слабых оттепелей снег стал садиться (уплотняться). Таяние началось 12 марта, когда сумма осадков в лесу с 5 декабря достигла 110 мм, а запас воды в виде снега 70 мм. Значит, разница в 40 мм частью испарилась, частью понемногу входила в почву при подтаивании снизу (от теплоты, исходящей от земли, — см. гл. I, § 22). К 18 марта снег в лесу растаял, а 20 марта опять наступил холод и стал накапливаться новый снежный покров, который растаял в лесу к 4 апреля.

Значит, до апреля моменты проникания влаги в почву леса были 25 октября, 8 ноября, 20 ноября, 7 декабря (таяние первого снега); в феврале шло снизу медленное подтаивание; с 12 по 18 марта второй (главный) снег растаял, а 20 марта образовался третий снег, растаявший к 4 апреля. Все эти моменты видны на нашем чертеже. До 25 октября влажность почвы представляла типичное распределение в осеннюю засуху. Затем начинается ее отсыревание сверху.

Следует отметить, что никогда влажность почвы не распределяется совершенно правильно, всегда попадают, как называет их Измаильский, индивидуальные места, в которых влажность несколько отклоняется от среднего типичного ее распределения.

Глядя на приведенный выше чертеж хроноизоплет влажности, замечаем отклонения: 26 октября — 16% вниз, 28 октября — 12% вверх, 1 ноября — 17, 16 и 13% вниз, 15 ноября — 16 и 13% вниз, 18 декабря — 13% вверх, 21 декабря — 25 и 14% вниз; 8 декабря — 23% вверх, 15 декабря — 15% вверх, 29 декабря — 20% вниз и т. д.

Затем замечаем значительное непостоянство влажности подпочвы в ее нижних, наиболее высушенных горизонтах. Это происходит отчасти от присущих ей местами скоплений углекислой извести (белоглазки), понижающих влагоемкость, отчасти оттого, что при выпадении значительных осадков и при таянии снегов местами вода затекает вглубь по трещинам и иногда по ходам вышних землероев

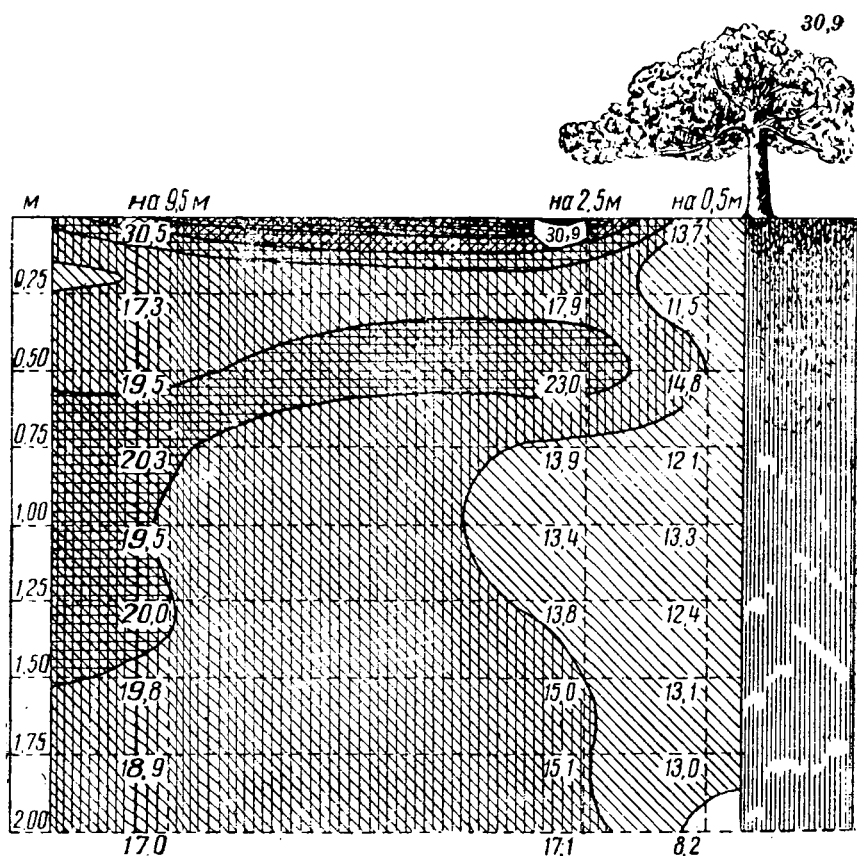


Рис. 24. Топоизоплеты влажности почвы в парке лесного факультета Харьковского сельскохозяйственного института 28 октября 1927 г.

(слепа и др.), и, наконец, чаще всего оттого, что корни распределяются в области подпочвы неравномерно, а потому и иссушают почву неравномерно.

§ 5. Уместно привести данные влажности почвы, полученные 28 октября 1927 г. студентами харьковского лесного факультета под руководством П. С. Погребняка в институтском парке. Данные изображены на рис. 24. Были пробурены три скважины до глубины 2 м: 1) под тенистой липой, на полметра от ее ствола, 2) на краю проек-

ции ее кроны на расстоянии 2,5 м от ствола и 3) на полянке в расстоянии 9,5 м от ствола этой липы и не ближе такого же расстояния до стволов других деревьев.

Кривые наглядно показывают, как изменяется состояние влажности в зависимости от расстояния от ствола дерева, под которым высушивание почвы благодаря отсасыванию воды корнями наиболее сильно. Вследствие задержания части осадков кроной под деревом осенью влажность не только подпочвы, но и собственно почвы остается ниже, чем на открытом. Наибольшая влажность собственно почвы у окраин крон (у опушек), далее в открытом месте влажность собственно почвы понижается (под действием ветра и солнца), а влажность подпочвы постепенно повышается.

Мы видим большое сходство этого чертежа с рис. 19 (§ 1). Но тут нагляднее резкость изменения влажности подпочвы под самым стволом дерева. Заметим, что и тут, как в Шиповом лесу (фиг. 19), в Кочетковской лесной даче и под Москвой (§ 1), кривые образуют характерные изгибы: изгиб уменьшения влагосодержания на глубине оподзоленного горизонта (оподзоливание 25 см) и изгиб повышения на глубине клеевого горизонта (на 50 см).

Кстати, несколько слов о нанесении графических изображений распределения влажности почвы. На рис. 23 мы имеем кривые, обозначающие распределение влажности почвы под одним и тем же насаждением во времени (на оси абсцисс — мера времени), а на рис. 24 и 19 — в пространстве (на оси абсцисс — меры расстояний). Кривые, соединяющие равнозначные точки, называются *изоплетами*<sup>1</sup>. Кривые, связывающие точки равного значения во времени (фиг. 23), следует называть *хроноизоплетами*, а кривые, связывающие точки равного значения в пространстве (по профилю рис. 19 и 24) — *топоизоплетами*<sup>2</sup>. В наших случаях мы представляем хроноизоплеты и топоизоплеты влажности (могут же быть и температурные, и по составу почвы и т. д.).

§ 6. Итак, промокание почвы происходит при влажности, превышающей абсолютную влагоемкость почвы (§ 3) и называемой (избыток) гравитационной. Гравитационная вода под действием своей тяжести просачивается между почвенными частицами. Встречая высушенные слои почвы, просачивающаяся вглубь гравитационная вода расходуется на увлажнение этих слоев до состояния абсолютной (максимальной молекулярной) влагоемкости и лишь остатки ее проникают еще более вглубь. Таким образом, гравитационная вода по мере проникания вглубь через высушенную почву истощается и, наконец, может быть целиком израсходована. Остается непромокающая часть почвы. После первоначальной значительной высушенности почвы глубина ее промачивания бывает ясно заметна на разрезе по границе между более темным промоченным и более сухим непромо-

<sup>1</sup> От греческих слов *isos* — „равный“ и *pleso* „сплетаю“ — связь между равными точками.

<sup>2</sup> По-гречески *chronos* — время, *topos* — место.

ченными слоями. Но при долгом оставлении во влажном состоянии и без новых притоков влаги граница промокшей и непромокшей частей почвы медленно сглаживается вследствие того, что влажность соприкасающихся частей однородной почвы в таких условиях неустойчива: путем пленочного передвижения от частицы почвы к прилегающей к ней другой частице однородной почвы влажность постепенно уравнивается. От этого ближайшие сухие горизонты почвы понемногу отсыревают, а соседние с ними промокшие становятся менее влажными. О значении такого пленочного перераспределения влаги скажем дальше. Мы можем подметить на чертеже (фиг. 23) к концу зимы, без наличия новых промоканий, некоторое расхождение стеснившихся хроноизоплет влажности.

После растаяния снега и стока части талых вод при влажной весне происходит дальнейшее обогащение почвы водою дождей. Пока осадки превышают испаряемость, продолжаются накопление влаги почвой и углубление живого горизонта промокания.

Промокание, передвижение вглубь последних доз гравитационной воды происходит еще, когда уже начинается высыхание верхних почвенных слоев. Под защитой полога крон древостоя, подлеска и мертвого покрова от непосредственного испарения влаги из почвы начало потери влаги почвой леса значительно запаздывает и накопление влаги от весенних дождей (и частью росы от конденсации — см. гл. I, § 19) продолжается тогда, когда в степи, на полях происходят уже большие потери.

Это бывает особенно, когда весной устанавливается продолжительный восточный сухой ветер.

Рассмотренные выше изменения влажности почвы, повидимому, однако, не являются повсеместными. Они получены в степной и лесостепной зонах. Мы уже отметили некоторое отклонение в кривых влажности, относящихся к оподзоленному горизонту в серых лесных суглинках (§ 1 и 5). При дальнейшем развитии подзолов, под которыми образуются более резко выделяющиеся клейкие горизонты (В), или горизонты ортштейна, которые становятся способными временно задерживать проникающую в почву воду в виде так называемой почвенной воды или верхнепочвенной верховодки, должны наблюдаться явления, более или менее отличающиеся от описанных.

К сожалению, однако, эти явления еще остаются недостаточно изученными, в том числе и влияние леса на них. Очевидно, здесь скрываются причины некоторых своеобразных явлений севера, вроде, например, упоминаемых проф. Н. С. Нестеровым трех весенних вод: 1) полевой, или снежицы, 2) лесной и 3) коренной, или подошвенной, последовательно пополняющих собой воды весеннего половодья. От этого же происходит часто наблюдаемое на севере временное весеннее заболачивание почв даже в местах с довольно отдаленным уровнем грунтовых вод.

§ 7. Если спросить, где в конечном итоге накапливается к весне больше воды в почве — в лесу или в поле, — на такой вопрос довольно трудно дать общий ответ.

Надо полагать, что при различных условиях положения поля и леса, а также при различных условиях отдельных годов ответ должен получиться неодинаковый. Действительно, примем во внимание следующие уже нам известные моменты: 1) лес задерживает значительную часть осадков на своих кронах, и до почвы вследствие этого, особенно в густых хвойных насаждениях, доходит иногда очень уменьшенное количество осадков (гл. I, § 15 и 23); 2) с другой стороны, лес конденсирует на себе влагу из перенасыщенных ею воздушных течений (гл. I, § 19); 3) далее, сток воды по поверхности почвы (гл. I, § 22) в поле бывает гораздо больший, чем в лесу, где при отдаленности грунтовых вод сток талых вод может даже совершенно отсутствовать.

Это — три главных момента; к ним прибавляется еще влияние мертвого покрова, который поглощает часть проникающей в почву воды, но зато хорошо защищает почву от потери влаги через прямое испарение с поверхности (гл. II, § 8). Для лиственных лесов следует принять в общем, что к весне воды поступает в почву значительно больше, чем в поле, так как задержка и испарение с их крон зимой незначительны (гл. I, § 15). Но так как лес гораздо сильнее высушивает почву на большую глубину, то в степных перелесках вдали от снеговосборных опушек (гл. I, § 16) при глубокопочвенных исследованиях оказывается, что весенний запас почвенной влажности бывает ниже, чем в степи, на поле. Еще более низким он должен оказываться под хвойным лесом, больше задерживающим на кронах и снега (гл. I, § 15) и дождя (гл. I, § 23).

Такие данные действительно получались. Если же мы будем исследовать влажность почвы до недостаточной глубины, то получим иногда и противоположные. Так, например, в апреле 1893 г. по Велико-Анадолу были получены данные влажности почвы, по которым исчислен средний запас воды в почве (табл. 23).

Т а б л и ц а 23

Глубина исследования в м	Запас воды в мм		
	в лесу	в поле	в лесу больше (+) или меньше (—)
1	430	356	+74
2	745	719	+26
3	984	1059	-75

Если брать еще более глубокие слои почвы, разница в пользу поля получится гораздо большая, потому что глубинные горизонты



диспульсивного (мертвого) горизонта под полем обычно гораздо сырее, чем под лесом.

§ 8. Вследствие сильной высушенности подпочвы до большой глубины, вследствие того, что промокание при таких условиях довольно резко ограничивается, мы получаем в степях и в лесостепи благоприятные условия для учета прибыли и расхода почвенной влаги. Таким образом, нами в 1893 г., по многочисленным данным влажности почвы, перечисленным к средним месячным, были получены следующие величины запаса воды в почве и расхода влаги, выраженные в виде слоя воды в миллиметрах (табл. 24). Данные по лесу (ясень с кленом 29 лет); глубина промокания до 3 м.

Таблица 24

	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Средний запас воды (оборотный) . . . . .	439	492	446	416	255	182	193
Разность . . . . .	—53	+46	+30	+161	+73	—11	
Сумма наросших осадков (средняя месячная) . . . . .	25	76	137	233	285	296	331
Разность . . . . .	51	61	96	52	11	35	
Сумма убыли влаги . . . . .	—2	107	126	213	84	84	—
Средний суточный расход влаги лесом . . . . .	0,0	3,5	4,2	6,8	2,8	0,8	—
Средний суточный расход влаги полем . . . . .	$\begin{array}{r} 2,1 \quad 4,3 \\ \hline 3,2 \end{array}$		2,6	4,1	1,1	0,3	—

Средний суточный расход влаги за весь период был по лесу 3,45 мм, по полю 2,85 мм. Разница—свыше полумиллиметра в сутки,— может быть, не так велика, но мы видим большую разницу во времени расходования влаги: лес в апреле и начале мая почти ничего не расходует, он еще только начинает распускаться, а почва хорошо укрыта мертвым покровом. Напротив, почва поля уже с ранней весны начинает терять свою влажность — вначале преимущественно вследствие прямого испарения влаги с поверхности почвы, а затем вследствие начала вегетации травяного покрова.

Максимальный суточный расход влаги с поля происходит во время наиболее сильного роста хлебов и трав, именно с половины мая до июня. В июне выпадало много осадков, воздух был влажен, и потому испарение с поля понизилось. Затем настал сухой июль, и испарение с поля, несмотря на созревание и сжатие хлебов, опять

сильно поднялось (непосредственное высыхание почвы и отсасывание из нее влаги пожнивной сорной растительностью — мышей, курай, пырей и др., которая в влажное лето сильно разрастается по жнивью, — отава). Для сокращения такой потери влаги из почвы полезно после снятия хлеба немедленно взлущить поле.

Лес начинает расходовать почвенную влагу позже поля, с половины мая, максимум расхода — в июле, затем этот расход сокращается более постепенно, чем с поля. В отношении расхода влаги лесом и полем наблюдается большая разница во времени. Целинная степь и луг представляют явление промежуточное.

§ 9. Теперь рассмотрим, до какой глубины лес влияет на влажность почвы. У нас по Велико-Анадолу имеются исследования влажности почвы до большой глубины. Эти данные нанесены на чертеже (рис. 25). Здесь мы видим три кривые: две из них (I и II) показывают влажность почвы под полями на водораздельных плато. Одна (I) получена нами в зиму 1892—1893 гг. при рытье колодца на главном водоразделе (плато у бывш. метеорологической станции № 6), другая (II) получена в августе 1892 г. при геологическом бурении (возможно, что образцы были несколько пересушены до первого взвешивания). Третья (III) получена при специальном бурении в том же кленово-ясеновом полном насаждении, данные по которому неоднократно приводились выше.

Сличая кривые, мы видим, что кривая под лесом от глубины 7 м, с местными отклонениями, постепенно приближается к кривым под полем и примерно на глубине 17 м достигает степени влажности под полем первой кривой линии и на глубине около 13,5 — второй (менее вероятной). Отсюда можно сделать вывод, что искусственно разведенный в Велико-Анадоле лес усиленно, сравнительно с полем, иссушает почву до глубины около 15—17 м<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> В настоящее время в Велико-Анадоле получены данные, показывающие, что под искусственно разведенным лесом сравнительно с полем уровень грунтовых вод выше (Лабунский). *Ред.*

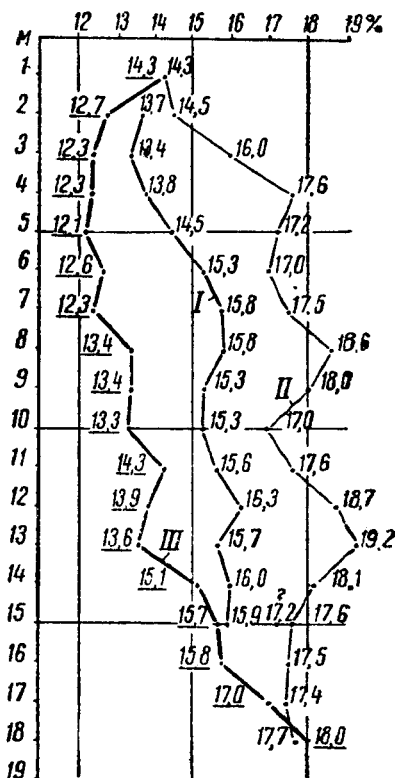


Рис. 25. Средняя по метрам влажность в процентах от сырой глубинных горизонтов почвы под лесом (кривая III) и под полями (кривые I и II) в 1892 г.

Таким же способом сличения кривых, по данным А. А. Измайль-ского (Полтавщина), мы получили приблизительную глубину иссушения почвы степной целиной, сравнительно с полем, на 7 м. К сожалению, у нас не было достаточных исследований влажности почвы под черным паром, чтобы можно было сравнить с ним и учесть глубину иссушения почвы полем. Для этого нужен многолетний чер-ный пар.

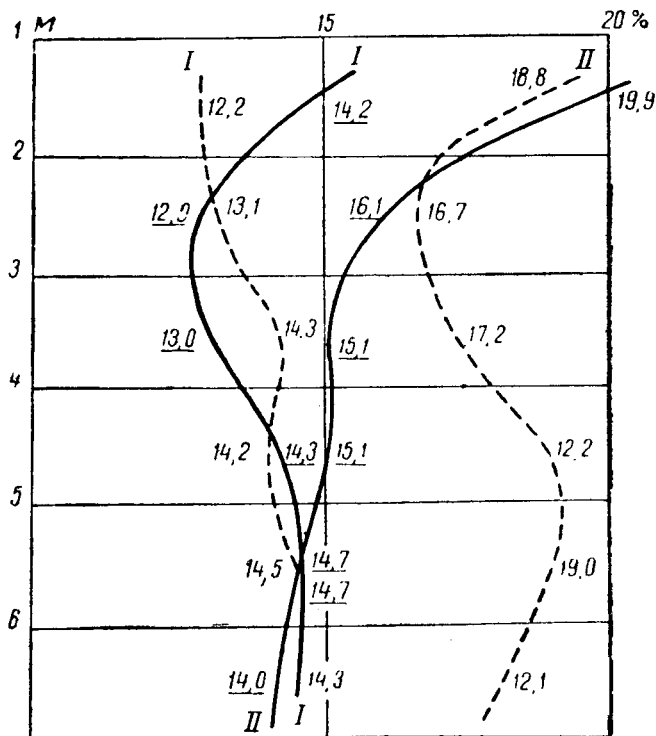


Рис. 26. Влажность почвы средняя по метрам после сухих (I) и после влажных годов (II) под лесом (сплошная линия) и под полем (пунктир) в Велико-Анадолу

§ 10. Не следует считать непромокающий диспульсивный (мерт-вый) горизонт иссушения совершенно инертным, не изменяющимся в отношении своей влажности во времени. В более влажные годы происходит не только более глубокое промачивание почвы, но при менее сильном высасывании влаги из промокшего слоя происходит постепенное отсыревание и непромокающего. В наших степях это чаще наблюдается на поле, чем в лесу. Благодаря такому различному отношению поля и леса к запасам влаги в почве в степях менее засушливых и в годы менее сухие разница во влаж-ности почвы, считая до достаточно больших глубин (3, 4, 6 м), бы-вает бо́льшей, чем в местностях и в годы более засушливые.

На рис. 26 изображено среднее осеннее распределение влажности почвы в процентах от сухой почвы по метрам глубины под лесом и под полем в период более влажных лет (1893 — 1897) и в более сухие годы (1901 — 1902).

1. Средняя осенняя влажность верхнего метра почвы (собственно почва) как в более влажные, так и в более сухие годы на черноземе под лесом бывает несколько выше, чем под полем (до начала отсыревания).

2. Со второго метра (подпочва) устанавливается большая влажность почвы под полем.

3. В годы влажные подпочва под полем становится гораздо влажнее, чем под ним же в годы более засушливые. В годы же засушливые влажность подпочвы под полем так сильно понижается, что приближается к влажности тех же глубин подпочвы под лесом.

4. К этому следует добавить, что сомкнутые лесные насаждения, подошедшие к возрасту жердняка (20—30 лет), в такие сухие годы начинают усыхать. Очевидно, что 12—13% влажности от сырой или 13—14% от сухой почвы составляют предел здоровой доступности влаги в Велико-Анадоле.

§ 11. Сотрудником проф. П. Костычева лесоводом С. М. Храмовым<sup>1</sup> еще перед началом работ экспедиции проф. Докучаева были произведены некоторые исследования влажности почвы в Велико-Анадоле. Наиболее интересные данные были получены Храмовым по влажности почвы насаждений разного возраста от посадки (табл. 25, в процентах от сырой почвы):

Таблица 25

Глубины взятия проб в вершках (в скобках в сантиметрах)	Однолетнее	Двухлет- нее	Шестилет- нее	Двадцатипяти- летнее
2 (0,09)	25,2	22,5	17,8	15,3
6 (0,27)	25,0	22,4	18,2	15,7
8 (0,36)	23,4	22,3	19,1	15,4
12 (0,53)	22,4	21,7	17,4	13,8
16 (0,71)	22,2	21,1	16,3	12,9
24 (1,07)	19,0	19,2	15,4	13,3

Эти данные, полученные по пробам, взятым 24 августа 1892 г., показывают, как происходит обеднение влагой почвы по мере выра-

<sup>1</sup> Впоследствии лесничий Верхнеднепровского лесничества.

станции насаждения. Посадка в первый год развивается слабо, и занятая ею почва представляет собою почти идеальный черный пар, в котором происходит не столько расход, сколько накопление почвенной влаги. Со второго года начинается уже заметный расход почвенной влаги разрастающимся насаждением<sup>1</sup>.

На шестом году насаждение смыкается, т. е. ветви разросшихся деревьев сходятся, отеняя почву и тем препятствуя ее зарастанию травами. В это время очистки прекращаются, и видно, что насаждение уже расходует почвенную влагу весьма энергично. К 20—25 годам насаждения так сильно иссушают почву, что начинают страдать от недостатка почвенной влаги, болеть и подвергаться массовому нападению паразитов (короедов и т. п.)<sup>2</sup>.

§ 12. Теперь посмотрим, как отражается на влажности почвы вырубка леса. Мы имеем хорошие данные Г. Ф. Морозова по Шипову лесу Воронежской губ. Эти данные (табл. 26) подсчитаны мною и представлены в виде средних величин влажности подпочвы (в процентах от сырой почвы от 1 до 2 м глубины, влажность же верхнего слоя нехарактерна).

Таблица 26

	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Лес . . . . .	23,8	21,2	16,8	16,9	14,7	13,1
Лесосека . . . . .	24,2	21,2	21,3	22,0	20,1	19,3

По исследованиям нашего сотрудника В. И. Аكوпова в Кочетковской нагорной дубраве у г. Чугуева осенью 1927 г., влажность почвы в процентах от сухой составила (гл. III, § 1) в среднем (табл. 27):

Таблица 27

Метры глубины	Под лесосекой	Под порослевым молодняком	Под старым лесом
1-й	19,6	17,2	17,2
2-й	23,4	18,1	16,3
3-й	19,7	17,2	14,7

В обоих случаях — и в Шиповом и в Чугуевском лесах — мы видим, что под вырубкой происходит накопление влажности в подпочве. По Шипову лесу мы видим также, что весной под свежей ле-

<sup>1</sup> Надо заметить, что посадка производится весной по осенней вспашке и насаждение подвергается в первые годы тщательной очистке, т. е. мотыжению и выпалыванию трав несколько раз на лето.

<sup>2</sup> Насаждения с дубом как главной породой не только не усыхают в 20—25-летнем возрасте, но не усыхают в степи и в 50—70-летнем возрасте. Ред.

сосекой влажность не отличается от влажности под старым лесом. Разница устанавливается лишь с момента усиленного расходования влаги из подпочвы лесом, именно с июля, и затем постепенно увеличивается (разности 4,5, 5,1 и 6,2%, а по Акопову 7,1%). Зарастающая лесосека начинает расходовать накапливающуюся влагу, постепенно приближаясь к влажности почвы под старым лесом.

Изреживание насаждения, уменьшая количество деревьев на единице площади, всасывающих почвенную влагу, тоже вызывает некоторое повышение ее влажности. По этому вопросу мы имеем также данные В. И. Акопова по Кочетковской даче за ту же осень 1927 г. (в процентах от сухой — табл. 28).

Таблица 28

Метры глубины	Полное насаждение	Изреженное (близ лесной школы)
До 1	17,3	17,5
1—2	16,3	17,9
2—3	14,7	17,1

§ 13. Одновременно с исследованиями влажности почвы Костычева—Храмова и последовавшими за ними нашими, проведенными на большую глубину, почвовед-гидролог П. В. Отоцкий произвел свои первые исследования над положением уровня грунтовых вод в Шиповом лесу. Он нашел, что там всюду уровень грунтовых вод под лесом ниже, чем под полем, и местами под полем около леса имеется верховодка, которой нет под лесом, а под рединой, расположенной между полем и густым лесом, уровень воды занимает промежуточное положение.

Позже Отоцкий произвел такие же исследования (цепи скважин) в различных местностях равнины нашей — от степей до Ленинградской губ., наконец, даже в французских ландах, и всюду нашел то же самое, — что при равных условиях позиции и грунта уровень грунтовых вод под лесом стоит ниже, чем под безлесным пространством (полем).

Нами в Велико-Анадоле (Мариупольское опытное лесничество) неоднократно устраивались водомерные трубы и колодцы в молодых насаждениях, и во всех случаях оказывалось, что уровень грунтовых вод по мере возрастания насаждения быстро понижался и, наконец, уходил ниже дна колодца или трубы, которые становились безводными. Таких наблюдений теперь имеется уже много, и явление усиленного и глубокого отсасывания корнями почвенной влаги и грунтовых вод летом находится вне сомнения. С этим вполне вяжутся многочисленные наблюдения, показывающие заболачивание северных ровнядей после вырубki на них лесов и высушивание болот их облесением.

§ 14. Итак, мы знаем теперь, что бывает промокающая на всю глубину почва (пульсивная), с некоторой глубины подпочва непромокающая, хотя в более сухие годы становящаяся (под полями — § 10) более влажной, а в сухие более сухой (диспульсивная). Против диспульсивности некоторых почв высказывались в свое время сомнения (против мертвого горизонта — § 10). Были указания, что наблюдаемая нами влажность глубоких горизонтов под полем в 17% и даже меньше приближается к состоянию абсолютной влагоемкости, и поэтому такая подпочва считается высушенной или непроницаемой не должна. Эти возражения не верны. Вот какие мы имеем данные средней влажности по метрам глубины в процентах от веса сухой почвы в Велико-Анадоле весной 1899 г. (табл. 29):

Таблица 29

Метры глубины	Лесной массив	Лесная опушка снегосбор- ная	Залежь		Целинная поляна
			плато	ложбина	
1-й	28,9	27,1	28,6	31,7	26,8
2-й	17,3	(20,7)	21,8	24,8	19,8
3-й	14,5	23,4	22,1	24,2	18,4
4-й	15,1	23,7	20,7	24,3	18,2
5-й	15,3	22,5	20,1	22,7	17,4
6-й	—	19,5	17,4	—	16,6

Абсолютная влагоемкость почвы на глубине 3 — 5 м около 22% от сухой (18% от сырой). Промачивание здесь наблюдается только под ложбиной и под опушкой (под последней в указанный год, очевидно, неполное). Под опушкой и под залежью на плато с глубины 2 м данные несколько ниже, чем с глубины 3 м (а под опушкой и глубже — до 5 м), вследствие наличия здесь известкового иллювиального горизонта, частью выраженного в виде «белоглазки». От обилия извести между почвенными частицами влагоемкость этого горизонта должна быть несколько пониженной. Под ложбиной этого горизонта нет: он вымыт постоянным периодическим промыванием, под опушкой же еще молодого насаждения известь еще не успела вымыться. Опушка эта снегосборная (глава I, § 16).

§ 15. Показателем пульсивности и диспульсивности глубоких почв служат не только определения их влажности на разных глубинах, но еще и колебания уровня грунтовых вод. Этот уровень при наличии диспульсивной почвы тоже становится диспульсивным и, наоборот, при пульсивной — пульсивным.

Приведем несколько графиков, представляющих колебания уровня грунтовых вод по нашим наблюдениям. На рис. 27 изображен

ход изменений уровня грунтовых вод по колодезю, специально вырытому в 1893 г. на водоразделе. Данные влажности почвогрунта по нему см. на рис. 25 (поле более влажное).

Мы видим, что с самого начала, с осени 1893 г., вода стоит на одном уровне, а потом, с марта 1894 г., начинает подниматься очень медленно и с некоторыми остановками (например, сентябрь—ноябрь 1894 г., февраль—март 1895 г. и т. д.), но прогрессивно. В 1896 г. колодезь засорился и был вычищен лишь через год. Мы видим продолжение того же медленно-прогрессивного подъема до конца 1901 г., после чего (с глубины 23,71 м) началось столь же медленное прогрессивное понижение уровня. Наблюдения прекращены вследствие порчи колодезя в марте 1903 г.

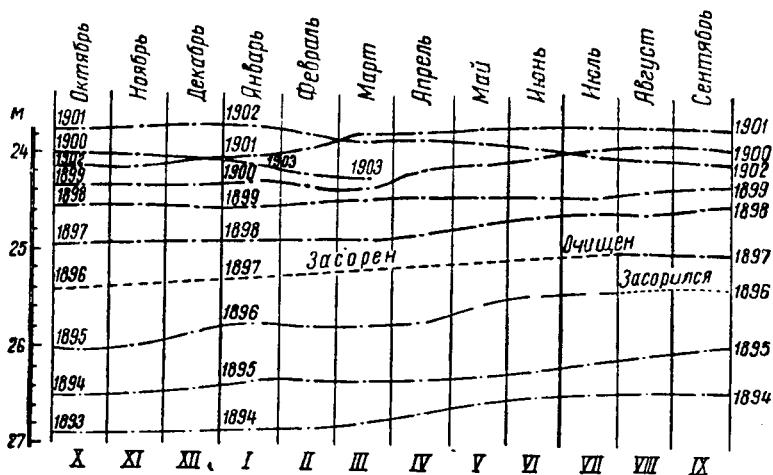


Рис. 27. Ход уровня грунтовых вод в опытном колодезе на высоком водоразделе в Мариупольском опытном лесничестве под полем, занятым затем питомником, с 1893 по 1903 г.

Глядя на эти кривые, мы по ним не можем ясно различать времена года; различаются только разные годы по высоте стояния уровня воды. Следует отметить, что наши кривые здесь несколько сглажены выведением средних месячных. Незначительные зубцеватые колебания кривой при подробной наноске объясняются влиянием колебаний воздушного давления на водный уровень в колодезях и трубах.

Другой чертеж (рис. 28) представляет такие же кривые по другому колодезю, расположенному по тому же водораздельному плато в расстоянии от первого около полукилометра (470 м) и примерно на 1 м ниже. Этот колодезь находится возле железнодорожной будки. Вблизи проходит железнодорожная снегосборная лесокультурная полоса.

Здесь мы видим с 1894 г. тот же постепенный прогрессивный подъем воды. Резкие зигзаги оттого, что водой из этого колодезя



пользуются и иногда, при ремонте пути и т. п., особенно много, что вызывает временное понижение. Вследствие этого средних величин мы не выводили, а даем не вполне точную копию частичных колебаний. Полоса собирает в себе снежные наносы, влага которых проникает в почву, пробивая бывший диспультсивный горизонт. И мы видим, что из 5,5 лет наблюдений за два года, 1896 и 1898, в апреле и мае наблюдался резкий инфильтрационный подъем уровня на 2 м, после чего летом и частью осенью происходило почти такое же глу-

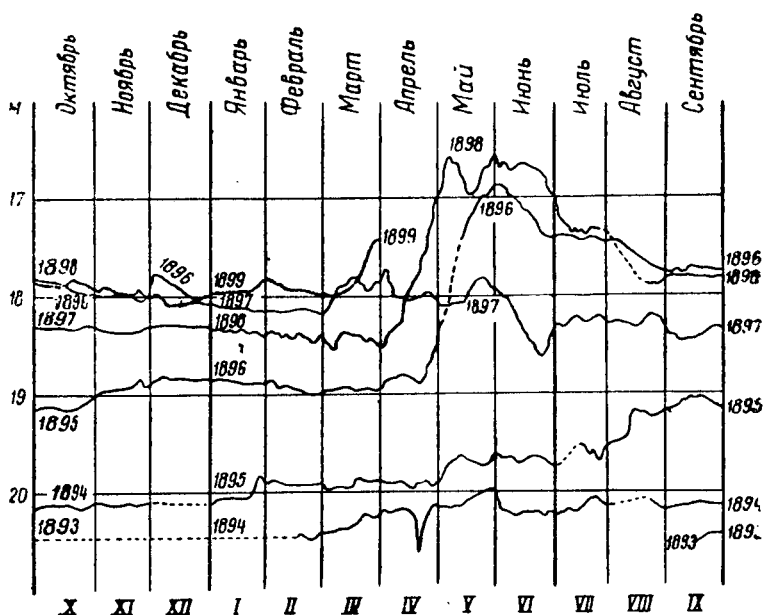


Рис. 28. Ход уровня грунтовых вод под водоразделом (вблизи от предыдущего колодца) около молодой железнодорожной снего-сборной полосы с 1893 по 1899 г.

бокое, но гораздо более постепенное понижение. Это были годы с особенно обильными накоплениями снега к весне. До них и между ними (1897 г.) таких резких сезонных подъемов не наблюдалось. Очевидно, увеличенное промокание здесь, как по приведенным выше данным в другой полосе за 1899 г. с 6-го метра (см. § 14, табл. 29), до грунтовых вод не доходило, и образовывался, хотя и сильно сокращенный, диспультсивный горизонт.

Под питающими грунтовые воды ложбинами, баклушами, блюдцами и т. п. уровень грунтовых вод бывает еще более приближенным и весенняя инфильтрация воды и соответственный весенний водоподъем бывают обычны — весенний инфильтрационный водоподъем, за ним постепенное понижение уровня грунтовых вод, вначале более быстрое, а потом все более и более замедляющееся.

§ 16. Но мы наблюдали и совершенно противоположное явление — только осеннего водоподъема. На рис. 29 представлены перечисленные к одной высоте над уровнем моря данные за два года (1901 и 1902) по двум водомерным трубам в Велико-Анадоле. Место несколько пониженное, плоское, с приближенным (против водораздела, на котором расположены предыдущие колодцы) уровнем грунтовых вод (6 — 7 м от земной поверхности). Здесь имелось 22-летнее берестово-ясеневое искусственное насаждение и рядом с ним обширная поляна (бывший раньше питомник, вынесенный затем отсюда и з-за заморозков; см. главу I, § 10 — поляна с утренниками в —4°Ц).

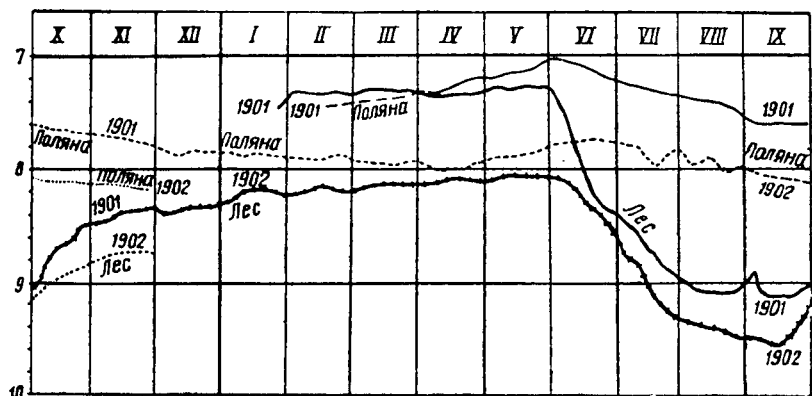


Рис. 29. Ход уровня грунтовых вод за 1901 и 1902 гг. под лесом (кв. 25) и под соседнею поляною (кв. 24) в Велико-Анадоле. Усиленная десукция лесом и осенний коррективный водоподъем под ним

Одна труба была вставлена внутри насаждения на расстоянии 36 м от опушки, а другая на поляне в расстоянии 42 м от той же опушки по перпендикуляру. Уровень почвы во второй трубе лишь на полметра ниже, чем в первой. Края обеих труб связаны нивелировкой. Расстояние до воды (шкала слева чертежа) измерялось от края труб; данные по полянной трубе нанесены непосредственно, а данные по лесной перечислены к высоте края полянной трубы. Таким образом, нанесенные данные приведены к одному уровню (края полянной трубы).

Мы видим, что к концу зимы 1900 — 1901 гг. (в марте) уровень воды в обеих трубах стоял на одной высоте (он далее от лесной трубы к востоку должен подниматься к водоразделу). С апреля 1901 г. начинается сначала очень слабое, а потом, с конца мая, очень сильное расхождение вследствие усиленной десукции (отсасывание воды корнями). Под полянной отсасывание воды корнями травянистой растительности слабое, а под лесом очень сильное. В августе под лесом — самый низкий уровень, временное небольшое поднятие от дождей и опять в сентябре второй минимум, после которого с конца сентября начался довольно быстрый подъем воды.

хотя осень была крайне засушливая. Затем начавшийся подъем стал постепенно слабеть, а уровень в поляннй трубе продолжал равномерно опускаться. Уровни стали опять сходитьсЯ, но сойтись не успели и с начала мая 1902 г. стали понемногу опять расходиться, а примерно с трети июня расхождение вследствие нового быстрого падения воды под лесом стало опять сильно увеличиваться. С трети июня до начала августа сильное падение, потом слабое падение и затем, со второй трети сентября, — новый крутой подъем.

Эти данные следует сопоставить с приведенными выше (§ 8) данными среднего суточного расхода воды на испарение и отсасывание воды лесом. Мы видели там, что лес начинает расходовать почвенную влагу с половины мая — июня. Наибольшей силы расход достигает в половине июля — августа, потом резко падает.

Известно, что первоначальное понижение уровня грунтовых вод при откачке воды идет легко, а затем, чтобы поддержать тот же ход понижения его, необходимо прилагать больше и больше силы. В дальнейшем и возросшей силы может нехватить вследствие напора воды со сторон (хотя бы со стороны соседней поляны). С ослаблением откачки начинается повышение уровня воды, натекающей частью от поляны, под которой вследствие этого падение продолжается.

Такой осенний подъем уровня грунтовых вод, совершенно не зависящий от промокания почвы и инфильтрации воды осадков, я называю коррективным водоподъемом, в отличие от инфильтративного. Он зависит исключительно от падения и затем (с листопадом) почти полного прекращения сосания воды корнями. Коррективный осенний водоподъем свойствен различным пониженным местам, к которым натекают со стороны грунтовые воды, постепенно приближающиеся к дневной поверхности и вследствие этого становящиеся все более и более доступными отсасыванию вначале для леса с его более глубоко проникающими и мощными корнями, а затем и для травянистой растительности.

Наступлению осени, особенно после первых значительных заморозков, даже без дождей (сухая осень), обычно сопутствует отсыревание понижений с близким уровнем грунтовых вод и оживление источников и ручьев.

§ 17. Таким образом, мы видим, что в степях наших почвы и грунтовые воды бывают дисгильсивные, инфильтрационные (инфильтративные) и коррективные, или выпотные.

И влияние леса на такие почвы выражается:

- 1) в образовании в местах снежных отложений (в опушках или снегосборных полосах и т. п.), где раньше подпочва не промачивалась до уровня грунтовых вод, полос с подпочвой, промачиваемой до грунтовых вод;

- 2) в усилении резкости проявления непромачиваемых почв

вследствие усиленного иссушения не промачиваемой до грунтовых вод подпочвы;

3) в понижении уровня грунтовых вод, где они доступны влиянию глубоко уходящих корней;

4) в вызывании коррективного водоподъема в более резких проявлениях и на более широких площадях, чем при травянистой растительности.

К этому, надо полагать, следует еще добавить, что ввиду того, что травянистая растительность менее сильно и менее глубоко иссушает подпочву, при переходе из более засушливых степей в более влажную лесную зону непромачиваемость до грунтовых вод повышающихся мест с отдаляющимся уровнем грунтовых вод должна под полями исчезать гораздо раньше, чем под лесами. Возможно, что полевая почва, особенно в более северных окраинах степной зоны и в лесной зоне, теряет свою постоянную непромачиваемость до грунтовых вод, переходя к почвам регулярно промывным. Это имеет большое значение, так как ведет к вымыванию из таких почв вначале вредных солей, потом извести, а потом и разных питательных веществ (азота, калия, фосфора).

Наши исследования на Жорновской лесной опытной станции в Белоруссии, в Бобруйском округе, показали, что там возвышенные позиции и под лесом являются обычно промывными. Но бывают засушливые годы и малоснежные зимы, когда промываемость подпочвы до грунтовых вод на возвышенных позициях под лесом исчезает, сглаживается и временно образуется недопромочная почва. Коррективно-выпотные же позиции в Белоруссии характерны для ольшаников и переходных к ним дубовых гродов с ясенем.

§ 18. До сих пор мы имели дело с суглинистыми (глинистыми), черноземными, вообще с высоковолагоемкими, клейкими (коллоидальными) почвами, господствующими на Украине, и вообще к югу от бывшей сплошной лесной области Российской равнины, по водоразделам и скатам от этих водоразделов. Материнской породой почв здесь являются делювиальные наносы — моренные суглинки и главным образом лёсс во всяких его разностях, кроме песчаного. При почвах же песчаных и каменистых условия влажности значительно изменяются.

Чтобы промочить насквозь кучу щебня, не требуется большого количества воды. Суммарная поверхность частиц плотного каменистого щебня невелика, и на ее смачивание задерживается мало воды. По мере раздробления щебня поверхность частиц его быстро возрастает, соответственно этому возрастает и количество воды, потребное на ее смачивание. Это соотношение имеет то же значение при переходе от щебня к песку, от песка к песчаной пыли и далее к илу, к глине, к перегною.

В § 3 этой главы указаны грани влагоемкости.

Примем следующие свойства почв (табл. 30):

	Песчаная	Суглини- стая	Чернозем
Предел влагодоступности:			
влажность в % . . . . .	1	10	12
слой воды в мм * . . . . .	0,26	1,18	1,64
Абсолютная влагоемкость:			
влажность в % . . . . .	5	20	30
слой воды в мм . . . . .	0,89	4,00	5,14
Разность в мм, показывающая, сколько воды нужно для промачивания крайне высушенной растениями почвы на глу- бину 1 см . . . . .	0,63	2,22	3,50
Осадок в 10 мм, проникший в крайне высушенную растениями почву, промо- чивший ее до глубины в см . . . . .	16	4,5	3

Если на глубине 1,5 м в песчаной почве окажется водоупорный слой, то 200 мм осадков, которые могут промочить крайне высушенную суглинистую почву только на глубину около 1 м, промочат такую же песчаную почву на всю глубину до водоупорного слоя и, кроме того, на последнем должно будет задержаться в виде грунтовой воды 106 мм (т. е. 200 мм минус 94, которые потребны на смачивание 150 см песчаной почвы), а это при полной влагоемкости песка в 25% даст слой грунтовой воды в 4,25 см.

Таким образом, мы видим, что при песчаной почве не нужно много воды для ее промачивания и поэтому даже в условиях степей, при преобладании испаряемости над осадками, песчаные почвы являются обычно промывными, пульсивными (§ 2). А так как в силу условий отложения песчаные наносы располагаются большей частью по пониженным террасам, не имеющим глубокого дренажа, и при этом заносимые песком более влагоемкие почвы под ними обычно «жествеют», т. е. вследствие заполнения пор сгустками коллоидов становятся водонепроницаемыми, то мы обычно встречаем под песками близкий уровень грунтовых вод. Лишь при глубоком дренаже высоким уступом под песками находится отдаленный уровень грунтовых вод.

На рис. 30 представлены гидрохроноизоплеты (см. § 5) под старым сосняком в Хреновском бору за 1894—1895 гг. (по данным Морозова). Здесь за март определена влажность (в процентах от сырой): на глубине 10 см — 30,1%, 25 см — 14%, 50 см — 6,4%,

\* Миллиметры слоя воды для приведения сантиметрового слоя абсолютно сухой почвы до указанной влажности.

Г м — 5,1%, 1,5 м — 5,1%, т. е. всюду больше абсолютной влагоемкости этой почвы. Значит, непромокаемого горизонта здесь нет: в марте происходит сплошное промачивание.

Под лесными полянами, лишенными древостоя, влажность почвы и в борах бывает значительно больше, чем под древостоями (Вермышев).

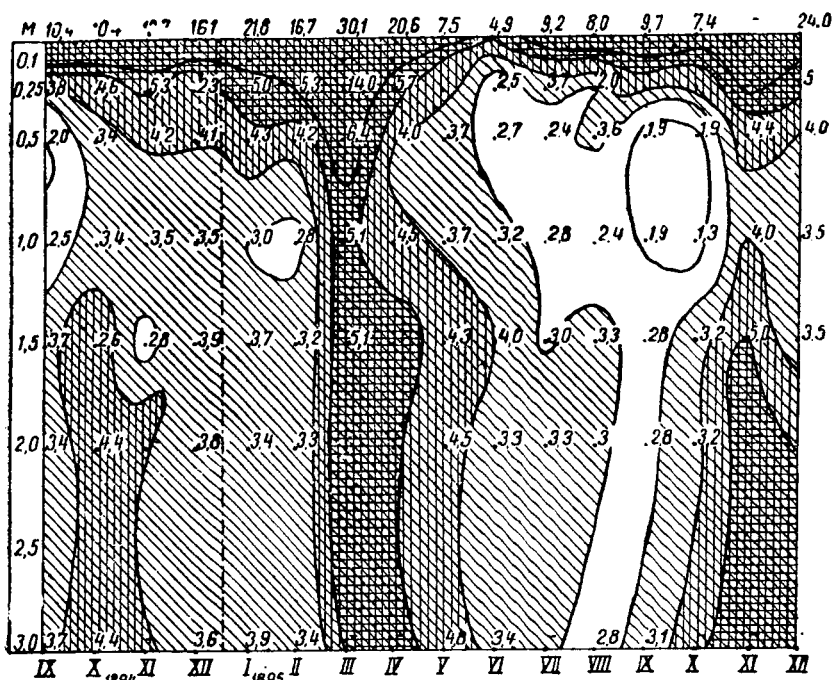


Рис. 30. Гидрохроноизоплоты влажности почвы (в процентах от сырой) под сосновым лесом в Хреновском бору с сентября 1894 г. по декабрь 1895 г. по данным опытного лесничества

Влияние лесной растительности на истощение влаги под песками в степях очень велико. Этим объясняется истощение грунтовых вод в засушливых степных областях под песками после их сплошного облесения и следующее за тем в очень сухих местностях засыхание таких насаждений.

Обратно действует разбивание, обнажение песка. Песок становится летучим, складывается в барханы (в песчаных степях) или в однобокие дюны. Обнаженный песок вследствие легкой проницаемости для воды осадков, вследствие своей малой влагоемкости и слабой капиллярности является хорошим накопителем воды осадков.

§ 19. Усиленное высасывание лесом почвенно-грунтовой влаги обуславливает способность леса дренировать избыточно увлажняемые почвы. У нас на севере это проявляется в том, что после сплош-

ной вырубки леса недостаточно дренированная рельефом поверхность (так называемых ровнядей) легко заболачивается. Заболачивание наших ровнядей давно известно. Менее быстрое, чем после вырубки или после повального лесного пожара, заболачивание лесов севера происходит, вероятно, вследствие некоторого прогрессивного увлажнения нашего климата, что некоторыми географами признается; но, несомненно, оно происходит местами также от истощения лесных запасов и связанного с этим снижения отсасывания лесом воды. Заболачивание же после обширных повальных лесных пожаров, когда почва прокаливается и затем остается некоторое время незарощенной или же зарастает слабо и медленно, происходит быстро, у нас на глазах. На крайнем севере лесной области такое заболачивание ведет к зарастанию мхами и к образованию вечной мерзлоты. Заболачивающаяся тайга превращается постепенно в тундру. Отсюда — надвигание тундры с севера.

Удачное облесение болота вызывает его сильное осушение. Этим пользуются во многих местностях, особенно на юге, осушая при помощи облесения обширные малярийные низинные болота.

§ 20. Влияние растительности на среду произрастания и окружающее пространство не ограничивается только воздушным и влаговым режимом; она сильно влияет на самый процесс почвообразования (см. гл. II, § 10). В этом отношении в степях мы различаем деятельность опушки и деятельность самого леса внутри массива.

Вследствие скопления снежных наносов, начинающихся еще перед опушкой (гл. I, § 16), степная почва усиленно увлажняется и выщелачивается отчасти еще до надвигания на нее опушки. Опушка леса, особенно при образовании ее из корнеотпрысковых пород (береста, осины, терна), своими корневыми отпрысками и налетом постепенно надвигается на степь, а вместе с нею передвигается в сторону степи и полоса снежных отложений. В пределах последней происходит дальнейшее выщелачивание и понижение карбонатного горизонта (горизонт начала вскипания от кислоты). С углублением этого горизонта сильно сокращается в верхних почвенных горизонтах содержание извести. Без извести же, как и вообще при недостатке оснований (опыты проф. Кравкова, гл. II, § 4), увеличивается количество растворимых кислых (недосыщенных) перегнойных веществ, они вымываются и действуют, оподзоливая почву.

В зависимости от условий климата, степени влагоемкости почвы, обилия снежных наносов и пр. оподзоливание, т. е. деградация, как сказано, начинается еще до наступления опушки (деградированный чернозем). На-глаз начальную градиацию чернозема не видно, так как самые верхние горизонты почвы, откуда начинается деградация, маскируются так называемым дерновым горизонтом, переполненным мелкими корешками, из которых многие отмирают и переходят в гуминовые вещества первой стадии разложения. Деградация начинает становиться внешне заметной тогда, когда оподзоливание опускается ниже дернового горизонта. Тогда, обычно на глубине 10 — 30 см, под дерновым появляется более светлый горизонт в виде чернозема-

стых орешков с белой кремнистой присыпкой. Далее присыпка эта увеличивается, черноземистые орешки в ней точно тают, светлый горизонт с такой присыпкой становится более резко выделяющимся и расширяющимся за счет сокращения нижележащего горизонта — остатка чернозема, горизонта вмывного (иллювиального) или клейкого (коллоидального). Этот клейкий горизонт характерен для серых лесных почв так же, как вышележащий оподзоливаемый и верхний дерновой.

Серые лесные суглинки, как известно, различаются по степени деградации (оподзоленности) и глубине начала вскипания подпочвы, в которой, за уходом этого горизонта ниже перегнойной окраски почвы, появляется и расширяется бурый элювиальный горизонт, лишенный карбонатов.

За деградированным черноземом следует темный лесной суглинок, затем средний лесной суглинок и, наконец, светлый лесной суглинок, который еще далее переходит во вторичный подзол.

Развитие этих почв происходит уже позади лесной опушки, внутри насаждения.

Имеются указания (проф. М. Е. Ткаченко и Гр. М. Тумин), что деградация замечается уже в молодых лесокультурных полосах на черноземах Тульской и Воронежской губ.

Вследствие существенной перемены в режиме влаги и биологии почвы при захвате степи лесом в такой почве вымирают степные обитатели ее (слепцы, суслики, байбаки и др.) и размножаются лесные обитатели. Благодаря сохранению в наших степных, лесостепных и пристепных суглинках структуры их подпочв в последних остаются следы (кротовины), частью заполненные веществом перегнойной черноземной почвы, по которым можно точно устанавливать, что в таких-то местах после отложения данной поверхности горной породы была раньше степь, уступившая затем свое место надвинувшемуся лесу. А по степени упомянутой деградации почвы мы можем судить примерно и о продолжительности срока захвата ее лесом.

Кроме того, подмечено автором в Велико-Анадолу и проф. М. Е. Ткаченко в Тульской губ., что после облесения степной почвы, очевидно в зависимости от пересушивания подпочвы, дождевые черви убывают, а остающиеся становятся вялыми, малоподвижными. Наиболее сильно сокращение червей под еловым насаждением, под которым почва высушивается до низших пределов влагоудержания. Исчезновение же дождевых червей под лесом ведет к образованию кислого войлоковидного покрова или сухого торфа (гл. II, § 5 и 8).

Но это вымирание червей при облесении степного чернозема происходит, повидимому, тоже в порядке смены степной фауны. Существуют другие виды дождевых червей—лесные, которые на искусственно облесенном черноземе еще не успели заселиться.

§ 21. Значит, процесс надвигания лесов на черноземную степь связан с процессом выщелачивания почвы и подпочвы и деградации черноземного горизонта. С принятием такого общего положения нам



с первого раза может показаться абсурдным утверждение, что в некоторых условиях образование леса, лесной опушки вне ложбин питания грунтовых вод может повлечь за собой не только понижение их уровня (гл. III, § 13), а также и значительное осоление и ухудшение грунтовых вод.

На рис. 31 представлен план части велико-анадольского искусственно разведенного леса — именно балки Кашлагачик. Эта часть леса поднимается на восток к водоразделу, по которому проходит железная дорога (за нею далее к востоку — полосные насаждения Мариупольского опытного лесничества, уже в другом бассейне). Балка Кашлагачик, как видно, в пределах кварталов 7 и 8 разветвляется и отходит к водоразделу двумя ложбинами — *А* и *В*; ложбина *С* короткая, расплывается в кварталах 17 и 18.

В прежнее время, до облесения, Бассейн балки Кашлагачика в своих вершинах *А*, *В* и *С* скоплял снежные наносы. Здесь стекались сбегаящие поверхностные воды, здесь происходило увеличенное просачивание воды в почву насквозь до грунтовых вод, которые здесь питались, пополнялись. Почва этих ложбин была хорошо промыта. Грунтовые воды были близки к дневной поверхности и в нынешнем квартале 8, где Докучаевская экспедиция в 1893 г. устроила небольшую запруду, несколько выше ее места был источник хорошей питьевой воды.

Когда Графф, основатель Велико-Анадольского лесничества, в 1843 г. прибыл, он не нашел лучшего места для первоначального поселения, чем это место около источника. Здесь и был впервые устроен, по словам ученика и сотрудника Граффа лесовода Д. К. Грекула, временный хутор Граффа, пока не были выстроены усадьбы с фундаментальными каменными постройками на нынешнем месте у балки Кашлагач. Несомненно, что вода источника по Кашлагачику была хороша. Ручеек, вытекавший отсюда, был обозначен на старом плане, имевшемся у Д. К. Грекула.

В настоящее время на Кашлагачике никаких источников нет. Есть лишь колодцы и копани, вода которых очень засолена. Мало того, около железнодорожной будки в квартале 57 имеется колодец с очень скверной водой. Эта вода была раньше лучше. Сульфатность воды Кашлагачика приведена в табл. 31 (в граммах  $\text{SO}_3$  на литр воды).

Таблица 31

	Квартал 5	Квартал 8 (бывш. источник)	Квартал 57 (колодец железной дороги)
Мои данные 1898 г. . . . .	1,76	1,54	1,82
Данные Д. К. Крайнева за 1927 год	2,55	воды нет	2,91

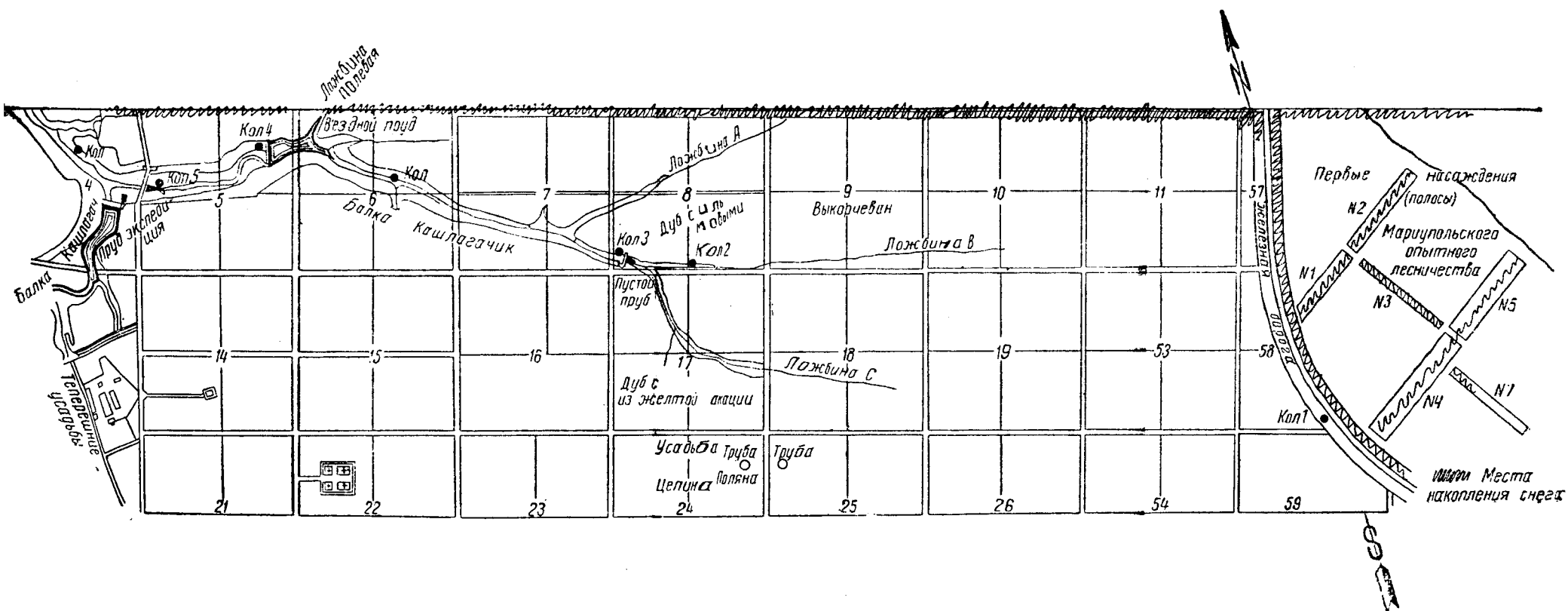


Рис. 31. План бассейна Кашлагачика в Велико-Анадолі с обозначением колодцев и мест образования снежных наносов (в полосах и по окраинам леса—извилистой штриховкой)

Средняя же сульфатность вод Велико-Анадоля 0,73, а под вершинными ложбинами и по главному водоразделу вне опушек даже 0,01 — 0,15.

Такое прогрессивное ухудшение воды бассейна Кашлагачика нельзя не приписать его облесению. Те наносы снега и натеchnые воды, которые раньше проникали в грунт по ложбинам А, В и С, теперь, после облесения, в них почти совсем не проникают, и главная масса воды стала просачиваться в грунт в новых местах, именно по опушкам вдоль северной границы, у железной дороги, а затем также местами под полосами Мариупольского опытного лесничества, т. е. в таких местах, где раньше сквoзного промокания не было, а была непромачиваемая до грунтовых вод подпочва, переполненная солями, преимущественно сульфатами. Теперь эти соли из-под опушек вымываются и вносятся в грунтовую воду, которая от этого стала плохой, очень сульфатной. Сгущению солей, без сомнения, способствует также отсасывание воды разрастающимся лесом, понижающим уровень грунтовых вод (от него — сгущение растворов).

Конечно, такое осоление следует считать временным, пока не будут вымыты соли из подпочвы под опушками.

#### ГЛАВА IV

### ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

§ 1. Снегосборные полосы у железных дорог. § 2. Полезащитные полосы. § 3. Практические соображения. § 4. О культуре песчаных площадей. § 5. Поле и лес на равнине, необходимость беречь леса. § 6. Лес по горам — особое значение. § 7. Перемещение мест инфильтрации. § 8. Порядок облесительных работ в степи. § 9. Мощность лесной пертиненции, вредные последствия лесоуничтожения. Схема взаимозависимости и роли человека.

§ 1. Некоторыми свойствами влияния леса на прилегающие пространства пользуются при создании особых снегосборных и защитных лесокультурных полос, в открытых степных местностях, страдающих от жестоких, преимущественно восточных (восточных, северо-восточных, юго-восточных) ветров (глава I, § 14, 16). В такой защите от снега с востока (реже с севера и запада) нуждаются наши железные дороги, потом различные степные поселки и т. п. Для железных дорог важно, чтобы полосы были достаточно снегоемкими и поглощали наибольшие бывающие в каждом пункте наносы. В противном случае на более ровных местах, где снежные предметы без защиты бывали невелики, снегосборные полосы приносили иногда вред, собирая более крупные наносы, которые, не вмещаясь в полосу, своими шлейфами, обрывают (см. рис. 12) и хвостами ложились на полотно. Открытые ветрам выемки, в которых проходит дорога, безусловно нуждаются в широкой и мощной защите от наносов снега, и такая защита при помощи лесокультурных полос действительно возможна. Произрастать такие полосы могут весьма различно, в зависимости от условий климата и почвы. При обильных скоплениях снега в таких защитных полосах их условия

произрастания будут улучшаться: вредные соли из почвы будут вымываться, будет накапливаться больше пресной влаги, а на местах каменистых, правда, медленно, будет накапливаться мелкозем выветривания. Конечно, необходимо умело выбирать подходящие лесные породы и составлять целесообразные смешения их.

§ 2. Защита полей, особенно в наших степях, где поля иногда сильно страдают от ветров, выдувающих даже почву и посевы (гл. I, § 17 — «черные бури»), весьма важна и неоднократно выдвигалась как средство поднятия урожайности. Полезащитные лесные полосы имеют большое положительное значение в деле защиты полей от суховеев и поднятия урожайности. Вместе с этим надо отметить, что плотные полосы могут усиливать заморозки ночью и нагрев днем. В самом деле, окружение поля закрытыми опушками должно усиливать колебания температуры и создавать условия охлаждения, приближающиеся к условиям морозных ям (глава I, § 9). И в Велико-Анадолу (Мариупольское опытное лесничество) действительно наблюдалось между полосами побивание морозами в некоторые годы ранних всходов льна, тогда как в открытой местности в таких же условиях позиции этого не было замечено. На выкорчеванных же полянах в Велико-Анадольском массиве не удаются бахчи от постоянного их побивания ранними и поздними заморозками.

Затем от опушек проходят корни деревьев и кустарников довольно далеко, до 10 м, в стороны под поле и иссушают почву. Вследствие этого на расстоянии от полос до 10 м иногда страдает урожай. Правда, такому иссушению противодействует или, точнее выражаясь, его периодически пополняет увеличенное накопление снеговой влаги у опушек и менее сильное прямое высушивание почвы ветрами.

В многоснежных и метелистых степях в многоснежные и метелистые годы в плотных полосах и около их опушек накапливается значительное количество снега. При более же узких полосах образуются более мощные заветренные шлейфы и хвосты. Это вызывает увеличенное весеннее увлажнение поля около опушек, которое чаще может превосходить усиленное летнее осушение почвы заходящими корнями.

Далее, за пределами распространения корней (около 10 м) преобладает положительное влияние защиты.

§ 3. При рельефе, сильно расчлененном обильными оврагами, в которые снег легко сносится с плато, плато сильно обедняются влагой. Посадка полос имеет большое положительное значение, заключающееся в задержке снеговой воды и использовании ее частью полем в местах защитного влияния полос и частью самыми полосами.

Очень полезно сажать защитные полосы по ветроударным позициям (глава I, § 5, рис. 3) для защиты почвы и посевов от выдувания (там же, § 17).

Крупные снежные скопления в полосах и по их окраинам возможны там, где есть достаточный простор для ветра и сноса снега. Посадкой достаточно густой сети полос мы ограничиваем область

сдувания снега во внутренние полосы этой сети и этим, конечно, мы вызываем то, что отложения снега во внутренних полосах сильно сокращаются. Крупные наносы образуются только в окраинных полосах, наибольшие с наветренной окраины участка защищенных полей, если, конечно, за нею имеется значительный простор для сдувания. Так, в настоящее время на Ольговском (или Суховолновском) участке Мариупольского опытного лесничества крупные снежные наносы образуются лишь по окраинным с востока полосам № 26, 27, 39 и 47, меньшие с севера в полосах № 15 и 29, а во внутренних полосах и в балках-ложбинах, где раньше бывали очень крупные наносы, снежные скопления уже незначительные (см. рис. 32).

С целью урегулирования поверхностного водного стока, возможно большего сокращения его, особенно сокращения разливных

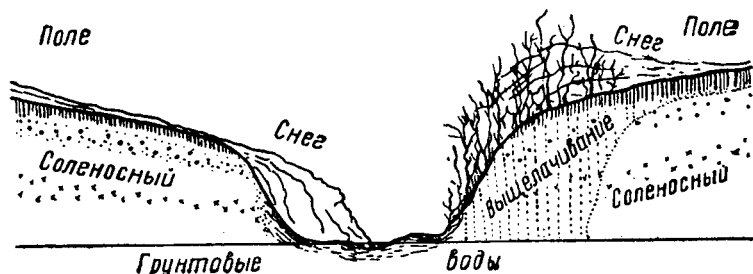


Рис. 32. Профиль балки с крутыми боками. Справа бок балки облесен, слева—безлесный. Схема расположения снежных наносов и выщелачивания почвы

вод, создание леса в степи имеет также большое значение. Большое значение имеет облесение верховий балок, оврагов, боков балок, горных склонов и т. п.

§ 4. Особое значение имеет облесение песчаных пространств. Мы видели (гл. III, § 18) особенности водного режима в песках, накопление большей частью неглубоко проходящих грунтовых вод, отличающихся мягкостью и пресностью. Во влажном климате это создает избытки влаги, против которых культура должна бороться, в сухом же климате это создает высшую ценность — запасы пресной воды. В местах избытка воды — стараться этот избыток возможно полнее использовать, а в местностях сухих — стараться накапливать запасы пресной воды.

Развитию мощной, сильно отсасывающей воду растительности на песках в более влажных местностях препятствует то, что здесь пески бывают обычно очень тощими, бедными питательными веществами. Вследствие этого на них может произрастать лишь малопродуктивная растительность туго растущих сосновых боров. Здесь уместно развить опыты коренной мелиорации почв путем увеличения в них клейких (коллиноидальных) веществ, удобрения их глиной, илом, торфом с известью и т. п., а затем и удобрения непосредственно питательными туками (меры против их выщелачивания).

Если избыток воды мешает успешному облесению, его следует по возможности удалять сточным дренажем<sup>1</sup>.

При переходе в засушливые области влагонакопление в песках сокращается и начинает обнаруживаться недостаток влаги. Это сказывается прежде всего в сокращении облесяемости арен. При переходе через некоторую грань отношений сумм осадков к суммам испаряемости сплошное массивное облесение широких площадей песков вообще становится более и более затруднительным вследствие недостатка корнедоступной влаги, и природно-лесная растительность арен из массивной превращается в гайковую, т. е. лес рассыпается на более или менее мелкие гайки, приуроченные к обогащенным грунтовыми водами пониженностям, сагам, между которыми неразбиваемая почва (песок) зарастает особой ксерофитной песчаностепной растительностью низкой производительности (песчаный чебрецовый типце-ковыльник).

§ 5. Мы знаем теперь, что на равнинах, высланных мощными наносами делювия (моренными, лёссовыми, трансгрессивными), лес является деятельным осушителем, усиленным потребителем и почвенной влаги и грунтовых вод, где последние становятся доступными его корням в зоне своего капиллярного водоподъема (гл. III, § 3). Несколько меньшим, но тоже сильным потребителем почвенной и грунтовой воды, при ее доступности, является и степная целина. Поля же наши черпают влагу в меньшем количестве и из меньшей глубины (гл. III, § 9 и 10).

Значит ли это, что вырубка лесов и распашка целины способствуют увеличению источников и водности рек и общему увлажнению страны? Этого никто не замечал, напротив, имеются указания, что с уничтожением лесов и расширением полей обыкновенные источники иссякают, мелкие речки пересыхают, а крупные мелеют.

Укажем также на засорение источников и рек усиленными наносами делювия и аллювия, на понижение грунтовых вод оврагами и вообще на усиление поверхности стока (разливов) за счет стока внутреннего (ключевого) при отсутствии леса.

Лес усиленно испаряет, а поле увеличивает сток. В лесных местностях сток проходит более равномерно, преобладает грунтовый сток, в полевых же местностях сток преимущественно поверхностный, бурный, разливной. При таких условиях стока изменяется строение тальвегов. Тогда как в лесах необильный поверхностный сток постепенно, очень медленно, долго роет свои тальвеги, прорывает узкие и более глубокие русла ручьев и рек, берега которых прочно связаны и закреплены корнями деревьев и кустарников, препятствующими их смыванию и сползанию, на полях бурный сток роет глубокие овраги, которые потом скоро сглаживаются оползнями и заносами делювия и аллювия. Русла делаются более широкими, менее углубленными. Они постоянно за-

---

<sup>1</sup> Опасаться сильно дренировать почву под старыми насаждениями, не могущими перестроить свою корневую систему.

полняются новым балластом смылов и наносов. От этого исчезают мелкие ручьи и мелеют реки, расширяющие свои русла между не скрепляемыми больше берегами. Усиленное развитие оврагов, размоин вызывает понижение уровня грунтовых вод, местами, вероятно, более значительное, чем усиленная лесная десукция.

Мы должны себе представить такие соответствия.

Лес: 1) задержка влаги на надземных частях и прямое ее испарение; 2) понижение, а обычно и полное устранение, поверхностного стока вод; 3) отсасывание почвенной и грунтовой влаги корнями деревьев, незначительная часть этой влаги идет на увеличенную органическую продукцию как составная часть органического вещества, а гораздо более значительная часть на транспирацию — тоже испарение, но испарение производительное, рабочее (в отличие от прямого).

Поле: 1) увеличенный поверхностный сток, особенно талых вод; 2) повышенный расход воды из почвы вследствие прямого, нерабочего, испарения влаги с ее менее защищенной поверхности и 3) уменьшенный рабочий расход воды из почвы через растения при их менее значительной органической производительности.

В общем, значит, лес преимущественно испаряет, переносит влагу опять в воздух, в атмосферу, из которой она над ним выпала, а поле преимущественно спускает воду поверхностным стоком в речные разливы (даже не в меженный сток).

Что лучше или что хуже с общей точки зрения? Не может быть двух мнений о том, что возврат атмосфере лучше, чем разливной сток (немеженный), ибо возврат влаги атмосфере способствует ее большей влажности, а разливной сток, за незначительными и особыми исключениями, приносит только вред<sup>1</sup>.

§ 6. Исключительное значение имеют горные леса, они обводняют горы. К изложенному в предыдущем нужно добавить следующее. Почва на горах бывает обычно каменистая и неглубокая. Она захватывает всю кору выветривания горно-каменных пород и проникает в щели между каменистыми глыбами в виде языков-затеков, куда проходят обычно и корни деревьев и кустарников до значительной глубины. Но вода проникает по таким трещинам гораздо глубже. Скоро насытив невысоковлагодоемкую и неглубокую каменистую почву, вода проникает в трещины и карры (в известняках); собирается на недоступной для корней глубине, сливаясь с другими потоками, и затем выступает наружу, образуя горные источники, или даже уходит по трещиноватой или пористой породе изолированно от более наружных слоев другими, непроницаемыми для воды породами.

Так образуются артезианские воды. И у нас в северном Крыму и даже перед Сивашем, по эту сторону, на континенте, а также в разных местах Северного Кавказа (Ногайские степи и пр.) выведение таких артезианских вод имеет большое хозяйственное значение. Пи-

<sup>1</sup> При наличии структурных почв поверхностный сток воды с полей значительно снижается. *Ред.*

тание этих вод происходит в повышенных горных местностях; оно бывает более обильным, если эти горы облесены, и благодаря облесению вода стекает с них больше внутренним грунтовым стоком, чем стоком поверхностным, смывным, разрушительным. Уничтожение горных лесов, таким образом, может вызывать крупные вредные изменения в водном режиме даже далеко за пределами гор. Эти изменения становятся еще во много раз более вредными вследствие смыывания почвы, обнажения бесплодных скал и образования разрушительных потоков (селей) по долинам.

§ 7. Производя с той или иной целью (защиты, снегоудержания, ослабления поверхностного стока вод, производства лесных материалов, оврагоукрепления и т. п.) облесительные работы на степных почвах, мы не должны упускать из виду те изменения, которые этим вызываются внутри самой почвы и в грунтовых водах, о которых сказано в предыдущей части (гл. III, § 20, 21).

Впрочем, ухудшения качества грунтовых вод в степях следует ожидать от всякого перемещения мест инфильтрационного пополнения грунтовых вод. Это вызывается также образованием и мертвых изгородей, усадебных построек и т. п. на местах, где раньше находились диспulsive почвы и грунтовые воды — наносы снега, от них усиленное промывание почвы и от этого осоление грунтовых вод (гл. III, § 21).

§ 8. Принимая во внимание изложенное о влиянии леса на среду и прилегающие пространства, мы должны указать на некоторые ошибки, допущенные в прошлом первоначальными и последовавшими за ними облесителями наших степей, именно: 1) обход крутых балочных боков и 2) направление облесительных работ по уклонам степи снизу вверх.

На рис. 32 изображен профиль одного бока балки (вроде Кашлагача или нижней части Кашлагачика в Великом-Анадоле). Здесь мы видим плоское заболоченное русло балки и пристенки в основании крутых склонов — круч. По этим кручам перегнойный слой почвы смыт, выступает наружу непромытая подпочва, вскипающая с поверхности и местами даже содержащая блестки гипсовых кристаллов.

Условия для лесопроизрастания здесь очень неблагоприятны. Но если мы бы начали такой крутой склон облесять снизу, от пристенка, вверх, лучше наиболее выносливыми кустарниками и деревьями (ложом, жимолостью, можжевельниками и т. п.), то в зарослях этих кустарников по склону накоплялся бы снег, наносимый с открытых полей, и почва склона понемногу стала бы промываться, лишаться более вредных растворимых солей (спутников гипса в степных почвах) и постепенно становилась бы более и более лесопригодной. Таким способом можно было бы успешно облесить бока балок. Проведение горизонтальных канавок по склону было бы для полного удержания вод вполне благоприятно.

Сделано же совсем не так. Крутые бока балок после первых неудачных опытов были признаны негодными для лесопроизрастания



и их обходили, облесая прилегающие к ним пологие покатоности и устраняя таким образом возможность наноса снега с полей на склоны этих боков и промывания их добавочной влагой.

Иногда в степи по таким крутым балочным бокам поселяется терн. При помощи корневых отпрысков он постепенно разрастается очень густыми куртинными зарослями, в которых задерживается сдуваемый свыше снег. И тогда вместо вскипания с самой поверхности почва под зарослями становится выщелоченной, с резко пониженным уровнем вскипания, и благоприятной для выращивания деревьев. Иногда также по таким склонам разрастаются куртины береста.

Конечно, выщелачивания крутых, не промытых еще боков при их постепенном облесении снизу вверх пришлось бы ждать очень долго. Но это можно было бы допустить, если бы при этом главные облесительные работы велись не от балок, поднимаясь постепенно по отлогим склонам вверх к водоразделу, а обратно, от водоразделов спускаясь постепенно к балкам. В таком случае можно было бы избежать частых побиваний молодых посадок утренниками, от которых культуры Велико-Анадоля страдали очень часто (см. гл. I, § 7). Пока посадки от водораздела дошли бы до крутых боков балок, другие посадки, более мелкие, узкими полосками, поднялись бы с основания этих боков к их карнизам, и почва оказалась бы более выщелоченной.

Итак, значит, отлогие склоны в степях следует облесать, подвигаясь предпочтительно сверху вниз, а крутые бока — снизу вверх при открытом доступе для снежных наносов.

§ 9. Таким образом, мы видим, что лес очень изменяет условия внешней среды своего произрастания и условия своего ближайшего соседства и несколько даже, повидимому, условия отдаленных местностей (трансгрессивное влияние леса — гл. I, § 12).

Не касаясь последнего широкого значения влияния лесов, мы должны признать, что лес способен удерживать за собой такие поверхности суши, которые, будучи лишены леса, становятся непригодными для его нового поселения. Сюда относятся крайние пределы леса на севере и в горах, где уничтоженный лес безвозвратно уступает территорию тундре и гольцам; сюда же, повидимому, приходится отнести явления обезлесения горных склонов в сухих местностях, особенно на породах туго выветривающихся, туго родящих почв.

В других условиях уничтоженный лес восстанавливается крайне медленно; его подрост (семенной) появляется лишь в особенно благоприятные годы урожая семян, когда к тому же за обсеменением следуют годы влажные, без поздних весенних заморозков. При этом большей частью бывает так, что главная, наиболее приспособленная к данным климатическим и почвенным условиям произрастания и наиболее производительная порода (дуб, сосна, ель и др.) естественно приходит на свое прежнее место не сразу, а наблюдается ряд предварительных поселений пород, легче появляющихся (наносимых

преимущественно ветрами) и более выносящих еще мало измененные лесом условия внешней среды.

Это — так называемые породы-пионеры и их заросли. Когда эти заросли корнеотпрысковых пород разовьют свое влияние и создадут под своим пологом условия защиты от сушащих ветров, от солнцепека, от сильных утренников, от сплошного задернения (береза, осина, пионерные кустарники), тогда уже за ними медленно восстанавливается основная, наиболее продуктивная порода (дуб, сосна, ель).

Конечно, при помощи искусственных культур мы можем этот длительный процесс ускорить, но при этом встречаем нередко очень затруднительные условия.

Познавая законы природы, человек становится властным изменять не только влияние леса на среду произрастания и прилегающие пространства, но также изменять и внешние условия произрастания леса путем мелиорации и изменять даже самый лес.

Конечно, это относится не только к лесу, а ко всякому живому зеленому покрову земли, источнику ассимилированной жизненной энергии — органического вещества. В отношении же леса знание и понимание различных проявлений его влияний дают нам в руки значительные средства для ведения правильного лесного хозяйства как с непосредственной производительной стороны самого леса, его возобновления, развития, состава, так и со стороны его влияния за пределами площади, им занятой, простирающейся в некоторых отношениях не только в узкоместных топографических масштабах, но и в широкогеографических. Таким, вероятно, является его трансгрессивное влияние, поддерживающее влажность проникающих внутрь континента влагоносных воздушных течений (гл. I, § 12), и несомненное влияние его на поверхностный сток вод (гл. I, § 22), на режим рек (гл. I, § 21).

## ГЛАВА V

### ОБЩИЕ ТЕЗИСЫ ПО ЛЕСНОЙ ПЕРТИНЕНЦИИ

1. Лес представляет собой более или менее густое сплетение стволов, сучьев, листьев, приподнятое над поверхностью почвы и таким образом представляющее большую поверхность надпочвенных образований.

2. В период зимней спячки поверхность этого аппарата, находящегося в анабиотическом состоянии, уподобляется поверхности мертвых предметов. Будучи более или менее темного цвета, она подвергается тепловому излучению и тепловому лучистому нагреву. Вследствие преобладания последнего зимой температура в лесу немного (около 0,25—0,5°) выше, чем в открытом поле (степи), и большей частью к концу зимы вокруг стволов образуются характерные воронки растаивания снежного покрова.

3. Напротив, в период вегетации надземный аппарат леса, полный жизнедеятельности, усиленно работает, причем им выдыхается большое количество «мятого пара», т. е. большое количество паров воды при транспирации. От этой работы происходит, во-первых, потребление тепла, так же, как и на фотосинтез, а во-вторых, повышение влажности лесного воздуха. Чем гуще и сложнее лес, чем он сильнее вегетирует, тем в большей степени должно происходить повышение влажности и понижение температуры его воздуха. Однако вследствие существующего воздухообмена, вследствие большей легкости влажного воздуха, вследствие быстрой диффузии паров разница в абсолютной влажности и в средней температуре воздуха около леса и на открытом поле (степи) невелика.

4. Но вследствие задерживающего, защитного влияния лесного полога суточные колебания температуры воздуха и тесно связанные с ними колебания относительной влажности воздуха в полном лесу бывают всегда более или менее сильно сокращены, тем сильнее, чем гуще лесной полог, чем он плотнее сомкнут, при отдаленных или плотно закрытых опушках. В солнечные дни в таком лесу бывает значительно прохладнее и влажнее, а в тихие и ясные ночи, напротив, значительно теплее, а зачастую и относительно суше.

5. В силу сказанного конвекционные токи, восходящие над лесными массивами, возносят воздух, несколько более холодный и более влажный, чем конвекционные токи над не покрытыми лесом площадями, и от этого над лесными площадями количество выпадающих осадков должно быть несколько большим, чем над безлесными. Дождемерные данные показывают часто большой перевес осадков, улавливаемых на лесных полянах, над осадками, улавливаемыми в совершенно открытой местности. Так, например, в Велико-Анадоле за первые десять лет работ экспедиции проф. Докучаева получилась средняя годовая сумма осадков над лесной поляной 501 мм, а в открытой степи 400 мм. На 100 мм осадков, улавливаемых в течение года среди леса, среди степи приходится только 80 мм; в частности по сезонам: октябрь—декабрь 85 мм, январь—март 65 мм, апрель—июнь 81 мм и июль—сентябрь 86 мм. Наибольшая разница получается зимой.

Эти разницы происходят от влияния ветров на улавливаемость осадков дождемерами. На поляне ветер слабее, чем в открытой степи, и улавливаемость больше. Наиболее сильно действие ветра на улавливаемость снежных осадков (снег легко выдувается из дождемеров), поэтому мы не в праве считать данные дождемеров, расположенных в условиях сильного обветривания, точными.

Наоборот, конвекционные токи над обнаженными нагревающимися и сухими с поверхности голыми песчаными пространствами, скалами и черными парами, более нагретые и сухие, должны несколько понижать количество осадков над такими площадями. Соответствующие данные были получены агрономом Н. Н. Клиниенюм.

6. Воздушные течения, проносящиеся над поверхностью суши, претерпевают, особенно в ее покровы, более или менее сильно за-

держивающее трение. От этого, как уже сказано, нижние струи воздушных потоков несутся с замедлением. Чем выше и гуще надземные предметы (изгороди, стволы деревьев, колдан — сухой бурьян и т. п.), тем больше замедляются приземистые струи. Лес в этом отношении представляет очень большое препятствие: внутри густого сомкнутого древостоя с отдаленными или плотно закрытыми опушками (гл. I, § 5) ветер почти совсем не проникает, уступая место лесному штилю. От полноты такого затишья зависят степень проявления указанных в п. 4 моментов, а также большая или меньшая пониженность испаряемости.

7. При пересыщенности воздуха влагой или при влажном тумане на поверхности надземных предметов происходит осаждение (конденсация) влаги из воздуха. Больше всего такое осаждение происходит в наветренных опушках леса и по верхушкам лесного полога, расположенного по наветренным склонам, когда поднимающееся воздушное течение вследствие продолжающегося переохлаждения поддерживается в пересыщенном влагой состоянии. Такие осаждения в горах принимают местами столь широкие размеры, что благодаря им сток горных рек превышает сумму выпадающих в их бассейнах дождевых осадков. Летняя конденсация обычно бывает мало заметна, зато резко заметной бывает конденсация в виде изморози и ожеледи зимой.

8. Противоположное явление заключается в задержке части влаги осадков на смачивание надземных частей леса: листвы (хвои), сучьев, стволов, подлеска и, наконец, подлесного живого и мертвого покрова. Имея наибольшую надземную поверхность, лес задерживает, таким образом, иногда весьма значительную часть влаги осадков. Эта задерживаемая на смачивание часть влаги затем испаряется непосредственно и, значит, не участвует в транспирационной работе. Чем гуще лес, чем больше поверхность его надземных частей, тем большее количество воды расходуется на смачивание. Особенно много расходуется на смачивание густых жердняков тенистых пород (бука, ели, пихты и др.). Насаждения же из более ажурных световых пород (береза, лиственница и др.) задерживают незначительное количество осадков. Само собой понятно, что чем меньше дождь, тем больший процент влаги его уходит на смачивание, тем меньший процент доходит до почвы, и наоборот.

9. Падающий снег также задерживается на деревьях и кустарниках, особенно, если падает в тихую погоду крупными хлопьями, и еще более, если идет при температуре около нуля, когда падающие и задерживающиеся хлопья слипаются. Тогда образуется крупный навал снега, от которого страдают вечнозеленые хвойные насаждения. Наиболее опасен такой навал снега для только-что прореженных густых жердняков сосны, так как он вызывает сильные поломки и опустошения. Задержанный на ветвях снег частью испаряется, как и задержанная смачивающая вода, частью же, при ветрах и оттепелях, опадает и входит в снежный покров.

10. Нормальный, или полный, снежный покров встречается на небольших лесных полянах, в которые не проникает ветер, затем, в убывающей прогрессии, следует снежный покров под ажурными и изреженными насаждениями светолюбивых зимнеголых пород, далее пород более теневыносливых, затем сосны и, наконец, густых ельников и пихтарников. На открытых же местах снежный покров бывает частью сдут, частью нанесен метелями. Большие массы снега складываются в степях по оврагам, по склонам балок, в лесных опушках, у разного рода препятствий (строений, дорог) и по снего-сборным изгородям и лесокультурным полосам. В лесу снежный покров бывает наиболее равномерным и рыхлым.

11. Таяние снежного покрова происходит наиболее быстро и неравномерно в открытых местах, в лесу же снежный покров обычно тает более равномерно и медленно. При этом он тает не только сверху, но на юге подтаивает также снизу от талой (незамерзшей или оттаявшей снизу) почвы. Иногда необильный снежный покров в лесу растаивает немного раньше, чем в поле. Это бывает изредка при вялом таянии в пасмурную погоду около  $0^{\circ}$  и происходит вследствие более высокой температуры воздуха (п. 2) и почвы (подтаивание) в лесу.

12. В лесу под пологом крон царит лесная тень, более или менее пронизываемая лучами бликов, проникающих по промежуткам между листьями или хвоей, сучьями и стволами. Чем теневыносливее породы, образующие насаждение, тем гуще может быть древостой, полог крон и полнее тень (меньше бликов). Напротив, светолюбивые породы образуют ажурный полог, под которым имеется много света и бликов, которыми может воспользоваться менее высокорослый ярус более теневых (теневыносливых) пород деревьев, кустарников и трав. При уничтожении теневых ярусов деревьев и кустарников под древостоем образуется луг — густой травянистый покров — лесной сбой, который при сухой почве может быть тоже выбит.

13. Воздух в лесу не претерпевает существенного изменения в своем химическом составе. В пологе крон происходит усиленное превращение углекислоты в кислород (вследствие ассимиляции углерода), зато внизу, над почвой и в ее верхних горизонтах, происходит усиленное выделение  $\text{CO}_2$  вследствие разложения лесного опада (мертвого покрова, подстилки) и дальнейших продуктов разложения при более сохраняющейся влажности. Но лесной воздух бывает более чистым, лишенным пыли (кроме особенно резких и продолжительных засух, когда в лесостепи даже лесные дороги сильно пересыхают) и бактерий. Лесной воздух бывает пропитан смолами (хвойные и тополевы леса) и ароматом цветов (липа, клен и др.), а иногда слегка замтлен пылью («серый цвет» при цветении сосны и др.) или спорами грибов (мучнистая роса на дубе и др.). В общем же лесной воздух бывает здоровым, иногда даже озонированным; в этом — санитарное значение лесов.

14. Затем обращается внимание на наличие в лесу мертвого покрова — лесной подстилки. Как высокогигроскопическое и влагоем-

кое вещество, она может впитывать и задерживать в себе заметное количество проникающей через лесной полог воды осадков и тающего снега. Таким образом, высохшая лесная подстилка может еще больше уменьшать количество проникающей в почву влаги (гл. II, § 8).

Но, с другой стороны, мертвый лесной покров защищает лежащую под ним почву от прямого испарения из нее влаги (гл. I, § 13). Обладая же низкой теплопроводностью, лесная подстилка защищает нижележащую почву летом от сильного нагрева, а в морозы от сильного охлаждения, регулируя таким образом почвенную температуру под лесом.

Затем рыхлая водо-проницаемая и воздухопроницаемая подстилка благоприятна для жизни дождевых червей в почве и для сохранения образуемого ими структурного состояния почвы. Наконец, лесная подстилка является при своем разложении пополнителем в верхних почвенных горизонтах питательных минеральных веществ и азотистых соединений. Но слишком слежавшаяся, уплотнившаяся и закисшая (гл. II, § 4 и 5) лесная подстилка становится неблагоприятной для леса, особенно при значительном ее утолщении. Поэтому мощную и закисшую подстилку-войлок полезно разбивать (попасом) и местами для возобновления леса сгребать, обнажая минеральную почву. Вообще же удалять лесную подстилку из леса — значит устранять восстановление плодородия и во многих случаях способствовать задержанию лесной почвы и ее скорейшему пересыханию. Наиболее благоприятна для леса нетолстая, рыхлая, «сладко-перегнойная» лесная подстилка.

15. Высоковлажелемкая почва (глинистая, суглинистая, перегнойная) под лесом находится в совсем иных условиях влажности и биологических процессов, чем под травянистой растительностью, именно: в течение вегетационного периода верхние горизонты собственно почвы сохраняют под лесом влажное состояние в течение значительно большего времени, чем под травянистой растительностью, и высыхают до менее низкого влагосодержания. В течение же зимнего периода покоя растительности они в лесу остаются менее охлажденными, непромерзающими или менее глубоко промерзающими и раньше из-под низу оттаивающими, чем в открытом поле, в степи или на лугу.

Вследствие того и другого процессы разложения перегной под лесом продолжают гораздо дольше, чем под травянистой растительностью, и проходят дальше. Более сильное промывание собственно почвы под лесом лишает этот горизонт оснований (извести и др.), развивается кислая среда, неблагоприятная для бактерий и более благоприятная для грибов. В результате — усиленная деградация почвы по разным ступеням перехода: от более нейтральных черноземных почв через серые лесные земли в сторону оподзоленности и обеднения горизонтов подзолистого, дернового и в конце концов клейкого, иллювиального.

Таким образом, тогда как под степью почва сильно обогащается,

захват почвы лесом в наших условиях (см. гл. II, § 10) постепенно ведет к ее обеднению. Имеются указания, что обилие теневых пород ускоряет процесс деградации, например, наличие липового яруса, но еще в большей степени ели. Поэтому введение ели для подлеска не следует рекомендовать.

16. Наиболее сильное обеднение лесных почв (под ельниками) происходит на нашей Российской равнине, причем образуются глубокие подзолы и глееподзолы (последние при близком уровне воды, в широком масштабе по так называемым ровнядям). В горах такого сильного обеднения почвы не бывает, потому что по склонам гор почва не лежит вполне неподвижно, а понемногу или периодически смывается и сползает даже и под лесом, в то же время постоянно пополняясь путем выветривания материнской породы. В горах лес приобретает первостепенное значение удерживателя, защитника почвы от ее слишком быстрого смывания и сползания.

17. В горах и в наших нагорно-дубравных лесах почва принимает особую структуру, так называемую ореховатую, крупнозернистую. В образовании такой структуры принимают участие как лесные растения, главным образом деревья, корни которых оказывают сильнейшее давление, распирающее и прессующее почву, так и землерои, главным образом дождевые черви.

Это — при условиях еще слабого развития подзолообразования, сравнительно малой выщелоченности почв, обладающих достаточными количествами оснований ( $\text{CaO}$  и др. — сладкий перегной). При превращении такой почвы в пашню ее структура в пахотном горизонте постепенно расстраивается, почва становится более мазкой, пылеватой и менее порозной.

18. Лучше накапливающий и сохраняющий под собой влагу от ее поверхностного стока, частью пополняющий расход на смачивание и вообще на надземную задержку осадков усиленной конденсацией (п. 7) и защитой от испарения из самой почвы (п. 14), лес вегетирует энергичнее, чем травянистая растительность полей и наших лугов, образует большее количество органического прироста и поэтому усиленно расходует запасаемую под ним влагу почвы. Сохраняя лучше влажность горизонта собственно почвы, он усиленно отсасывает влагу из подпочвы, сушит ее и понижает уровень грунтовых вод<sup>1</sup>. От этого под лесом раньше и резче образуется диспультивная (мертвая, непромачиваемая) подпочва и диспультивный уровень грунтовых вод, не проявляющий сезонных колебаний, главным образом весной инфильтрационного подъема. Это замечается иногда уже в бывшей сплошной лесной области и резко выступает в лесостепи по нагорным дубравам на высоковлажоемких почвах серых лесных суглинков и черноземов (гл. III).

19. Усиленное отсасывание почвенно-грунтовой влаги лесом вызывает вообще значительное понижение под ним уровня грунтовых

<sup>1</sup> В настоящее время получены данные (Лабунский и др.), свидетельствующие о том, что уровень грунтовых вод под степным лесом не только не понижается, а наоборот, повышается по сравнению с полем. *Ред.*

вод на равнинах. Кроме того, в более засушливых местностях (в степной полосе) усиленное отсасывание лесом при слабой промываемости высоковлажимых почв ведет к сгущению солей как в непромокаемом слое подпочвы, так и в диспультсивных грунтовых водах (п. 18). Это не противоречит указанному выше выщелачиванию и деградации собственно почвы и подпочвенного элювия — бурого надкарбонатного горизонта. Только под снегосборными опушками происходят под лесом на равнинах усиленное периодическое промывание и выщелачивание солей из нижней части подпочвы. Когда же опушка продвинулась дальше на степь или на поля и в прежнем ее месторасположении снежных наносов уже не происходит, устанавливается только что указанный лесной режим влаги, вовсе не способствующий дальнейшему промыванию нижних слоев подпочвы. И мы действительно находим в нижней части подпочвы, даже под крупными лесными массивами в лесостепной зоне, горизонты, особенно богатые углекислой известью, а иногда и гипсом, и очень жесткие и даже горьковатые грунтовые воды (Черный лес, Кочеток, Шипов лес и др.). Лес лишь увеличивает резкость различия водного режима периодически промачиваемого и прощелачиваемого горизонта почвы, с одной стороны, и непромачиваемого, непромывного горизонта нижней части подпочвы, с другой стороны.

20. Наличие пересушенной непромокаемой до грунтовых вод подпочвы, резко выделяющейся под лесом, повидимому, является особенностью степных, лесостепных и пристегных наторных дубрав на высоковлажимых и глубоких почвах с удаленным уровнем грунтовых вод. Как глубоко от границы сплошной лесной области с лесостепью проникает такого рода режим вод в глубь первой, т. е. лесной области, сказать еще не можем. Можем только указать, что в средней части Белоруссии (в районе Бобруйска) на Жорновском лесном опытном участке нами было установлено, что в особенно засушливый 1924/25 г. сквозного промокания подпочвы по возвышенным грядкам (дубравам с грабом или елью) не произошло и уровень грунтовых вод прошел диспультсивно (без весеннего подъема), тогда как в следующем, 1925/26 г. весенний водоподъем наблюдался всюду, и резкий. Повидимому, пульсивный режим здесь более обычен<sup>1</sup>.

21. Наличие резко отграничивающейся от верхней промокающей части почвы ниже ее расположенной не промокающей до грунтовых вод части дает возможность довольно точно учитывать баланс почвенной влаги за отдельные годы. А это в свою очередь дает возможность учитывать общий расход влаги лесом в условиях наличия непромокаемой части почвы, прибавляя к потерям влаги промачиваемой частью почвы влагу осадков, выпадающих за вегетационный период, и доходящую до поверхности почвы (следовательно, осадки за вычетом задержки кронами и пересохшим мертвым покровом).

<sup>1</sup> Данные об этом приводятся мною в статье «Омброзаварометр, коррелятивы, пульсивность и диспультсивность Infratabes» в журнале «Почвоведение» № 3—4 за 1928 г.



Такие исследования производились лесными опытными учреждениями на Украине (данные 1893 г. — гл. III, § 8). Учет запасов влаги в почве и потребностей леса дает нам указания, как регулировать густоту древостоя.

22. В пониженных местах мезорельефа (т. е. рельефа средних масштабов — крупных западин, ложбин, балок, мелких долин и др.), где приближается уровень грунтовых вод, вытекающих из-под повышенных балок, вследствие усиленного отсасывания воды лесом в течение вегетационного периода, происходит (отсосное) понижение уровня этих вод, которое осенью, после ослабления и прекращения отсасывания, сменяется коррективным водоподъемом, не связанным с новыми осадками, а происходящим вследствие выпрямления плоскости понижения грунтовых вод. При этом усиливается дебет источников, родников и пр.

Такие изменения уровня грунтовых вод при наличии леса начинаются значительно выше от источников и достигают более резких колебаний как в сторону летнего десукционного понижения, так и в сторону осеннего коррективного подъема.

23. Усиленное отсасывание лесом почвенной влаги и грунтовых вод обуславливает его дренирование склонных к заболачиванию почв. На юге лес сильно сушит низинные луговые пойменные болота, на севере же, после вырубki леса на обширных площадях или еще более после больших лесных пожаров, происходит усиленное заболачивание ровнядей, т. е. широких межречных равнин. От такого заболачивания лесовозобновление на них ухудшается, ухудшается и рост возобновившегося леса (падает бонитет). Каждое новое оголение ровняди еще более усиливает заболачивание, пока лес совсем не уступит место болоту или надвигающейся с севера тундре.

24. Напротив, в горах, за редкими исключениями, уничтожение леса ведет к такому увеличению поверхностного стока вод, что горы становятся более сухими и иссякают горные источники<sup>1</sup>. Происходящее усиленное смывание мелкозема выветривания, т. е. почвы, с обнаженных гор превращает лесистые горы в горные пустыри — скалы. Возрастает масса стекающих поверхностно вод и по долинам увеличиваются наводнения.

25. Таким образом, лес сушит равнины и увлажняет горы<sup>2</sup>.

26. Увеличивая в общем проникание в почву воды осадков за счет ослабления разливного стока и усиленно испаряя эту воду, полные лесные насаждения в течение всего вегетационного периода непрерывно усваивают максимум солнечной энергии, производя максимум сухого органического вещества, из которого большая часть, наиболее богатая ценными зольными веществами, в виде опада остается на месте.

<sup>1</sup> Вероятно также уменьшение образования артезианских вод.

<sup>2</sup> В настоящее время получены данные, свидетельствующие о том, что лес увлажняет не только горы, но и равнины. Таким образом, с тезисом П. Н. Высоцкого «лес сушит равнины» согласиться нельзя. *Ред.*

27. При такой эксплуатации леса, когда из него вывозится лишь стволовая древесина и без коры, самый бедный зольными веществами продукт, почва леса должна почти без всякой убыли сохранять свое плодородие в течение неограниченного времени.

28. Может ли лес восстановить плодородие почвы, истощенной многолетним полевым использованием? Ввиду широкого распространения на нашей равнине сильно истощенных полеводством почв и трудности восстановления структурности таких почв, такой вопрос становится для нас важным<sup>1</sup>. Если при помощи своей глубоко проникающей в подпочву корневой системы лес имеет возможность извлекать питательные минеральные вещества из таких глубин, из каких не могут их извлекать полевые и луговые растения, а затем, если лес переводит эти вещества в опад, в лесную подстилку, из которой они далее вымываются в почву, где поглощаются коллоидами, то нетрудно себе представить такую полезную восстановительную деятельность леса<sup>2</sup>.

29. Опушки по своим свойствам резко различаются, как по тому, закрытые ли они, или открытые (гл. I, § 5), состоят ли из корнеотпрысковых и вообще вегетативно разрастающихся пород (далее, п. 30) или из неразрастающихся, так и по своим позициям относительно форм рельефа (равнина, склон, ложбина и др.) и экспозициям относительно стран света (южные, северные и т. п.). С наветренной стороны опушки являются поглощающими пары воды (конденсирующими, п. 7), снег (сугробы — гл. I, § 16), пыль (гл. I, § 17), песок (гл. I, § 18), с заветренной — защищающими (гл. I, § 3), с солнечной стороны — усиленно нагревающими (особенно южные опушки), с теневой — дающими прохладу и влажность (особенно северные), со стороны подъема склона — морозобойными (особенно по ложбинам со стороны их подъема — морозные запруды, см. гл. I, § 7), со стороны падения склона — более теплыми, защитными (гл. I, § 7, 8). Они бывают также защищающими от холодных северных ветров при быстром наступлении холодной погоды.

30. Поглощающие влагу (конденсация — п. 7, гл. I, § 19, и скопления наносов снега — гл. I, § 16)<sup>3</sup> опушки в степной полосе играют крупную роль, превращая нелесопригодную степную почву в более выщелоченную и более увлажняемую лесопригодную. При наличии по таким опушкам корнеотпрысковых пород (береста, осины, терна, дикой вишни и др.) эти опушки получают свойства надвигаться на степь и отвоевывать от нее территорию для следующего за ними леса. При помощи таких опушек шло природное надвига-

<sup>1</sup> Структура почвы восстанавливается успешно в сельском хозяйстве путем посева и выращивания многолетних бобово-злаковых травосмесей. *Рел.*

<sup>2</sup> Повидимому, все-таки некоторое восстановление плодородия почвы происходит и под лесной залежью, особенно, если на более глубоких, но для леса корнедоступных глубинах находится богатая порода (мергель, моренный суглинок, глауконитовая порода и др.).

<sup>3</sup> Увеличение влажности замечается еще в опушках во время дождя с ветром с наветренной стороны (см. частью на фиг. 34, далее), тогда как с заветренной, напротив, уменьшение увлажнения почвы.

ние леса на степь. Благодаря поглощению влаги такие опушки и лесокультурные полосы в степях находятся в несколько лучших условиях произрастания, чем лесные массивы, которые получают только сумму выпадающих осадков, и то за вычетом части, задерживаемой над почвой и испаряющейся непосредственно. В последнем отношении наименее выносливыми должны быть густые хвойные насаждения, например ельники, под которыми запас влаги бывает значительно более низкий, чем под лиственными (гл. III, § 20).

31. Так как ослабление силы ветра начинается уже перед опушкой, то и отложение снега начинается уже по краю поля перед наветренной опушкой. С наветренной стороны снега еще больше, чем с наветренной, так как он здесь не сдувается и еще наносится верховыми метелями (гл. I, § 16, 17), а при узких полосах также выносятся сюда, ложась шлейфами и хвостами. От этого, как и от понижения испаряемости под защитой от ветра, полевые (и прочие) окраины перед опушками, кроме иногда северных, более нагреваемых и иссушаемых у обращенных к югу опушек, весной имеют более влажную почву, и по ним развивается с весны более густая и более высокая растительность, образующая большую надземную вегетативную массу и более обильную корневую систему. Если потом наступает сильная летняя засуха, то от такой более развитой растительности у опушек почвенная влага расходуется сильнее, чем вдали от опушек. К этому прибавляется еще и то, что корни деревьев и кустарников, в значительной массе заходящие от опушки под поле до расстояния около 10 м, тоже сильно иссушают почву.

Вследствие такого двойного сильного иссушения почвы близ опушек иногда бывает, что к моменту налива зерна влаги не хватает и урожай зерна около опушки на расстоянии до 10 м становится ниже, а натура его хуже, чем вдали от опушек. На расстоянии от опушек и полос дальше 10 м урожай сельскохозяйственных культур выше, чем в открытом поле.

Неблагоприятно бывает иногда еще и то, что снег у опушек на расстоянии до 10 м тает медленнее, чем вдали, и этим задерживает обработку почвы и посев ярового хлеба. Затем от увеличенного скопления снега у опушек на расстоянии до 10 м иногда наблюдается выпревание озимей; у южных, затененных северными опушками окраин полей урожай иногда понижается от недостатка света, а у северных окраин поля у обращенных к югу опушек, напротив, — от отражения тепла и света (схема на рис. 33).

32. При посадке леса в степи с непромачиваемым грунтом и диспульсивными грунтовыми водами (гл. III, § 2 и 15) вследствие образования промывных пульсивных опушек в таких бывших раньше непромачиваемых и потому соленосных местах начинается вымывание солей, от которых грунтовые воды становятся хуже, более солоноватыми, чем были раньше, до посадки леса. Их солоноватость еще увеличивается вследствие сгущения растворов при усиленном расходовании влаги лесом. В результате — понижение уровня грун-

товых вод (гл. III, § 13) и ухудшение их качества (гл. IV, § 9). Интересно с этим сопоставить, что и под природными нагорными дубравами лесостепной полосы зачастую встречается отдаленный уровень грунтовых вод низкого качества (Кочеток и др., см. п. 19).

33. Лесные поляны представляют собой более или менее небольшие открытые площадки, окруженные лесными опушками. При густоте и закрытости этих опушек особенности приопушечных изменений микроклимата становятся на полянах еще более резкими (гл. I, § 10). В жаркий день на полянах наиболее жарко, а в тихие ясные ночи температура на полянах падает наиболее низко и число без-

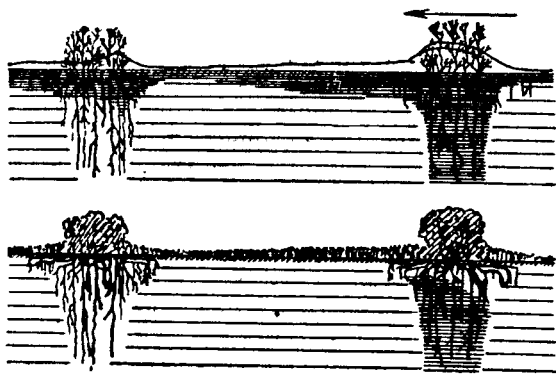


Рис. 33. Два профиля через поле и две полезащитные лесокультурные полосы: верхний—зимний, с обозначением снежного покрова, снежных наносов (справа) и весеннего увлажнения почвы; нижний—летний, с нанесением хлеба (роста хлебных растений) и влажности почвы к осени. Профиль полосы справа представляет состояние крайней с востока защитной полосы, в которой скопляются очень крупные снежные наносы, от таяния которых много воды проникает в почву и уничтожает диспультивный горизонт, вымывая соли. Профиль полосы слева—внутри сети полезащитных полос. Наносы снега незначительны, диспультивный горизонт высушен больше, чем под полем: повышенная высушенность его в связи с корнями деревьев заходит под поле (до 10 м)

морозных дней здесь сокращается. Напротив, уменьшенные поляны с открытыми опушками превращаются в лесные прогалины, микроклимат которых приближается к внутрилесному (п. 4) со сглаженной температурой, ослабленной испаряемостью (гл. I, § 13) и тихим воздухом. Такие прогалины благоприятны для появления лесного подроста, и на этом основывается ведение так называемых групповых вырубок («окнами»).

34. Сплошные лесосеки представляют собой тоже открытые площади, защищенные по сторонам стенами леса. В отличие от полей и полян, обрамляемых обычно более или менее постоянными закры-

тыми опушками, лесосеки имеют по краям большей частью открытые древостой с более или менее свободным обменом воздуха. Кроме того, и в почве корни деревьев предстоящей стены леса не заходят так густо и так далеко под лесосеку, как корни постоянных опушек под прилегающие поля и луговые поляны, поэтому и сушат они почву на меньшем расстоянии.

В общем, может быть, кроме самой узкой полоски у самых краин стволов, сумма благоприятных влияний стены леса значительно превышает сумму неблагоприятных влияний, и от этого возобновление лесосеки происходит вблизи стен леса большей частью лучше, чем вдали.

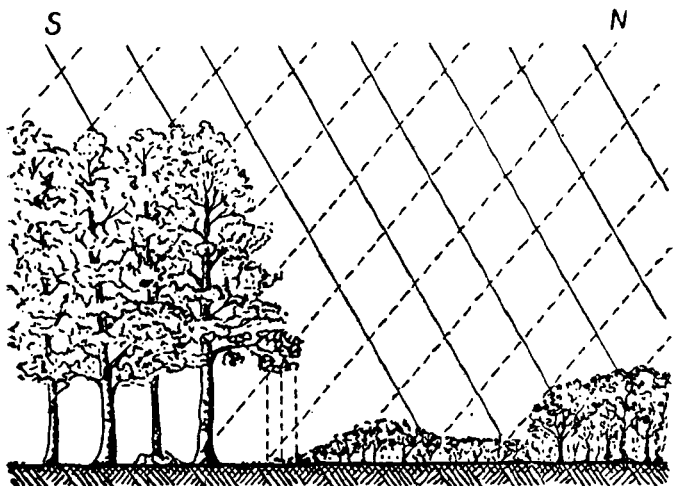


Рис. 34. Рубка узкими лесосеками с примыканием с севера на юг. Сплошные линии—лучи солнца, пунктирные—направление полета капель дождя при сильном западном ветре

На юге наилучшими являются южные окраины лесосек, затеняемые стеной леса от прямых солнечных лучей и сухих юго-восточных ветров. Эти же окраины лесосек пользуются также несколько увеличенным орошением от вдувания осадков господствующими влагоносными ветрами (рис. 34). Таким образом, следует, что наиболее выгодно вести рубки узкими лесосеками с севера на юг или с северо-запада на юго-восток с непосредственным примыканием, вследствие чего с северной стороны лесосеки помещается не стена леса, могущая отражать свет и усиленно сушить, а поднимающийся молодняк.

Во влажном лесном климате севера, где больше угрожает заболачивание и где северо-западные ветры особенно сильны, там, конечно, надо вести рубки в обратном направлении.

В некоторых средних условиях подмечено, что в области ели и сосны по лесосекам, вытянутым с востока на запад, по южной зате-

ненной окраине возобновляется больше ель, а по северной, более сухой и освещенной, — сосна (В. Н. Сукачев).

35. Разреженные насаждения, смотря по степени разреженности, то приближаются к полным, сомкнутым и представляют те же благоприятные условия для появления подроста, то переходят к рединам, микроклимат которых приближается к микроклимату полей (усиление крайностей температуры). Со стороны же прихода и расхода почвенной влаги разреженные древостои находятся в условиях повышенного увлажнения (гл. III, § 12). Это неблагоприятно во влажном климате на равнине (обуславливает заболачивание леса) и благоприятно в степном климате, ибо способствует большей устойчивости и большей долговечности изреженных древостоев, пользующихся большим почвенным объемом, заключающим большой запас почвенной влаги. В природе во многих случаях переход от леса к степи представляет собой редины (в Бессарабии «гирнецы»).

36. Что можно сказать теперь о широком запредельном влиянии леса? Прежде всего несомненно его большое влияние на распределение стока вод: ослабление, понижение, иногда (как в Велико-Анадолу) даже полное устранение поверхностного стока снеговых (талых) вод — самой непроизводительной потери вод осадков. Сток этот причиняет вообще гораздо больше вреда, чем пользы, которая может быть в отдельных случаях учтена и взвешена (гл. IV, § 14). Уничтожение лесов прежде всего отражается на увеличении стока разливных вод. Бурный сток этих вод приносит многочисленный вред. Вред от чрезвычайных разливов рек общеизвестен. Происходит энергичный процесс эрозии (размыва и смыва) почвы, размыв берегов, расширение русел и заполнение их балластом (песком, илом), занесение песком хороших культурных участков по низменностям долин, заполнение русел и источников мелких речек и ручьев, которые наружно иссякают, понижение уровня грунтовых вод в местах усиленной эрозии — оврагообразования, обмеление рек, заиловывание озер, прудов и т. д. Вся сумма таких вредных последствий громадна. Она тем больше, чем более изрезана, более гориста местность, чем более рыхлые, но не песчаные породы образуют ее почву и грунт, чем суровее и более континентален климат (сильные перепадения, промерзания почвы и большее накопление снегов к началу таяния — гл. I, § 21).

37. По старой памяти у нас и до сих пор еще считается наиболее важным охранять так называемые источники рек, подразумевая под этим самые верховья рек, откуда они берут свое начало. Это грубая ошибка. Река питается водой на всем своем протяжении. Ее долина врезана в материк и по ее бокам всюду грунтовые воды проходят выше ее уровня. Обычно долина есть луг или заболоть «нижеводная», к ней со всех сторон стекают грунтовые воды; по ее бокам имеются ключи-источники или же, при их засоренности, грунтовая вода стекает в реку скрытым подпочвенным путем. Поэтому самое верховье реки дает лишь незначительную

часть ее общего питания, и водоохранные мероприятия (законы и пр.) должны распространяться по всему бассейну.

38. В чем должны заключаться у нас водоохранные и водорегулирующие меры, имеющие в виду главным образом сокращение разливов и увеличение производительного испарения? Несомненно, на первом месте следует иметь в виду горы, крутые склоны и овраги, по которым происходит при их обезлесении наибольшее увеличение поверхностного стока, а вместе с тем смывание почвы и прогрессивная эрозия — развитие оврагов.

Лес густой или с густым подлеском должен покрывать не только самые такие склоны и овраги, он должен из них выступать на плато или отлогости, для того чтобы сносимый ветрами снег откладывался выше и чтобы благодаря этому талые воды возможно полнее проникали в почвогрунт для его увлажнения, пополнения грунтовых вод и промывания степных почв и возможно менее стекали бы по поверхности.

Для этого же может быть полезно по крутым склонам и над ними выкапывать по горизонталям прерывистые канавы, в которых должны задерживаться поверхностносточные воды. При малой вышенности таких крутых склонов их канавирование и облесение нужно вести постепенно, понемногу поднимаясь вверх (гл. IV, § 10). Овраги же и надовражные ложбины лучше облесить сверху вниз там же, чтобы избегать образования над молодняками морозных запруд (гл. I, § 7) <sup>1</sup>.

39. В помощь облесительным работам по ложбинам, логам, оврагам, ярам полезно производить соответствующие гидротехнические сооружения, направленные в сторону закрепления почвы и задержания сточных вод: запруды, плетневые и хворостяные заграждения, водоотводные (в стороны от русла) канавы и т. п. При сильном природном дренаже и отсутствии подходящих водоупорных прослоек пруды не держатся: вода просачивается в глубь грунта. Все такие запруды — насыпи, плотинки, хворостяные или щебневые заграждения — полезно засаживать древесно-кустарниковыми зарослями.

40. Ввиду задерживающего и закрепительного влияния лесной

---

<sup>1</sup> Но следует иметь в виду, что такие работы, направленные против поверхностного стока вод в горах и по склонам в пользу переведения такого стока частью во внутренний источниковый сток, могут в некоторых условиях вызывать и вредные явления в виде усиления движения оползней, от которых сильно страдают у нас южный берег Крыма, черноморские склоны Кавказа и многие более континентально расположенные города и местности, преимущественно по кручам высоких правых берегов крупных рек и уступов к морю (Одесса). В таких местах техника направляется больше не в сторону перевода поверхностных вод во внутренние, а напротив, на дренаж грунта, на вывод наружу вод, увлажняющих скользкие прослойки. Явление вредных оползней, естественно, обращает внимание хозяйства на возможность укрепления грунта насаждением глубококорневых и кустарниковых пород. При этом возлагаются на них надежды не только как на механические скрепители выбихих горизонтов грунта, но и как на мощные «насосы», высасывающие лишнюю влагу. Однако такая «лишняя» влага, которая, так сказать, смазывает собой скользкие слои, далеко не всегда бывает лишней со стороны потребности древесной растительности (например, в Крыму, в Одессе в Саратове и т. д.).

растительности на сток вод и смыв почвы, надо полагать, лесная растительность была бы полезна по тальвегам и бокам различных водостоков, а по низменностям, питаемым притекающими грунтовыми водами, лесная (вообще густая древесная) растительность полезна тем, что она может наиболее полно использовать влагу. Но по таким низменностям, обогащаемым приносимыми грунтовой водой минеральными соединениями, зачастую неодолимым конкурентом для древесной растительности являются луга, пастбища и интенсивные огородные культуры. В таких условиях очень полезно бывает комбинировать такие угодья и культуры с древоводством. Во многих таких случаях по низинным мокрым и заболоченным местам ряды или группы деревьев могут усиливать дренаж, устранять вредный избыток влаги — ряды ив, тополей, черной ольхи, ясеня, ильмовых, эксплуатируемые так называемым подсечным, или безвершинным, хозяйством. Эти же породы с подлеском из разных кустарниковых ив полезно разводить по берегам рек, закрепляя от размывания их бечевники и рети (возвышенные гряды, сопутствующие часто главным руслам рек).

Другого рода гряды — гривы, сопровождающие старые заглохшие русла (так называемые воложки на Волге), образуют пригодные для лесных полос по поймам ленты, закрепление которых густыми лесными зарослями против возможного размыва речными разливами тоже очень полезно. По таким образованиям природные леса проникают глубоко в область полупустыни (Черноярское лесничество по Волге в Астраханщине). Усиленно испаряя воду, такие пойменные, тугайные, уремные леса в степной, полупустынной и пустынной зонах несколько увлажняют воздух и понижают летний нагрев, доставляя в то же время хотя большей частью и мягкую, но ценную в таких местностях древесину. На почвах несколько солонцеватых (луговые солончаки) здесь произрастают виды джидды (люха — *Elaeagnus*), облепихи (*Hipporhæ*), тамариксов (*Tamarix*) и др. — в Средней Азии.

41. Незаменимую роль играет древесная и некоторая кустарниковая растительность по раздутым пескам как их закрепитель и в известных условиях (гл. I, § 18) их собиратель. При помощи насаждения пескосборных полос по надутым местам арен мы можем достигнуть того, что с промежуточных (интервальных) частей песок будет сдут в полосы, где отложится более или менее мощными валами (дюнами), и почва интервалов частью опять будет открыта и может быть возвращена полеводству и другим культурам. Эта возвращенная почва, однако, вследствие происшедшего под песком «ожерствения» несколько отличается от той, которая была занесена при надвигании песков. Получается своеобразный ландшафт.

42. Культивируемые в пескосборных полосах породы должны обладать свойством пускать из занесенных песком стволов и ветвей придаточные корни и таким образом использовать наносимые песчаные массы, свободно сквозь них прорастая и по ним укореняясь. В этом отношении прекрасно работают виды шелюги (*Salix acuti-*



folia, *S. daphnoides*, прикаспийские *S. caspica*, *S. Ledeburiana* и др.), тамарикс (*Tamarix gallica* и др.), скумпия (*Rhus cotinus*-*Cotinus coggygria*—песчаная раса по терским пескам), инжир (*Ficus carica*—на Апшеронском полуострове), каллигонумы и многие другие. Возможно закрепление и некоторыми травянистыми растениями (*Elymus amorphila* и др.), но это не так прочно. По нанесенным поверх чернозема пескам местами хорошо может расти белая акация (*Robinia pseudoacacia*).

---