

Часть III.

Биология насаждений. Учение о лесоводственных свойствах насаждений.

I.

Лесоводственная характеристика обстановки под пологом насаждения.

ВВЕДЕНИЕ.

Для того, чтобы понять жизнь леса, как жизнь своеобразного коллективного организма, недостаточно еще знать биологические свойства составляющих его пород, — необходимо привлечь внимание к той новой среде, которую сам лес или деревья, его образующие, создают. Всякому лесу, как это общеизвестно, свойственно видоизменять занятую им среду. Та лучистая энергия, которая раньше свободно достигала земной поверхности, при создании на ней леса претерпевает как количественные, так и качественные изменения; тот поток атмосферных осадков, который тоже свободно достигал поверхности земли, теперь также подвергается некоторым метаморфозам; движение воздуха в пределах, занятых лесом, будет иным; и, наконец, между пологом леса и земною поверхностью возникает новая среда, чрезвычайно деятельная, т.-е. здесь возникает так называемая подстилка лесная, которая, в связи с измененной лесом атмосферой, будет оказывать сильнейшее влияние на ниже лежащую почву и грунт. В лесу, как известно, меньше дневного света, меньше проникают сквозь его крону осадки, воздух влажнее и холоднее, часто царит затишье от ветра и т. д. Вот на некоторых из этих элементов мы теперь остановимся несколько подробнее, не рискуя быть обвиненными в том, что входим не в свою область, так как ведь на первых порах легко признать, что вопросы подобного рода суть вопросы физической географии, в частности, метеорологии, почвоведения и т. д. В оправдание того, что этого рода вопросы суть вместе с тем и законные сыны лесоведения, необходимо некоторое разъяснение. Прежде всего, ни один курс физической географии никогда не трактует эти вопросы так подробно и в тех именно деталях, какие нам, биологам леса и лесоводам, необходимы. Перед метеорологом, без сомнения, встает вопрос о том, в какой мере лес задерживает осадки, но для него этот вопрос важен лишь с общей точки зрения, такие же подробности, как различие задерживательной способности соснового, елового, дубового леса, чистых и смешанных, простых и сложных форм его, могут интересовать его лишь как иллюстрации одного общего реше-

ния, но не сами по себе, тогда как для нас — совершенно наоборот. Если такой вопрос, как общая проблема, решен в той или иной научной области, мы берем это решение готовым и устремляем внимание на частности для нас первойшей важности. Мы будем искать закономерность в колебаниях, которые обнаружат частности, стремясь привести их в связь с моментами самого насаждения, или леса, т.-е. составом его, возрастом, густотой, формой и т. п. Во многих случаях, кроме того, и самые вопросы, как общие проблемы, еще не поставлены основной наукой, и тогда вполне естественно, что наука прикладная берет на себя инициативу не только решения частных, но постановку и общего вопроса. Кроме того, физико-географ, отдавая отчет о том, что известно по тому или другому вопросу, может этим ограничиться, нас же, в дополнение к этому, необходимо будет интересоваться выяснением биологического значения измененной лесом среды, вообще, или того или иного элемента ее, в частности. Вот после такого пояснения приступим к исследованию внутренней среды, создаваемой лесом.

1. Лес и осадки.

Мы начнем ознакомление с тем, как видоизменяет совокупность деревьев, или лес, занятую среду, с рассмотрения видоизменяющего влияния леса на осадки. Данный вопрос, как справедливо отметила Гоппе, может быть расчленен на два вопроса: 1) сколько выпадает осадков над лесом и 2) сколько из выпавших фактически достигает почвы под лесом; к этому расчленению я прибавил бы еще третий член, именно — сколько из достигшей поверхности лесной почвы действительно проходит затем в почву, и какое количество стекает по поверхности.

Первый вопрос принадлежит области физической географии, но и лесные опытные станции включили его в число своих задач. Одним из последних исследований этого рода было исследование Мюттриха в Пруссии, который показал, что за период времени дождемеры, бывшие на полянах в лесу, дали в среднем 587 мм., на опушке леса 570 мм., в расстоянии 1.000 метров 552 мм., а в расстоянии 2.000 метров 551 мм., т.-е. дали определенный сбег, характерный для многих исследований этого рода. Из подобных рядов делают обыкновенно тот вывод, что над лесом выпадает осадков больше, тогда как в действительности эти данные совершенно не дают права на подобный вывод. По этому поводу нельзя и до сих пор не вспомнить глубоко правдивых критических замечаний нашего покойного ученого П. А. Костычева. В 1876 году он писал: «Оставаясь строго научными, мы должны выводы, подобные тем, что в лесу выпадает значительно более осадков, чем над полем, изменять так. На лесных полянах попадает в дождемер больше воды, чем на открытых местах, — это естественно, так как в лесу ветер ослаблен и, стало быть, как доказывают специальные исследования, из выпадающих осадков при ослабленном ветре собирается в дождемер больше воды, чем при сильных ветрах».

У нас, пользуясь данными лесных опытных станций, Н. П. Адамов стремился показать, что над Шиповым лесом и над Хреновским бором выпадает больше осадков, чем над Каменной степью, но, как хорошо показал критический анализ этих данных со стороны А. А. Каминского и Дулова, и здесь вывод не выдерживает критики.

Подобных исследований можно было бы привести множество. Но как бы ни умножались они, вывод не приобретает оттого большей надежности. В данном случае большое число наблюдений не может уничтожить основной методологический порок, так как мы всегда при такой обстановке исследо-

вания будем иметь дело с дождемерами, не в одинаковой степени защищенными от ветра. В этом отношении прав П. А. Костычев, утверждая, что для подобного рода сравнительных исследований нет более неточного инструмента, как дождемер. Но мы не будем дальше останавливаться на этом вопросе и вместе с проф. Г. А. Любославским примем, что нет ничего невероятного, что такой фактор, как лес, если как-либо и повлияет на выпадение осадков, то всего более вероятно, — на их повторяемость. Но влияет ли лес непосредственно на количество осадков — вопрос пока открытый. Теоретически вполне, конечно, допустимо привлекающее влияние леса на осадки, но, в силу хромоты методики, имеющиеся данные нельзя считать доказательными, а затем надо полагать, что если таковое влияние и существует, то по всем имеющимся данным надо думать, что выразится оно в скромных размерах. Не предполагая поэтому существенной разницы между количеством выпадений над лесом и вне его, перейдем теперь к другому, для нас гораздо более важному и близкому вопросу о том, как велико задерживающее влияние леса на осадки, выпавшие над ним.

Осадки, достигающие полога леса, только частью непосредственно проникают через него между листьями и ветвями. Другая часть, смачивая поверхность листьев и ветвей, испаряется затем обратно, и третья может стекать по стволам к подножию дерева. Первые исследования этого рода были организованы одновременно с открытием лесных метеорологических станций в самом начале 60-х гг., первоначально в Саксонии Кручем, затем, притом в гораздо более широком масштабе, Эбермайером в Баварии.

Впоследствии присоединились Пруссия (Мюлтрих), Австрия (Риглер), Швейцария (Бюлер) и т. д. Наблюдения велись в каждом отдельном месте лишь по одному дождемеру, поставленному под пологом леса, показания которого сравнивались с соответственными данными дождемера на поляне. В такого рода методике скрываются два недостатка: 1) здесь совершенно не учитывается, как на то указал лесовод Ней в 70-х годах, сток по стволам, 2) наблюдения по одному дождемеру под пологом не могут дать нам истинной картины, так как ни один полог леса не представляется однородной величиной; не только его сомкнутость различна даже в разновозрастных и чистых насаждениях, но все будет зависеть также и от того, где будет поставлен дождемер: ближе ли к основанию дерева, — тогда он получит меньше осадков, или, наоборот, ближе к периферии кроны, — тогда он получит больше осадков. В этом отношении особенно интересны исследования Гоппе, оперировавшего в 20-ю и более дождемерами под пологом одного и того же насаждения. Он таким методологическим исследованием в состоянии был показать, что наблюдения по одному дождемеру могут уклоняться на 50% от истинной средней и что для правильности наблюдений необходимо располагать в каждом пункте не менее как 10-ю дождемерами. Как бы то ни было, но данные Эбермайера представляют тот бесспорный интерес, что захватывают значительный период времени, — во-первых, и обнимают собою наблюдение как над летними, так и над зимними осадками, во-вторых. Поэтому мы их приводим.

В процентном отношении количества осадков, выпавших на поляне, попало в дождемер, поставленный под пологом леса:

		Зима.	Лето.	Год.	Осталось на кронах.
Елового	120 лет	51%	37%	42%	58%
»	50 »	82	72	77	23
Букового	60—70 »	84	82	83	17
Соснового	30 »	68	66	67	33

Что же мы видим в этого рода данных? 1) Что всякий лес задерживает определенное количество осадков на своих кронах, 2) что количество это различно, колеблется от 17 — 58% от того количества, которое выпадает в поле, 3) что зависят эти колебания от состава и возраста леса, или, иначе, от густоты его полога.

В 1879 г. Риглер на австрийской лесной опытной станции производил такие же наблюдения, но дождемеры устанавливались им под отдельно стоящими деревьями в парке; а вместе с тем он вел наблюдение и над стоком. Полученные им данные в процентах от количества осадков, выпавших в поле, представляются в следующем виде:

	Бук.	Дуб.	Клен.	Ель.
Непосредственно проникло под кроны	65.4	73.6	71.5	39.8
Стекло по стволу	12.8	5.7	5.9	1.3
Всего достигло лесной почвы	78.1	79.3	77.4	41.1
Кроны удержали	21.8	20.7	22.6	58.9

Эти данные, подтверждая вышеприведенные данные в отношении влияния пород, указывают еще на новую черту, что величина стока весьма сильно варьирует, также в зависимости от составляющей насаждение породы; у бука, например, достигая почти 13%, тогда как у ели едва превышая 1%.

Самыми, однако, интересными и обстоятельными данными отличаются данные Гоппе, к сожалению, обнимающие только наблюдения над летними осадками. Наблюдения производились близ Вены в течение двух вегетационных периодов на насаждениях еловых, сосновых и буковых, при чем под пологом каждого из них было поставлено по 20 дождемеров в различных расстояниях от стволов и приделано было по 20 воронок для учета величины стока. Результаты одного из вегетационных периодов сведены к нижеследующей таблице.

Учет осадков под пологом леса в процентах от количества осадков, выпавших на свободе.

СИЛА ДОЖДЯ в мм	Еловое насаждение.			Сосновое насаждение.			Буковое насаждение.		
	Количество просачив. сквозь пол.	Сток по стволу.	ВСЕГО.	Количество просачив. сквозь пол.	Сток по стволу.	ВСЕГО.	Количество просачив. сквозь пол.	Сток по стволу.	ВСЕГО.
> 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	55.9	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
< 20 » . . .	71.2	4.8	76.0	89.8	1.8	91.6	68.9	20.7	89.6
Всего проникло .	56.6	2.3	58.9	75.5	0.7	76.2	63.7	16.8	80.5
Задержано в кронах	—	—	41%	—	—	24%	—	—	20%

Эти данные весьма поучительны: они также показывают зависимость задерживательной способности полога от состава насаждений, при чем еловые задерживают в 2 раза больше осадков, чем буковые (40% — 20%); кроме того, как и у Риглера, величина стока также колеблется в зависимости от породы; у сосны, например, колеблется около 1%, у ели 1 — 5%, а у бука достигает даже 21%. То обстоятельство, что Гоппе обработал свои данные в зависимости еще от силы осадков, дает возможность подметить новую закономерность уже географического характера. Мы видим, что насаждение даже одной и той же породы задерживает разное количество осадков, в зависимости от того, с какого рода осадками, по степеням их силы, мы имели дело в момент наблюдения. Так, те же еловые насаждения пропускают при осадках малой силы лишь 29%, при ливнях 76%, сосновые насаждения 51 — 92%, буковые 62 — 90%. Ясное дело, что эта закономерность проявится различно в насаждениях одной и той же породы, произрастающих в разных климатах; в странах, характеризующихся преобладанием осадков большей силы, леса той же породы будут пропускать больше осадков, чем насаждения того же состава в странах, где, наоборот, большее количество осадков выпадает в виде осадков слабой силы.

К этим данным можно прибавить еще недавно опубликованные данные Бюллера для пихтовых и буковых насаждений Вюртемберга. Наблюдения показали, что столетнее буковое насаждение в среднем пропускает около 76% осадков, а 20-летний пихтовый молодняк только 21%. Какое важное значение подобного рода данные имеют для биологии леса, мы увидим сейчас, а теперь закончим ознакомлением с фактическим материалом этого рода. Более ранние наблюдения того же Бюллера в Швейцарии над листовицей показали, что насаждения этой породы отличаются минимальной способностью задерживать осадки, а именно всего только 15%. У нас такие исследования, по инициативе Г. Ф. Морозова, были произведены С. Д. Охлябинным в Бузулукском бору, а им самим в Хреновском.

По исследованиям Охлябинина в дождемеры, стоявшие под пологом спелого соснового насаждения средней полноты, в среднем проникло 72%, на кронах задержалось 28%; но эта задерживательная способность была неодинакова, в зависимости от силы осадков, и колебалась от 16 до 60%. Наблюдения Охлябинина тем интересны, что им учитывались и снежные выпадения, чего не было у Гоппе. В отношении последних задерживательная способность оказалась меньшей, чем в отношении дождевых, именно, всего 12 — 15%.

Г. Ф. Морозовым в Хреновском бору в 1901 — 1903 гг. были произведены наблюдения летом под пологом спелого соснового насаждения, соснового жердняка и 60-летнего дубового насаждения. Основа этого наблюдения очень определенно подчеркнула, что задерживательная способность по отношению к осадкам у той или иной породы связана с ее характером в отношении тениносливости. Светолюбивые породы с их рыхлою кроною и слабым охвоением пропускают естественно больше осадков, чем породы более густо охвоенные, с более глубокой кроной и тениносливые. Мы видим, следовательно, как отражается одна из биологических особенностей древесных пород на одном из свойств того сочетания, которое они образуют. Другой пример глубокой связи между биологическими особенностями вида или породы и свойством, образуемым данным видом насаждения, можно видеть во влиянии возраста: максимальная задерживательная способность крон, как мы видели, относится всегда к некоторому среднему возрасту, именуемому критическим. В первой части курса мы ознакомились с тем, что под таким возрастом насаждения разумеется тот, когда в данной породе кульминирует прирост в высоту, когда осуществляется закон большого

периода роста. Таким образом, в это время наблюдается и наибольший прирост в высоту и, если припомним, наибольшее развитие хворостяной массы, наибольшая потребность в зольных веществах и наибольшая задерживательная в отношении осадков деятельность крон. Дальше мы увидим, что этими проявлениями особенности критического возраста не ограничиваются, и с ним связывается еще ряд других сторон жизни насаждений.

Перейдем теперь к подробной характеристике только что приведенных данных с точки зрения их значения для жизни леса.

1) Если мы на какой-нибудь площади разведем лес, то тем самым, в зависимости от того, какие насаждения мы создадим, мы отнимем из суммы в данной местности выпадающих осадков некоторое количество, от 15 до 80%.

2) Если мы в состав чистых насаждений введем примесь других пород, то количество осадков, которое будет теперь получать та же площадь земли, будет иная, чем прежде; в случае введения к светолюбивым породам теневыносливой, мы уменьшим приток осадков, в обратном случае, когда к теневыносливым будут примешаны светолюбивые элементы, мы, наоборот, увеличим приток живой влаги; если мы к хвойным породам прибавим лиственные, то увеличим запасы снега и, наоборот, внедрение ели, например, в состав лиственных насаждений будет уменьшать запасы снега; помимо снабжения влагой, последнее обстоятельство будет отражаться еще на количестве снеговала и снеголома.

3) Если мы имеем насаждение простой формы и введем в него подлесок, то, опять-таки, этим одним мы уменьшим приток атмосферной влаги и притом в размерах весьма разнообразных, так как все дело будет зависеть и от густоты подлеска и от того, из какой породы он будет состоять. То же самое в еще большей мере справедливо в отношении еще более сложных форм леса, когда насаждения состоят не из 2-х, а из 3-х, 4-х, иногда 5-ти ярусов.

4) В жизни насаждения надо строго различать, с точки зрения притока атмосферной воды, два периода жизни, именно: до сомкнутия полога и после; конечно, в действительности такой резкой грани нет, так как смыкание происходит постепенно, но, во всяком случае, надо отметить, что до смыкания деревья пользуются почти всем количеством влаги, какое выпадает на занятую ими почву, тогда как после смыкания им придется довольствоваться уже меньшим количеством осадков.

5) Когда деревья сомкнулись, тогда, как известно, начинается процесс борьбы за существование между ними и тесно связанный с этим явлением процесс дифференциации стволов или так называемый процесс естественного изреживания насаждений. Вначале, до наступления критического возраста, полог все сгущается, и задерживательная способность его усиливается, достигая к моменту критического возраста своего максимума, потом в дальнейшем изреживании эта способность будет все падать. В первом случае, когда, например, исследовалось в Хреновском бору спелое сосновое насаждение, то кроны задержали 23%, во втором случае, когда дело касалось соснового жердняка, та же цифра увеличилась до 32%, и в третьем случае, при встрече с 60-летним дубовым насаждением, процент задержания осадков равнялся 28. Колебания же в этой способности, в зависимости от силы осадков, равнялись: для первого случая от 16 до 43%, для второго — 27 — 54% и для третьего — 24 — 53%. Жердняк, как видим, задерживает больше осадков, чем спелые сосновые насаждения. Бюлером прослежено влияние возраста более детально, именно в буковых насаждениях.

Возраст	20 л.	50 л.	60 л.	90 л.
Задержано на кронах . . .	20%	27%	23%	17%
Проникло до почвы	98%	73%	77%	83%

Мы видим, что наибольшее количество задерживается не в молодом и не в старом лесу, а в некотором среднем возрасте, в данном случае в 50-летнем, т.-е. в том, когда у бука наступает критический возраст, т.-е. когда развивается наибольшая хворостяная масса; то же самое мы видели и в отношении соснового жердняка, который тоже представляет собою критический возраст для сосны.

Под Москвою проф. Н. С. Нестеров производил аналогичные исследования как с помощью дождемеров под пологом, так и непосредственным измерением мощности снега. Он показал, что «малейшее изменение в составе насаждений связано с соответственными изменениями в количестве отлагающегося снега; небольшая, например, примесь березы в сосняке или сосны в ельнике всегда сопровождается повышением количества снега в насаждении». Тот же автор показал, что в березняках 70-летнего возраста снега на кронах задерживается всего только 4 — 5%, тогда как в хвойных, преимущественно, еловых лесах 50 — 55%. Влияние возраста можно видеть в том, что сосновые жердняки задерживали процентов на десять снега больше, чем насаждения той же породы в возрасте 60 — 90 лет. Эти наблюдения над снежным покровом имеют очень большое значение, так как в жизни леса снежный покров имеет большее значение, чем летние осадки.

Мы видели, что процесс, который нас сейчас занимает, характеризуется полною закономерностью, на что мы уже обращали внимание раньше при разборе отдельных случаев. В виду важности и относительной новизны этого вопроса в лесоводстве, я позволю себе еще раз напомнить, в чем именно проявилась закономерность, с добавлением некоторых новых разъяснений. Мы имели возможность убедиться в том, что задерживательная способность полога леса в отношении осадков, являясь общей чертой для всякого леса, в любых условиях местопроизрастания, распространяясь и на летние, и на зимние выпадения, различается вместе с тем, в зависимости от моментов тройкого рода, именно: 1) от моментов, характеризующих собою само насаждение, т.-е. его состава, формы, густоты, возраста, 2) от условий среды, главным образом, климата, т.-е. соотношения между числом осадков разной силы в общей годичной сумме, 3) от характера осадков, т.-е. имеем ли мы дело со снегом или дождем. Но, кроме того, могут влиять на количество осадков, достигающих почвы под лесом, еще другие обстоятельства, которые сейчас только упомянем, например, косое направление дождя на опушках и т. п.

Если мы теперь вернемся к значению состава насаждений, то в состоянии будем подметить еще другие закономерности; в общем, лиственные насаждения пропускают больше, чем хвойные, в особенности зимою, так как они проводят зиму в обезлиственном состоянии; а затем, в пределах каждой из этих категорий вполне ясна другая последовательность: лиственница задерживает только 15%, сосна около 20 — 25%, ель около 60%; пихта же может задерживать до 80%. Этот ряд для всякого знакомого уже с биологией пород не есть ряд случайный, а определенная последовательность пород. Обсуждение вопроса позволило еще заметить, что для каждой отдельной породы, при увеличении ее возраста по миновании большого периода роста, сквозь ее полог будет проникать все больший и больший процент осадков, что имеет весьма большое значение, так как с возрастом более заметного изреживания совпадает плодоношение и возможность появления нового поколения леса под пологом старого.

б) Самосеву и подросту в лесу под материнским или защитным пологом всегда приходится пользоваться меньшим количеством осадков, чем если бы они росли на открытом месте. Наблюдая распределение групп самосева и подроста в лесу, мы легко убеждаемся, что он бывает приурочен

к более изреженным местам в пологе, к просветам среди него, к так называемым окнам и т. п. Здесь влияет много обстоятельств, и обычно указывают на господствующую роль большего доступа света, но если рассматривать вопрос не в применении к отдельной породе или к какой-нибудь отдельной местности, а вообще, — то нельзя не обратить внимания и на то, что вышеуказанные места получают и больше осадков; в некоторых случаях это будет выгодно, в других нет, например, там, где влаги, содержащейся в почве, избыток и где климат влажный, там такое задерживающее влияние крон может оказаться полезным, и мы, действительно, часто в подобных местах видим самосев возле самих материнских деревьев, где несколько выше и суше.

Хорошою иллюстрацией сказанного является спор вюртембергских и баденских лесничих о том, какого рода постепенные рубки, — с более быстрым или более медленным темпом изреживания — являются более целесообразными: первые ведут рубки более ускоренного темпа, чем вторые, между тем результаты в пихтовых лесах, по крайней мере, и у тех и у других одинаково хороши. Пихта в Бадене, долгие снося отенение материнского полога, могла дать повод к созданию легенды об ее большей теневыносливости, между тем один взгляд на карту осадков Германии легко уясняет получение положительных результатов как при более скорой рубке в Вюртемберге, так и при более медленной в Бадене. Пихтовые леса Бадена расположены на той стороне горной возвышенности, которая обращена к океану и где ниспадает поэтому около 2.000 мм. осадков; тогда как леса Вюртемберга расположены по обратному склону возвышенности, где в среднем количество осадков колеблется около 700 мм. Несмотря на большую задерживательную способность полога пихтовых насаждений, все же при 2.000 мм. можно вести рубку более консервативно и нельзя, наоборот, при 700 мм. Вероятно, тут светолюбие пихты не при чем, а решающую роль играет только что указанное обстоятельство.

7) Бюлер обратил внимание на то, что раз всякий лес задерживает известное количество осадков, то это может сказаться на географическом распространении породы, в особенности, если она влаголюбива, — именно, она, произрастая в насаждении, как бы повышает свою требовательность в отношении этой черты климата, т.-е. в отношении количества осадков. Нужно постоянно помнить, что жизнь одиноко стоящих деревьев, разводимых в парках и садах, в степном климате или если даже в лесном, но не в районе естественного распространения данной породы, всегда будет существенно отличаться от жизни ее в насаждениях; ель в одиночном стоянии, среди степной обстановки — одно, ель в виде массива — совсем иное; здесь, конечно, много привходящих других обстоятельств, которые влияют на жизненную обстановку, но и интересующий нас сейчас фактор не может не быть принят также во внимание.

8) Тот же Бюлер обратил внимание еще на следующее интересное обстоятельство. Осадки малой силы, благодаря задерживающему влиянию полога, могут и совсем не достигать лесной почвы. Действительно, дождемеры, поставленные под пологом, не всегда обнаруживают осадки, тогда как дождемеры на поляне улавливают их. Благодаря этому, засушливый или, точнее говоря, бездождный период может оказаться более продолжительным под лесом, чем вне его. Бюлер приводит такой пример, что тогда как на открытом месте период, в течение которого не было измеримых осадков, продолжался с 23 мая по 1 июня и длился, стало быть, 10 дней, рядом, под столетним буковым лесом, он продолжался от 20 мая по 7 июня, или 20 дней, т.-е. был вдвое длиннее. В другом году такой же бездождный период захватил на открытом месте 14 дней, под пологом же леса 20 дней, при чем был

еще приурочен к весеннему периоду, чрезвычайно важному для появления и укрепления всходов.

9) Благодаря задерживательной способности, лес имеет определенное защитное влияние как в равнинах, так и горных местностях. В горах опасные ливни, благодаря указанной способности, легко обращаются в безвредные дожди, чем может предупреждаться снос камней в долине, размыв и снос почвы и тому подобные явления. В равнине смена ельников, например, березою, более пропускающей снег, где он, кроме того, и быстрее тает, может иметь, как показали исследования Н. С. Нестерова и Шпейера под Москвою, решающее влияние на характер водополя, на быстрое его наступление, при отсутствии малейшего изменения в климате.

Таким образом, если мы не исчерпали вопроса о биологическом значении изучаемой нами способности леса, то все же вскрыли много сторон, имеющих большое значение в жизни леса, что неоднократно еще будет показано в дальнейшем изложении.

Мы видели, что при наличности одной общей для всех лесов задерживательной способности степень проявления ее варьирует вполне закономерно и обуславливает различные способности и различную жизнь насаждений разного состава, формы, густоты и возраста даже в одном и том же климате. Лес живет, меняется в своем составе, изреживается и т. д. и, вместе с этим, меняется и количество осадков, которые достигают его почвы.

Наконец, в искусственном изреживании насаждений, в введении подлеска, в создании чистых или смешанных насаждений и т. п. лесной хозяин имеет средства воздействия на один из элементов климата и погоды, т. е. имеет своего рода регулятор, который может увеличивать и уменьшать, смотря по надобности, приток атмосферных осадков к лесной площади.

Таково лесобиологическое и лесоводственное значение вопроса, с которого мы начали рассмотрение претворяющей способности леса.

2. *Количество света под пологом.*

Перейдем теперь к другому элементу атмосферы, который также сильно преобразуется соединением древесных растений в сообщества или насаждения. Как известно, общий дневной свет состоит из прямого и рассеянного света при ясном небе, конечно, при пасмурном же — только из последнего. Прямой солнечный свет имеет для древесной растительности второстепенное значение, тогда как рассеянный первостепенное: им определяется положение листьев в кроне дерева, величина листовой поверхности, так называемая мозаика листьев. Рассеянным светом пользуются все листья полога, хотя и в различной степени, смотря по глубине расположения их в кронах; прямым же солнечным светом могут пользоваться только листья, расположенные по периферии крон.

Пользование светом в лесу весьма разнообразно: больше всего им пользуются изолированные деревья или смолоду растущие на просторе или потом выставляемые на простор; затем опушечные деревья и экземпляры I класса, по Крафту, вершинки которых возвышаются над общим пологом; уже меньшим количеством света пользуются господствующие деревья, образующие верхний полог, и, наконец, деревья угнетенные. Minimum света выпадает на долю нижнего яруса, подлеска, подроста и, само собой разумеется, почвенного покрова. Если полог насаждения сравнивают в отношении осадков с продырявленным зонтиком, то такое сравнение отчасти применимо и к данному вопросу: часть рассеянного света проникает в промежутки между кронами отдельных деревьев и между листьями кроны, другая часть поступает

под полог, уже побывав в листьях после произведенной фотохимической работы. Под пологом насаждений меньше света, так как только часть его непосредственно проникает под кроны, а другая часть его поглощается листовой поверхностью, и вот эта-то степень затенения пологом насаждения пространства, заключенного между почвой и пологом леса, будет зависеть от тех самых моментов, от которых зависит и влагозадерживательная способность лесного полога, а именно: от полноты насаждения, от его состава, формы, возраста, климатической области и положения среди леса: опушки, например, могут пользоваться доступом бокового света, физиологически более деятельного, чем верхушечный свет. Первые объективные исследования, или, вернее, попытки к оным, сделаны были еще Теодором Гартигом в середине прошлого столетия как раз тем методом, который теперь усовершенствован Визнером. Как известно, венский ботаник предложил измерение количества света, проникающего под полог насаждения, с помощью изобретенного Бунзеном и Роско фотографического метода, основанного на потемнении особым образом приготовленной бумаги. Теоретическим основанием служит тот закон Бунзена и Роско, по которому степень потемнения бумаги прямо пропорциональна интенсивности и продолжительности влияния на нее света. За единицу меры принимается количество света, необходимого для того, чтобы в 1 секунду светочувствительная бумага приняла нормально черный цвет; если последнее будет достигаться в 2 — 3 секунды, то интенсивность света будет равна $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$...

Отношение интенсивности света, получаемого растением, к интенсивности общего дневного света $\left(\frac{i}{J}\right)$ Визнер назвал фактическим использованием света или величиною использования света; такое же отношение при $i = 1$ названо им специфическим использованием света, выражающимся всегда правильною дробью с числителем = 1, и показывающим, какая часть дневного света, падающего в данный момент на данную площадь данного растения, используется.

Этим методом Визнера, дающим лишь представление об относительной, а не абсолютной величине света, да притом еще измеряющим только сильно преломляющиеся, так называемые химические лучи, воспользовалось лесоводство для определения того количества рассеянного света, который проникает сквозь полог насаждения. Проф. Cieslar, пользуясь этим методом, определил количество света под пологом буковых насаждений разной густоты, затем — черной сосны и пихты. Под открытым небом на поляне, в 40 шагах от букового насаждения, при совершенно ясном небе, 21 апреля, когда еще только единичные экземпляры начали распускать почки, времени для достижения светочувствительной бумагой нормального тона понадобилось в среднем из нескольких наблюдений 4.7"; под пологом же букового насаждения, очень сильно прореженного (с удалением почти половины деревьев) — 9.8"; на следующей пробе, где из насаждения было удалено около $\frac{1}{3}$ древесного запаса, понадобилось уже 11.0", и, наконец, в соседнем участке того же леса, где было произведено только обычное сильное прореживание (с удалением IV кл. по Крафту), необходимо было 18.2". Если выразить эти величины в интенсивности освещения, то мы получим:

На открытом месте	$\frac{1}{4.7} = 0,213$
Под буковым насажд. с сильной рубкой простора . . .	$\frac{1}{9.8} = 0,102$
Обычная рубка простора	$\frac{1}{11.0} = 0,090$
Сильное прореживание	$\frac{1}{18.2} = 0,055$

Принимая интенсивность освещения под открытым небом = 1, получим следующие относительные величины интенсивности освещения:

На открытом месте	1
Под буковым насаждением:	
в первом случае	0,48
во втором »	0,43
и в третьем »	0,26

Такие же наблюдения в июле месяце над насаждениями черной сосны дали следующие результаты:

На открытом месте	1
Под рубкой простора	0,42
При сильной проходной рубке	0,33
» слабой » »	0,21

Для пихты были получены следующие данные: на открытом месте 1, где рубка простора — 0,24; под пологом сильной проходной рубки — 0,10 и при слабом прореживании — 0,07.

На основании этих исследований можно сказать, что полог пихтовых насаждений среднего возраста, в зависимости от степени густоты, задерживает от 76 до 90% химических лучей полного освещения; насаждения черной сосны, в зависимости от того же момента, уже гораздо меньше — от 60 до 80% и буквое, ранней весной — от 50 до 75%.

Дальнейшее наблюдение над облиственным буковым насаждением и сравнение его с предыдущими показало, что благодаря листе бука задерживается в два раза больше света, чем в безлистном состоянии; так, количество света, задержанное кронами бука в зимнем их состоянии, выраженное в процентах от интенсивности света под открытым небом, выражалось в следующих величинах:

для участка слабо-прореженного	72%
» » умеренно-прореженного	62%
» » сильно-прореженного	56%

В облиственном же состоянии соответствующие цифры таковы: 97% — 96% — 94%, т.-е. в $1\frac{1}{2}$ — 2 раза больше.

Приведенные данные подтверждают прежние субъективные наблюдения лесоводов, отмеченные мною уже выше, что количество света, проникающее под полог насаждения, зависит от породы, а следовательно, и состава насаждения, зависит от полноты, т.-е. от густоты древостоя и степени сомкнутости крон, а на основании всего вышеприведенного это количество света должно также зависеть от возраста насаждения и его формы. Мы видим также, что теневыносливые породы с густым охвоением или облиствением, как, например, пихта и бук, пропускают под свой полог меньше света, чем светолюбивые породы, как, например, черная сосна, хотя надо заметить, что для типичных светолюбов, как, например, для лиственницы, обыкновенной сосны, до сих пор нет наблюдений, произведенных только что описанным методом.

Ботаник Цедербауер, работавший на Мариабрунской опытной станции, первый указал на качественную сторону света и решил исследовать свет под пологом леса со спектроскопом в руках. В 1907 году в печати появилась его работа, которая переведена на русский язык и помещена в 9 выпуске «Лесного Журнала» за тот же 1907 год. Основывается Цедербауер на том положении, что у различных пород, вероятно, различна избирательная способность по отношению к свету, так как, по исследованиям Крауса, Энгельмана, Рейнке, Тимирязева, установлено, что хлорофилл в спиртовом растворе или в живом зеленом листе различно поглощает лучи солнечного света. Хлорофилл в спиртовом растворе имеет максимум поглоще-

ния между франгоферовской линией В и С в красной части спектра, около F (голубая часть), G и H поглощение еще довольно сильно, а между С и Е очень слабо. Такую же картину дает спектроскопическое исследование листьев.

Цедербауер старался помещать спектроскоп, как он говорит, в такие места насаждений, где повидимому действие рассеянного света, проникающего прямо под полог, сводилось к нулю. Он производил наблюдения над совершенно сомкнутым пологом ели и бука и получил спектр, похожий на таковой для лучей, прошедших через спиртовую вытяжку хлорофилла, а именно, эти теневыносливые породы кроме красных, некоторого количества оранжевых лучей, сильно поглощают также, начиная от голубых до ультрафиолетовых. Когда же Цедербауер наблюдал сосну и лиственницу, спектр получился совершенно другого характера, они почти одинаково поглощали в красной, голубой и фиолетовой частях спектра.

Ясень и дуб заняли средину между двумя крайностями и пропускают довольно много лучей в синей части спектра.

Производя в течение двух лет исследования с ручным спектроскопом Штега в целях определения качества света под древесными кронами, Цедербауер нашел, что 1) крона подобно листьям обладает избирательной способностью, 2) что поглощательная способность различных древесных пород различна.

Исследования качества света, поглощаемого деревьями, показывают, что деревья предпочитают красные, голубые, фиолетовые и синие лучи, что древесные породы отличаются друг от друга по предъявляемым ими к свету требованиям. Отсюда вытекает, говорит Цедербауер, что при исследовании нужно определять не количество поглощаемых данной породой лучей вообще, а важно знать именно, сколько красных, голубых, зеленых и т. д. лучей она поглощает. Он указывает, между прочим, на неудовлетворительность приборов, с которыми ему приходилось работать, но все же думает, что его данные могут даже претендовать на точность.

Мы видели по Цедербауеру, что ель, пихта, бук сильно поглощают в красной и от голубой до фиолетовой включительно части спектра, тогда как сосна, лиственница, береза в синей части спектра поглощают мало, а в красной, голубой, фиолетовой частях также менее, чем первые. Сосна, например, растущей под ней ели красных лучей дает мало, но зато пропускает много голубых и фиолетовых лучей, которые и используются елью.

В доказательство целесообразности своего метода Цедербауер приводит, между прочим, указание Боргреве на то, что свет при прохождении через крышу листьев отчасти изменяет свой спектр.

Основываясь на данных своих исследований, что деревья поглощают, главным образом, красные, синие и фиолетовые лучи, и подчеркивая факт, что при взятии фотографической бумаги галоидные соли серебра будут чувствительны к ультрафиолетовым лучам, Цедербауер указывает на недостаточность метода Визнера.

3. Влияние леса на температуру воздуха и почвы.

Каждый полог насаждения отнимает известное количество тепла, протекающее к его поверхности, но в рассмотрение этого вопроса мы входить не будем, так как имеющийся материал дает лишь общие выводы, давно имеющиеся в курсах общей метеорологии; важные же для нас количественные различия в этом направлении пока еще не разработаны в такой мере, чтобы ими можно было реально пользоваться при желании отдать себе отчет в явлениях, наблюдаемых под пологом насаждений хотя бы различного состава.

Без всякого сомнения, современем и этот вопрос будет так изучен, что можно будет привести характерные цифровые выражения для характеристики различия в этом направлении полога еловых, дубовых, сосновых насаждений, простых и сложных форм леса, густых и редких древостоев и т. п. Вопрос же этот весьма важный, так как лесоводственные наблюдения показывают, например, что если для какой-нибудь породы и достаточно еще известное количество тепла, определяемое положением данного места, то подросту данной породы, живущему под материнским пологом, отнимающим известное количество тепла, последнего может уже не хватать, и, по крайней мере, тепло будет отпущено ему, благодаря конкуренции материнского насаждения, в такой скупой дозе, что подрост будет представлен в весьма малом числе и весьма угнетенном состоянии. Подрост такой породы, как, например, дуб — на северной окраине, или в верхнем пределе своего распространения, — в горах, может оказаться, благодаря недостатку тепла в таких критических местностях, малоустойчивым, маложивучим под пологом своего же материнского насаждения. Для подроста под пологом насаждения для преждевременной его смерти или для крайнего его угнетения решающими моментами могут быть и недостаток осадков, и недостаток света, и недостаток тепла, при чем все эти недостатки происходят из одного и того же источника — конкурирующего влияния материнского полога. В одном случае решающую роль сыграет недостаток осадков, в другом — недостаток света, в третьем — недостаток тепла; в каждом отдельном случае иногда весьма легко определить, какой из указанных факторов играет роль закона минимума, иногда, наоборот, их трудно расчленить, тем более, что световая энергия неотделима от тепловой.

Другое явление, которое обращает на себя внимание, — это охлаждающее влияние елового подлеска на такую теплолюбивую породу, как дуб; дурное влияние елового подлеска на верхний дубовый ярус коренится, конечно, в ряде причин, но одна из них и притом в области распространения дуба, на которую указано было выше, может заключаться в задержании елью притока тепла к почве, занятой дубовым насаждением. Этот вопрос представляет особенный интерес для нашего отечества при рассмотрении вопроса о сменах дубовых лесов еловыми, т. е. при изучении вопроса о борьбе дуба с елью, которая в течение времен кончается победою ели, и которую покойный Коржинский односторонне поставил в связь с теневыносливостью ели, с одной стороны, и светолюбием дуба, с другой.

Благодаря задержанию известного количества тепла кронами деревьев, под пологом насаждений наблюдается другой тепловой климат: 1) как известно, почва, занятая лесом, и подрост, на ней живущий, защищены пологом леса как от инсоляции, так и от излучения; лесная почва, как и подрост, получают меньше тепла, но и меньше его излучают; 2) как известно, далее, умеряющее влияние леса в большей мере наблюдается в инсоляции и в меньшей степени в отношении излучения; 3) лесная почва в среднем годовом холоднее почвы открытого места, при чем, как показали наблюдения, ель влияет сильнее, понижая среднюю годовую температуру на $2-3^{\circ}$, тогда как бук на $1\frac{1}{2}-2\frac{1}{2}^{\circ}$, а лиственница $0,7-2^{\circ}$; 4) известно также, что максимум различия в температуре воздуха и почвы под лесом по сравнению с безлесным пространством наблюдается летом, затем весною и осенью и менее всего зимою; 5) лес повышающим образом влияет на минимумы и понижающим на максимумы; почва под лесом промерзает на меньшую глубину и в меньшей степени; ночью, благодаря защите от излучения, воздух под пологом леса меньше охлаждается, и минимумы не так резки. Благодаря всему этому у деревьев, образующих насаждение, позже пробуждается камбий весною, чем у свободно стоящих; почки у подроста под пологом леса

позже распускаются, чем у таких же экземпляров на поляне; у всходов и молодых растений под пологом насаждения большая гармония между оттоком влаги, благодаря испарению листьями, и притоком в корни, тогда как на открытых местах молодые растения, ничем не защищенные от инсоляции, могут начать транспирировать своими надземными частями тогда, когда корни их находятся или в замерзшей, или в еще очень холодной и потому мало отдающей влагу почве. На открытых местах, благодаря отсутствию защитного покрова, всходы чувствительных к заморозкам древесных пород обыкновенно побиваются весенними утренниками, так как ничто их не защищает от излучения с одной стороны, а с другой, благодаря большому притоку тепла, они раньше распускают свои почки, часто даже в тот критический период начала растительного года, когда бывают еще заморозки; наоборот, такие же растения, но живущие под пологом материнского или какого-либо другого защитного насаждения, будучи защищены от излучения и позже распускаясь, не страдают от заморозков. В природе поэтому, породы, боящиеся заморозков, как пихта, ель, бук, дуб и др., обычно не заселяют открытые места, а как бы ждут, пока последние не затянутся так называемыми пионерами древесной растительности — такими быстрорастущими породами, как береза, осина, сосна и др. Когда последние на открытом месте, где велико излучение, из простой совокупности большого множества деревьев, благодаря наступлению сомкнутости, превратятся в сообщество или насаждение, тогда только создастся защитный покров, под благотворным влиянием которого и начнут селиться породы, боящиеся заморозков.

Пользуюсь сим случаем, чтобы показать, что в сложных отношениях, какие устанавливаются между древесными растениями в лесу, наряду с моментами конкуренции или соперничества наблюдаются и моменты покровительства защитного характера.

С точки зрения влияния тепла весьма ценный материал могут представить фенологические наблюдения, в особенности, — если придать им более лесоводственный характер и обратить внимание на время наступления различных фаз в развитии растительности, в зависимости не только от экспозиции почвы и тому подобных моментов, но и того, находится ли данное растение под пологом леса, или вне его, под каким именно пологом леса — ординарным, двойным или тройным, под густым или редким, под пологом той или иной породы, того или иного возраста и т. д.

Фенологические же наблюдения должны показать, что вегетационный период под пологом леса, вероятно, короче, чем на открытом месте.

По сообщению С. Д. О х л я б и н и н а, например, раскрытие шишек сосны в 1909 г. в Бузулукском бору на открытых местах началось 21 апреля, а в лесу только 2 мая, в первом случае на 26-й день от начала весны (т.-е. от начала таяния снега), а в лесу на 36-й день, при чем на это потребовалась сумма температур: на поляне $60,1^{\circ}$, а в лесу $143,3^{\circ}$.

Принимая во внимание, что под пологом леса температура воздуха ниже, а амплитуды меньше, проф. Р а м а н н говорит, что облесение какой-либо поверхности земли как бы переносит ее несколько к северу, с одной стороны, и к западу — с другой. Заканчивая этот отдел, нельзя опять не обратить внимания на то, что приток тепла к почве, подросту и составляющим насаждение деревьям можно регулировать так же, как и приток осадков и света, притом и в ту и другую сторону, т.-е. и в сторону плюса и в сторону минуса, путем искусственного изреживания насаждения или путем сгущения покровов, введением второго яруса или подлеска. Но кроме такого искусственного регулирования, которое находится во власти хозяина, насаждение само, процессом своей жизни, одной из характернейших черт совместной жизни древесных растений, именно процессом естественного изрежива-

ния или самоизреживания способно изменять приток тепла. Сомкнутая чаща больше всего задерживает тепла; в возрасте жердняка, когда процесс дифференциации насаждения на господствующие и угнетенные классы в самом разгаре, приток тепла усиливается, становясь еще большим в период сильного изреживания, которое наступает сейчас же после кульминации роста в высоту; по мере приближения к возрасту возмужалости насаждение еще более изреживается, что является биологически целесообразным, потому что деревья теперь нуждаются в большом притоке тепла (света и осадков) для проявления своей физической зрелости, для плодоношения. В спелом лесу, окончательно возмужалом, больше всего притекает света и тепла, как в области крон, так и под полог насаждения — к самой почве, на которой теперь уже заметен результат половой возмужалости насаждения, именно — наличие подроста. По мере естественного изреживания насаждения, как видим, улучшаются условия жизни подроста с двух сторон: с одной — благодаря увеличению тепла, света и влаги, с другой — все меньшей и меньшей конкуренции со стороны материнских организмов, так как в долгой борьбе за существование очень значительная часть — около 80 — 90% от первоначального населения — пала жертвою борьбы за существование; да и в наличном составе деревьев приспевающего и спелого возраста не все плодоносят, как мы видели уже, а только победители в жизненной борьбе — преимущественно I и II классы, по Крафту.

Благодаря защитному влиянию полога на тепловые условия атмосферного пространства, под ним находящегося, под пологом леса, как известно, наблюдается большая относительная влажность воздуха, чем в поле. По наблюдениям Н. П. Адамова и моим, в нашем лесостепном районе разность в этом отношении между сухим сосновым бором и соответствующей поляной незначительна и даже непостоянна, тогда как в сложном насаждении, в дубравах Шипова леса, разность в пользу леса, во-первых — величина постоянная, во-вторых — гораздо более значительная, достигая среди дня даже 10°.

Аналогичные же данные приводит Шнейдер для Эберсвальде, где он констатирует незначительные разницы для соснового леса и более значительные для букового. Разработка этого вопроса, в зависимости от состава, формы, густоты, возраста насаждения и нахождения его в том или другом климате, тоже еще находится в зачаточном состоянии и ждет своего исследователя; общие же положения хорошо известны из курсов общей метеорологии.

4. Отношение насаждения к движению воздуха.

Этот вопрос возник вместе с возникновением лесоводства. Отчего же он всегда так занимал лесоводов?

Какое значение имеет ветер для объекта лесоводства — леса?

При виде огромного, высокорослого дерева, с широкой развесистой, если дерево стоит одиноко, кроной, невольно приходит мысль о той громадной силе, которую приходится выносить дереву под напором движущегося воздуха; но дерево, всегда росшее на открытом месте, так приспособило свою крону, что легко переносит без вреда для себя очень сильные ветры. Но ведь лесоводы имеют дело с лесом, с обществом деревьев, в котором, если оно не подвержено хозяйству человека, действию ветра подвержены только опушки, внутри же леса, как мы увидим ниже, движение сводится почти к нулю, следовательно и приспособлены переносить ветер только опушечные деревья. Внутри насаждения деревья, не зная ветра, не могут при-

обрести форму, выгодную для сопротивления ему, а поэтому, как только появляются лесосеки, то там, то сям внезапно открывающие доступ ветру в насаждение, деревья нередко на больших расстояниях падают, вываливаются с корнями.

Вот уже то, что деревья высоки, что у них высоко прикреплена крона и они, стало быть, являются большим препятствием для ветра, что деревья растут в лесу, — заставляет лесоводов так внимательно относиться к действию ветра на насаждения.

Прежде всего бросается в глаза каждого, видевшего лес, механическое действие ветра на лес. Ветер с корнями выворачивает огромные деревья или ломает их, производя так называемые ветровалы и буреломы.

В насаждении, как мы уже видели, деревья как бы отвыкают от ветра и слабее укоренены, чем на просторе — и вот, при внезапном выставлении насаждения на свободу, деревья будут страдать от ветровала. Конечно, эта ветровальность зависит не только от ветра и вообще от внешних условий, но и от внутренних свойств леса, от способности укорениться в более или менее глубоких слоях почвы. Классической по ветровальности породой считают ель, затем следуют бук и пихта. На противоположном полюсе по отношению к ветру стоит — дуб.

Далее, влияние ветра сказывается на росте и форме дерева. На прибрежьях морей, где ветры дуют постоянно в одном направлении, деревья растут обыкновенно наклонно, не имеют совсем ветвей на подветренной стороне, наиболее утолщаются по диаметру, совпадающему с направлением ветра. На высоких плато и вообще там, где ветры дуют очень сильно, леса или совершенно нет, или он принимает форму кустарниковых зарослей. Чем более свободно растет дерево, тем более оно подвергается действию ветра, тем оно сбежистее, тем ниже подвешена его крона. Японец Гонда, изучая значение различной высоты места произрастания на рост и форму дерева, нашел, что деревья тем ниже ростом и сбежистее, чем выше над уровнем моря растут, что, конечно, объясняется действием ветра.

Как показал Metzger, форма деревьев насаждения, в отличие от форм изолированных их собратьев, может быть сведена на влияние ветра. Благодаря большому весу кроны дерева, ствол должен обнаруживать сильное сопротивление излому; и на самом деле, на основании весьма интересных аргументов и наблюдений, Metzger доказывает, что дерево вырабатывает при наименьшей затрате строительного материала форму, хорошо сопротивляющуюся изгибу. По Metzger'у, древесные стволы, в особенности еловые, наиболее близко подходят под понятие равномерно сопротивляющихся тел. Диаметр такого тела равного сопротивления, при экономии в материале, должен возрастать от свободного конца его к прикрепленному и тем скорее, чем больше нагрузка первого; при большой сгибающей силе, т.-е. при большой кроне и свободном стоянии, форма такого сопротивляющегося тела и должна напоминать форму сбежистого ствола; наоборот, при малой силе ветра и малой величине кроны, что мы на самом деле и наблюдаем в насаждениях, форма ствола может стать более полнодревесной. И на самом деле, все эмпирические наблюдения подтверждают теоретический вывод Metzger'a, так как нам хорошо известны: 1) большая сбежистость стволов свободного стояния; 2) увеличение таковой, или понижение видового числа, при переходе деревьев из сомкнутого стояния в свободное, когда происходит, под влиянием прироста свободного стояния или светового прироста, сильное утолщение в нижних частях таких свободно стоящих деревьев; 3) наконец, уменьшение полнодревесности стволов с повышением местности над уровнем моря; наоборот, с ослаблением влияния ветра в сомкнутых насаждениях, в особенности при наличии 2-го яруса, прирост откладывается более

равномерно вдоль ствола; в последнем случае нет такого значительного увеличения его у основания дерева и таким образом, благодаря механическому влиянию ветра, стволы деревьев в этих условиях становятся более полнодревесными. Условия питания определяют величину прироста, ветер же, по Metzger'у, диктует, как этот прирост должен отложиться вдоль ствола. Опушечные деревья, вырастающие смолоду под постоянным напором ветра, и приобретают соответственную выгодную им для сопротивления форму; совсем обратное происходит с теми деревьями или стенами леса, которые выросли среди насаждения и потому, мало испытывая механическое влияние ветра, создали особые формы: тонкий и голый ствол с высокоприкрепленной кроной; такие отвыкшие от ветра деревья легко становятся добычей ветра; надо добавить еще, что такие деревья и слабее укоренены, чем те, которые смолоду произрастают на просторе.

Ветер усиливает как физическое, так и физиологическое испарение. Ботанико-географ Кильман выдвинул этот вопрос, объясняя им карликовый рост деревьев тундр и отсутствие ветвей с наветренной стороны. И действительно, в тундре мы видим, что то, что заносится снегом, или растет в логах, — может существовать, незакрытые же снегом высокие растения не в состоянии выносить иссушающего действия ветра.

Ветер имеет большое значение и в биологии леса: почти все лесные растения, составляющие первый верхний ярус насаждений, — ветроопыляемы и все разносят свои семена при помощи ветра. Маур по отношению деревьев к ветру относительно распространения семян делит все породы на три группы: первые — плоды вскрываются и семена разносятся при сухих восточных ветрах — сосна, пихта, ель; вторые — семена открываются и разносятся порывистыми западными ветрами — ясень, липа, клен, и третьи — не зависят от ветра — дуб, бук.

Ветер еще имеет то значение, что производит охлестывание деревьев; III и IV классы по Крафту являются охлестывателями первых двух классов. Особенно заметно вредное влияние охлестывания в лесах смешанных; например, ель с березой, — последняя сильно повреждается ель и нередко в борьбе за существование одерживает над ней победу.

Ветер, раскачивая деревья, обрывая корни и тем ослабляя их, подготавливает почву для массового размножения вредных насекомых, например, короедов, являясь, таким образом, первичным врагом.

Внутри леса, как мы уже знаем, ветер почти отсутствует — и это ведет за собою малую потребность во влаге подраста.

Как видно из предыдущего, ветер имеет огромное, всестороннее значение для леса, и Маур сделал такие выводы:

- ветер — создатель леса,
- » — разрушитель леса,
- » — препятствователь распространению леса.

Этим последним он хочет сказать о том, что северные границы лесов и границы их на горах обуславливаются ветром.

В своем лесоводстве (*«Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage»*) Heinrich Маур показывает, что леса Северной Америки на Береговых, Каскадных, Голубых и Скалистых горах в своем распространении зависят, главным образом, от ветра в связи с его влажностью. Мы видим, что там, где горы омываются ветром, идущим прямо от моря и потому — влажным, растут леса, где этого нет — там степи. Отсюда вывод: океаны — создатели леса.

О взаимоотношении между ветром и насаждением есть пока только одна научно произведенная работа — это работа проф. Нестерова, напечатанная в №№ 8 и 9 «Лесопромышленного Вестника» за 1908 г. под заглавием «О влиянии леса на силу и направление ветра».

Наблюдения производились автором в даче Петровско-Разумовской Академии (Сельско-Хозяйственного Института) с ручными анемометрами Робинсона. Наблюдения велись одновременно в различных пунктах в лесу и вне леса, при чем пункты эти в большинстве случаев выбирались по линии, соответствовавшей направлению ветра. Лишь в некоторых случаях измерение скорости ветра производилось одновременно, притом с таким расчетом, чтобы через оба анемометра, при действии их, проходила, по возможности, одна и та же воздушная волна. Во время наблюдений один анемометр находился вне леса на постоянном пункте, а другой постепенно перемещался по намеченной линии с одного пункта на другой; при большом же протяжении наблюдательной линии передвигались оба прибора с расчетом, чтобы можно было связать результаты наблюдений. Скорость ветра на каждом пункте отмечалась троекратно, при чем анемометр открывался каждый раз на 2 минуты, а при дальнейших расстояниях между пунктами на 5 минут. Вычислялась средняя из этих данных скорость ветра и выражалась затем в процентах от скорости ветра на открытом месте. Направление ветра определялось по движению дыма от сжигания *Polyporus fomentarius* (березовый трутовик); иногда автор пользовался даже дымом от папиросы.

Эти наблюдения показали, что при движении с открытого места в лес скорость ветра близ опушки (начиная примерно с 30-саж. расстояния) значительно увеличивается против первоначальной скорости, возрастая на 20 — 30% и до 60%, в зависимости от густоты леса, высоты его, наличия нижнего яруса и самой скорости ветра. Кроме того, близ опушки леса нередко наблюдается волнение воздушных течений, подобное прибою морских волн, выражающееся в анемометре в быстрых и частых сменах скоростей, а также в беспорядочных движениях дыма.

Эти воздушные волны повышенной скорости врываются и в самый лес на то или иное расстояние, в зависимости от тех же условий, которые только что упомянуты (в зимнее время расстояние это наглядно выражается шириною снежного наноса на опушке).

Нижний ярус насаждения имеет при этом большое значение: как стена, он задерживает движение ветра в нижних слоях. По наблюдениям в 25 саж. от опушки леса при редком подросте скорость ветра в лесу составляла — от 73% до 127% сравнительно с открытым местом, тогда как в 35 саженях, т.-е. лишь на 10 саж. глубже в лес, среди орешника средней густоты, скорость того же ветра на протяжении этих 10 саж. быстро падала до 17 — 19%.

Следующие данные, относящиеся к насаждению из сосны с густым дубовым подростом и орешниковым подлеском, показывают постепенность затихания ветра по мере удаления от опушки:

На 16 саж. скорость ветра	55—78%	начальной скорости.
» 26 » » »	44—52%	» »
» 36 » » »	23—27%	» »
» 46 » » »	19—22%	» »
» 57 » » »	7%	» »
» 87 » » »	5%	» »
» 107 » » »	2—3%	» »

Куда же деваются те воздушные потоки, которые с громадною силою врываются в лес? Часть их на окраине леса под напором спруженного на опушке воздуха, поднимается вверх между кронами, растекается между ними или проходит над лесом. Далее, живая сила ветра расходуется в лесу: 1) на трение о стволы и ветви, превращаясь в теплоту; 2) на механическую работу по раскачиванию стволов, движению ветвей и листьев, которая тоже переходит в теплоту, и 3) на работу по обиванию сухих сучьев, молодых побегов, листьев и т. д.

Таким образом в лесу должен был бы царить полный штиль, если бы не было движения воздуха от прогалин, дорог и просек.

Предел проникновения ветра в насаждение особенно рельефно выступает во время изморози, которою покрываются лишь вершины деревьев, что и показывает, что и сверху ветер имеет небольшой доступ в полное насаждение.

Как мы видим, приближаясь к лесу, ветер развивает наибольшую силу, и это ставит опушечные деревья в исключительно невыгодное положение; они, подобно скалам, вечно омываемым морской волною, подвергаются сильному напору воздуха и притом — как из леса, так и с открытого места. Это обстоятельство, возникающее неизбежно при закладке сплошных лесосек, подвергает существование окраинных деревьев большому риску: разрыв корней и вывалка, плохой рост и засыхание от физиологического недостатка влаги. Недостаток влаги обуславливается усиленною транспирацією их; на этот факт нам часто намекают: засыхание ели, суховершинность березы и дуба, плохой вид сосны, отсутствие возобновления близ опушки и другие факты.

Более всего задерживается ветер в еловых насаждениях. В них царит, можно сказать, постоянное затишье. Так, когда на открытом месте ветер движется со скоростью $3\frac{3}{4}$ — 4 версты в час, в ельнике 35 — 38-летнего возраста движение воздуха составляет лишь 160 саж. в 1 ч. Такою же ветрозадерживающею способностью обладают и полные сосновые жердняки.

В наименьшей степени задерживается ветер редкими сосновыми насаждениями, лишенными нижнего яруса. Когда ветер дует по направлению к редкому однояруснику, то он при приближении к лесу и у самой опушки немного лишь теряет в своей скорости (2 — 6%) и пропускается далеко вглубь; так, в расстоянии 30 — 35 саж. от опушки в таком лесу скорость ветра понижается лишь на 5 — 6%, тогда как в двухъяруснике на этом расстоянии, как мы видели, теряется $\frac{4}{5}$ силы ветра.

Подчеркнем здесь еще раз то огромное лесоводственное значение, какое имеет «тихая» обстановка под пологом леса и связанная с нею малая транспирация растений и испаряемость с поверхности лесной почвы.

Ветер, дующий из насаждения на открытое место, дает нам подобную же картину: чем ближе к опушке, тем он сильнее.

Насколько далеко распространяется влияние леса на окружающую местность, проф. Нестеров не решает отвечать, и только в пределах 400 саж. от леса он утверждает заметное влияние леса как на ветер (его силу и отчасти направление), так и на испарение воды в эвапориметрах.

Из приведенных выше данных (более подробно с ними познакомиться можно в указанной выше статье) проф. Нестеров выводит следующие заключения:

1. «Ветер, встречая на своем пути такое препятствие, как лес, каждый раз стремится принять направление наименьшего сопротивления, при чем, более или менее значительно уклоняясь от своего основного пути, он несется, образуя невидимые вихри, по дорогам и просекам, врывается в редины, прогалины, а также огибает целые массивы леса; в связи с тем на подветренной стороне леса в известном расстоянии от него происходят более или менее сложные сочетания сил воздухопада, окольных ветров и основного течения».

2. «Врываясь в насаждения, ветер быстро теряет почти всю свою силу и изменяет направление; при этом существенное значение имеют нижний ярус и полнота насаждения. В нормальных хвойных насаждениях обычно царит почти полный штиль».

3. «В виду большой, ветрозадерживающей способности леса следует при эксплуатации его обращать особенное внимание на ветроопасные пункты

в даче... Здесь необходимо сохранение в целостности пограничной опушки, открытой доступу господствующих ветров, а также соответствующая закладка лесосек».

4. «Плохой рост, суховершинность или засыхание опушечных деревьев на сплошных лесосеках являются следствием физиологической сухости, вызываемой усиленным действием ветра на эти деревья».

Мы видим, таким образом, что ветер является одним из первостепеннейших факторов в жизни леса, так что по важности он стоит наряду со светом и влагой.

Итак, ветер так же, как и сила тяжести, как свет, тепло и влага, как и прочие факторы жизни, действует в лесу постоянно и имеет поэтому прежде всего общее значение. К этому общему значению относится прежде всего его механическое влияние и опять-таки не в виде только ветровала и бурелома, а в виде постоянно действующего раздражителя, под влиянием которого происходит распределение прироста вдоль по стволу, который лепит из данного материала ту или иную форму ствола в зависимости от условий, в каких дерево находится.

Вторым общим его влиянием является роль в испарении влаги со стороны почвы и растений; сильное ослабление ветра под пологом леса сильно уменьшает физическое испарение влаги из почвы и физиологическое из подроста деревьев нижних ярусов, а отчасти также верхнего полога. Влияя таким образом на рост и форму деревьев, на испарение влаги в лесу, ветер обуславливает опыление ветроопыляемых деревьев, обычно составляющих 1-й ярус, разносит плоды, обуславливает вылет семян, а будучи ослаблен под пологом леса, способствует более равномерному залеганию снега, большей рыхлости снежной пелены, что выгодно может отзываться на сохранении лесной подстилки. В насаждении он играет еще одну роль в борьбе древесных растений одной и той же породы и разных пород друг с другом: благодаря ему происходит так называемое взаимное охлестывание деревьев; деревья, которые легче приводятся в движение ветром, охлестывают соседние и лишают, таким образом, части рабочих зеленых органов растения; особенно популярно в лесоводстве охлестывание березой сосны.

5. Испарение под пологом леса.

Под влиянием уменьшения пологом леса инсоляции под ним, благодаря более низкой температуре атмосферы под кронами деревьев насаждения, благодаря уменьшению силы ветра и более высокой относительной влажности того же воздуха, условия испарения и величина испаряемости под пологом леса иные и гораздо более благоприятные, чем на открытом месте. Это справедливо по отношению к любому предмету, который может испарять воду и который помещен под пологом леса; еще в большей мере это верно по отношению к тем предметам, которые коренятся в почве, занятой лесом, как, например, подрост, так как лесная почва, испытывая все указанные выше понижающие испарения условия, находится в то же время под защитой такого покрова, как лесная подстилка, которая вместе с другими защитным покровом, именно пологом леса, как это мы видели уже, в свою очередь защищает почву от инсоляции; благодаря тому, что лесная почва более холодна, поступление из нее влаги в корни растений должно быть замедленным. То же обстоятельство, что почва покрыта подстилкой, влияет в одном случае благоприятно, уменьшая испарение с поверхности почвы, сама же подстилка, отличаясь горизонтальной слоистостью, испаряет мало; в другом

случае, когда подстилка большей мощности и плотности, она, наоборот, как показал проф. Р а м а н н, влияет неблагоприятно на влажность почвы: с одной стороны, она не пропускает часть атмосферной влаги, которая в виде луж долго сохраняется в пониженных участках, пока вся не испарится в воздух; с другой стороны, такая подстилка, благодаря своей массе и большей гигроскопичности, удерживает в себе много влаги; иногда после сильных дождей почва в лесу бывает так же суха, как и до выпадения осадков, и если снять плотную, кислую подстилку на каком-нибудь пространстве, то почва обнаруживает своеобразный рисунок, где темные пятна и расплывчатые линии чередуются и переплетаются с более световыми местами; там, где были трещины в слое кислой подстилки, по тем местам проникла вода, создав потные места и своеобразный рисунок; там же, где никаких трещин не было, вода не проникла, и почва осталась так же суха, как и раньше.

Но как бы там ни было, если мы будем рассматривать вопрос в общей форме, то физическое испарение влаги из почвы под пологом леса сильно понижено, — по известным опытам Э б е р м а й е р а на 62%, по сравнению с почвою вне леса, если при этом она не снабжена подстилкой; если же, как это обычно и бывает, почва защищена не только пологом леса, но и подстилкой, то испарение с ее поверхности уменьшается еще на 23%, или всего на 85%; иначе говоря, если почва в определенный период времени испаряет 100 единиц, то такая же почва под пологом леса, но без подстилки теряет 38 единиц, а прикрытая подстилкой всего только 15 единиц. Из этого факта, к которому мы бы могли присоединить данные других исследований, например, В ü h l e r ' а, можно сделать вывод о том, как велико значение соединения древесных растений в насаждение для уменьшения непроизводительного расхода из почвы влаги. Мы можем далее сделать другой вывод, что создание лесом своеобразных условий под своим пологом должно сильно понижать и физиологическое испарение со стороны подроста, подлеска, затем 2-го яруса, угнетенных деревьев и даже деревьев господствующих, так как нижняя часть их кроны находится в условиях пониженного испарения.

6. Влияние леса на влажность почвы.

Для того, чтобы в полном объеме представить себе гидрологические условия, в каких находится хотя бы подрост, — это будущее поколение леса, идущее на смену старому, — необходимо отдать себе отчет во всестороннем влиянии насаждения на влажность почвы и грунта, занятого лесом. Первые исследования этого рода были произведены Э б е р м а й е р о м, при чем он пользовался не методом прямых определений влажности, а судил о ее влажности по количеству воды, просачивающейся в течение вегетационного времени сквозь почву, с одной стороны, находящуюся под пологом насаждения, с другой — свободную от леса. Э б е р м а й е р воспользовался лизиметрами с двойным дном, одним сплошным в виде воронки с одним центральным отверстием, другим, выше расположенным — дырчатым; эти цилиндрические сосуды были наполнены почвой и закопаны в почву под лесом и вне леса так, что верхний край цилиндра приходился в уровень с поверхностью почвы. Вода, падавшая при дождях на почву в лизиметрах, насытив ее, могла затем стекать из сосудов через отверстия в воронковидном дне так, что ее можно было собирать и измерять. Все наблюдения дали одинаковый результат, а именно, что в лесу сквозь лизиметр просачивается больше воды, чем через лизиметр на поляне; в первом случае через слой почвы, глубиною в 2 фута, просочилось 2.901 кб. дюйм, а вне леса 2.444 кб. д.; через слой почвы

в 4 фута — в первом случае 7.923 кб. д., во втором 7.772 кб. д.; отсюда Эбермайером, а затем и другими, был сделан парадоксальный вывод, что лес способствует сохранению влажности почвы. Такой вывод, казалось, был совершенно логичен, так как и на самом деле такое большее просачивание воды под лесом могло быть только при большей влажности лесной почвы. Цифровые данные Эбермайера не подлежат ни малейшему сомнению, а между тем его выводы совершенно неправильны, на что впервые указал у нас проф. Костычев, а затем и сам Эбермайер имел мужество признаться в неверности своих выводов. «Подобные результаты неизбежно должны были получиться при таких наблюдениях, — говорит проф. Костычев, — так как ведь почва, находившаяся в сосудах, была свободна от растений; поставленная под покровом леса, она защищалась от высыхания отенением, но несколько не иссушалась действием древесных корней; это была, следовательно, совсем не лесная почва, и по ее высыханию нельзя судить о высыхании настоящей лесной почвы». Первое правильное исследование было произведено Ризлером в Швейцарии, который, пользуясь методом непосредственных определений влажности почвы, получил, между прочим, следующие результаты. 25 августа 1869 года содержалось воды на глубине:

	6—8 дюйм.	16—18 дюйм.	Средн.
Садовая почва не засеянная	15,0%	17,0%	16,0%
Полевая почва после вики	11,0%	18,2%	14,6%
Лесная почва под 9-летним дубов. насаждением	10,6%	13,9%	12,3%
» » » 35—40-летним дубов. насажд.	9,5%	7,5%	8,5%
» » » 20-летним еловым »	12,8%	4,5%	8,6%

«Из этих цифр видно, — говорит Костычев, — что лесная почва была суше полевой и особенно высохла в более глубоком слое соответственно распространению корней».

Первое исследование подобного же рода, произведенное в России, при том в гораздо более широком масштабе, принадлежит Вермишеву, тогда студенту Лесного Института, который работал под непосредственным руководством профессора П. А. Костычева. Работа его опубликована в 1884 году и подтвердила результаты Ризлера. Из весьма многочисленных данных, собранных с большой тщательностью, я приведу лишь следующий ряд цифр, тоже относящийся к августу месяцу.

Глубина.	Дубовый молодняк.	Рядом лежащий луг.	40-летнее сосновое насажд.	Рядом лежащий луг.	50-летнее еловое насажд.	Рядом лежащий луг.
0—3 дм.	8,9%	10,9%	4,8%	7,0%	0,1%	17,2%
3—9 »	8,1%	13,9%	3,1%	7,8%	11,3%	13,5%
9—16 »	11,2%	13,4%	1,8%	3,4%	6,3%	7,0%
16—22 »	14,7%	16,5%	1,5%	3,3%	6,9%	6,2%
22—29 »	14,2%	14,7%	1,7%	3,6%	4,6%	8,4%

«Цифры эти показывают, — говорит П. А. Костычев, — что деревья уменьшают содержание влаги в почве, и даже, повидимому, сильнее травянистых растений в той же почве».

Впоследствии Эбермайер (1884 г.) снова вернулся к исследованию этого вопроса, но работал уже методом непосредственных определений влажности почвы, при чем получил, как это предсказал П. А. Костычев, те же результаты, как и его предшественники — Ризлер, Костычев-Вермишев. В последней и притом сводной своей работе Эбермайер пишет следующее: «Вопрос относительно влияния леса на влажность почвы начал выясняться лишь в последние десятилетия, при чем оказалось, что почва под лесом тем суше, чем больше задерживается влага кронами деревьев, чем совершеннее развитие корней и крон и чем дольше вегетационный период». Уже

первые наблюдения Эбермайера, произведенные близ Мюнхена, дали ему право высказать следующие положения: 1) верхний слой почвы в лесу, в котором корни не распространены, отличается в течение всего года большей влажностью, чем соответственный слой в поле, что объясняется более слабым испарением на поверхности затененной почвы в лесу, нежели на открытом для солнца и ветра поле; 2) совершенно иное распределение влаги встречаем мы в лесу в более глубоких слоях почвы: уже на глубине 15 — 20 см., а еще более на 30 — 80, в которой находится наибольшая масса корней, лесная почва в течение почти всего года значительно суше, чем на соответствующих глубинах в поле, при чем наибольшее количество воды отнимают от почвы жердняки, затем молодняки, а менее всего иссушивают почву старые изреженные насаждения; 3) летом и осенью, в течение наиболее продуктивной деятельности растений, влияние леса на высушивание почвы в глубоких слоях значительно больше, чем зимою и весною. Наиболее существенные результаты исследований Эбермайера сведены им в следующей таблице.

В верхнем слое почвы, на глубине 0 — 5 см. по временам года:

	Молодняк 25 лет.	Средневозр. насаждение 60 лет.	Старое насаждение 120 лет.	Поле.
Зимою	36,5%	30,8%	43,3%	25,4%
Весною	39,4%	42,2%	46,6%	25,6%
Летом	16,0%	23,6%	37,8%	16,1%
Осенью	24,0%	21,3%	33,3%	22,3%
Среднее за год	29,0%	29,5%	40,2%	22,3%

В более глубоком слое почвы, на глубине 15 — 18 см.:

	Молодняк	Средневозр. насаждение	Старое насаждение	Поле.
Зимою	20,0%	18,6%	20,8%	21,0%
Весною	19,7%	18,2%	19,7%	20,8%
Летом	16,5%	16,2%	19,2%	19,5%
Осенью	18,5%	16,4%	19,2%	20,5%
Среднее за год	18,7%	17,3%	19,7%	20,2%

Для выяснения влияния различных классов возраста на степень высушивания почвы Эбермайер приводит следующую таблицу, в которой даны разности в содержании влаги в процентах между полем и еловым лесом 3-х различных возрастов по временам года:

	Молодняк.	Средневозр. насаждение.	Спелое насаждение.
Зимой	1,1%	2,5%	0,3%
Весной	1,1%	2,6%	1,1%
Летом	2,9%	3,3%	0,2%
Осенью	2,1%	4,2%	1,3%
Среднее за год	1,8%	3,1%	0,7%

Приведенные числа не требуют дальнейших объяснений.

Многочисленные исследования были произведены также проф. Раманном, из числа которых я ограничусь приведением следующей таблицы:

Среднее содержание влаги в процентах.

Глубина в сантиметрах.	0	15	25	50	75	100
На затененной стороне прогалины	11,7	8,4	7,0	5,3	5,3	4,8
На освещенной » »	7,5	7,0	4,9	3,4	2,9	2,9
Под старым сосновым насаждением	8,3	5,1	4,0	3,0	3,2	2,9
Под буквым молодняком	11,5	4,9	3,5	2,9	3,7	4,3

Результаты, полученные проф. Раманном, находятся, как и вообще все исследования этого рода, в полном согласии друг с другом, т.-е. решительно все они подтверждают, что влажность почвы в области распростра-

нения корней в лесу, в насаждениях любой породы, любого возраста, меньше, чем в тех же слоях безлесного пространства. Глубина, на протяжении которой лес высушивает грунт, больше в старом сосновом насаждении, благодаря более глубокой корневой системе этой породы, чем в буковом, корни которого стелются более поверхностно и высушивают поэтому преимущественно верхние слои.

Наиболее многочисленные исследования по вопросу о влиянии леса на влажность почвы и грунта производил у нас в России Г. Н. Высоцкий в Велико-Анадоле, при чем он получил следующие данные:

Глубина в метрах.	Лес.	Целина.	Пар.
Поверхность.	13,9%	5,6%	3,5%
0,10	15,5%	11,0%	17,9%
0,25	15,6%	14,3%	19,5%
0,50	15,1%	14,9%	19,6%
1,00	12,9%	13,8%	19,6%
1,50	12,9%	14,4%	17,2%
2,00	12,4%	15,6%	16,3%

Эти же запасы влаги к концу вегетационного периода, выраженные в миллиметрах, представляются в таком виде: под лесом — 456 мм., под целиной — 473 мм. и под паром — 641 мм.; на основании этих данных Г. Н. Высоцкий делает следующие заключения:

1. Поверхность почвы наиболее иссушается там, где она более открыта, т.-е. на черном пару, затем под целиной и меньше всего под лесом.

2. Почва наиболее иссушается под целиной, затем под лесом и менее всего под черным паром.

3. Подпочва, или грунт, иссушивается наиболее под лесом, затем под целиной и меньше всего под черным паром.

Исследования Близина, Измайловского, Адамова, Тольского, Охлябина, мои и других авторов, кроме указанных выше, а за границей Норре, Bühler'a, Friske и др. вполне подтверждают все вышеприведенные положения. Наиболее полная сводка всех русских наблюдений дана более других потрудившимся над данным вопросом Г. Н. Высоцким в его работе «О взаимных соотношениях между лесною растительностью и влагою», а также в труде П. В. Отоцкого — «Грунтовые воды».

С лесоводственной точки зрения, однако, представляет большой интерес этот вопрос не только в его общей форме, но и в деталях, а именно: нельзя ли подметить какое-нибудь влияние на величину и распределение влаги в таких для нас существенных моментах, как те, которые характеризуют всякое насаждение, как-то: состав, форма, густота леса и проч. Многочисленные мои наблюдения над этого рода явлениями дали мне возможность подметить 4 типа распределения влаги в почве, занятой лесом.

К 1-му надо отнести тот, вероятно, наиболее распространенный случай, когда некоторой мощности верхний горизонт почвы, прикрытый подстилкой, защищенный пологом и в то же время свободный от корней древесных растений, характеризуется большею влажностью по сравнению с такими же горизонтами безлесного пространства, при чем в одних случаях в течение всего вегетационного периода, в других — только до осени. Первый случай наблюдался Раманном и Эбермайером, второй — мною, в сосновых жердняках. Для того, чтобы представить себе, о чем идет речь, необходимо вспомнить, что влияние леса на влажность почвы, — по верной характеристике Отоцкого — это «алгебраическая сумма всех взаимно переплетающихся влияний»; которые лес, как живой организм, производит на окружающую среду. В течение лета, в период сильного расходования влаги, верхний горизонт почвы под сосновым жердняком, будучи защищен от физического

испарения пологом и подстилкой, физиологически не испаряет, потому что в нем нет деятельных древесных корней; в период же осеннего промачивания почвы он будет, по сравнению с таким же горизонтом полевой почвы, в менее выгодных условиях, так как будет получать меньше осадков, чем ничем не прикрытая почва; в летний период это обстоятельство также имеет место, но оно сгущивается перед другим моментом — сильным расходу почвы под насаждением. В этом первом типе более глубокие горизонты, пронизанные корнями, будучи весной одинаковой влажности, на песчаных, по крайней мере, почвах, как и соответствующие слои поляны, становятся в течение вегетационного периода суше. Наблюдая ход и распределение влажности почвы над и под сосновым жердняком, устанавливаем такую картину: сильная защитная способность такого густого и относительно невысокого полога соединяется в нем с сильной влагопотребляющей деятельностью; но здесь эти, как бы борющиеся, начала точно отмежевались в пространстве; слой почвы, в котором нет корней, находится под доминирующим влиянием защитной способности полога и подстилки, более глубокий горизонт, пронизанный корнями, наоборот, — под доминирующим влиянием влагопотребляющей деятельности; оттого один влажнее почти в течение всего года соответствующих слоев поляны, другой наоборот — суше в течение всего года, кроме весны. Но указанная схема не вполне применима к сосновому жердняку; в период осеннего промачивания почвы, как мы видели, открытая почва, находясь в более благоприятных условиях в отношении доступа осадков, становится теперь влажнее почвы под жердняком, где защитная способность полога, столь великодействующая во время лета, становится вместе с подстилкой отрицательным фактором, так как препятствует доступу осадков.

Если мы представим себе теперь не супеси и свежие супесчаные почвы, на которых мы наблюдаем наши сосновые жердняки, а более бедные и сухие песчаные почвы так называемого сухого бора, то встретимся с другою картиною распределения влаги. Здесь, в этом 2-м типе, даже верхние горизонты почвы, будучи равны весной по влажности с безлесным пространством, сохраняют это равновесие в течение всего вегетационного периода или становятся временами суше, но оно не носит постоянного характера, так как в периоды выпадения осадков почва открытых мест становится влажнее, а почва под пологом леса, таким образом, как бы суше; эти кривые как бы постоянно пересекаются. Этот случай представлен в природе спелыми сосновыми насаждениями так называемого сухого бора, где сильно развивается поверхностно стелющаяся корневая система, где почти нет подстилки и где защитная способность полога, благодаря малой сомкнутости этих насаждений, не велика.

3-й тип распределения влаги имеет много общего с только что описанным, так как в нем верхний, более влажный, горизонт почвы весьма ничтожен по своей мощности, иногда не более 5-ти см.; все же остальные слои гораздо суше полевых и притом даже весной не уравниваются в количестве влаги с полевыми. Этот случай представлен сложными насаждениями дуба с его спутниками, имеющими 2-й ярус из древесных пород, а 3-й из кустарников на суглинистых почвах; здесь густое древесное население, в особенности кустарниковое, развивает такую мощную корневую систему, что сильно высасывает влагу из почвы, благодаря чему почти на-нет сводится защитная способность трехъярусного полога. Этот тип распределения влаги я наблюдал в Шиповом лесу.

Наконец, к 4-му типу следует отнести насаждения, у которых почва и грунт весной влажнее соответствующих горизонтов безлесного пространства, и перевес этот, как в верхних, так и в нижних горизонтах, сохраняется

значительно дольше, чем во всех прежде рассмотренных случаях. Это — опушки, отдельные, лентообразные полосы леса, небольшие куртины леса среди степей, собирающие благодаря своему положению громадные количества снега.

К этим 4-м случаям можно было бы прибавить еще 5-й, наблюдаемый в лиственных насаждениях пойменных мест с близким уровнем грунтовых вод, где осенью, после опада листьев, грунтовая вода, не потребляемая больше древесною растительностью, поднимается выше и обуславливает большее увлажнение верхних горизонтов по сравнению с состоянием в них влажности в течение лета.

Исследования Г о п п е в Мариабрунне, близ Вены, в 60-летнем буковом насаждении показали, что прореживание леса увеличивает влажность почвы; на глубине 25 — 30 см., в среднем, в прореженном насаждении было больше влаги на 1,6%, чем в более сомкнутом, как благодаря большему проникновению осадков, так и в силу уменьшения числа деревьев, потребляющих влагу. Таким образом, из этих и других подобных данных мы опять можем установить биологическую ценность как естественного, так и искусственного изреживания леса. С изреживанием насаждения не только будут входить под полог леса большие количества света, тепла, влаги, но и меньше потребляться последней, благодаря уменьшению числа потребителей, отчего подрост будет испытывать меньшую конкуренцию со стороны материнских растений. Что же касается непроизводительного расхода влаги путем физического испарения из почвы, то он не будет усиливаться, пока насаждение сохраняет свой характер, пока оно не лишилось мертвого покрова, пока не произошла перемена в составе живого покрова.

Теперь мы можем себе представить в более всестороннем развитии гидрологические условия жизни подроста. Чем отличается в этом отношении его жизнь от такого же подроста вне леса? Последний при сильном развитии засухи может пасть жертвой борьбы с нею, может умереть от недостатка влаги. Но может ли недостаток влаги послужить причиной отмирания самосева и подроста под пологом леса? Повидимому нет, так как здесь он защищен более влажной пеленой атмосферы, защищен от тепловых лучей и ветра; но на самом деле исследования проф. Р а м а н н а, отчасти Ф р и к к е и мои, показывают иное. В сухих сосновых борах, например, самосев сосны в засушливое лето гибнет под пологом леса, гибнет не от недостатка света и не от других причин, а от недостатка влаги. Подрост на открытых пространствах имеет в своем распоряжении больший запас влаги в почве, чем подрост под пологом леса, но зато и внешние условия, окружающие первый, предъявляют к нему более высокие требования на транспирационную влагу; этих больших запасов влаги, которые мы наблюдаем на лесосеках, вообще на безлесных пространствах, может не хватить при большом физиологическом испарении подроста таких мест, да еще при конкуренции травянистого покрова, и растения умрут, побежденные засухой. Под пологом же леса результат может быть такой же, только от иных условий: здесь именно запрос на влагу, как это мы видели, невелик, но и влаги в почве тоже меньше, хотя и не в такой степени: подросту здесь приходится конкурировать с материнскими корнями, и весь вопрос в том, сумеет ли при данных условиях подрост свести свой водный баланс; он может его так же не свести здесь, как не сводит иногда и на открытых пространствах.

Когда мы рассматривали явление накопления влаги, то поставили вопрос, можно ли насаждения рассматривать, как средство накопления влаги, и ответили, на основании фактического материала, на этот вопрос отрицательно; лес не накапливает влагу, но из накопленного запаса здесь ее больше поступает в почву и меньше непроизводительно стекает. Теперь перед нами ана-

логичный вопрос: можно ли рассматривать насаждения, как средство сбережения влаги? Рассматривая часто насаждения с такой точки зрения, лесоводы иногда производят посадки под каким-нибудь защитным пологом леса. Лес, как мы видели, есть сильный потребитель влаги; древесные растения за малым исключением не принадлежат к типу сухолюбив, а наоборот — к растениям с большими запросами на влагу; этому способствуют также высоко поднятые над землею кроны, и лес поэтому и на основании всех эмпирических данных не есть сберегатель влаги, но вся организация его такова, что, как в деле накопления, так и в деле расходования влаги, непроизводительный элемент расхода сводится до минимума.

В заключение уместно будет привести недавние исследования Bühler'a, который, подобно Эбермайеру, изучал количество просачивающейся воды сквозь почву как открытых мест, так и закрытых лесом; для этого он в питомнике закапывал в почву громадной величины деревянные ящики, наполнял землею и одни засаживал древесными породами, другие оставлял голыми, третьи покрывал подстилкой или мхом и т. д.; с помощью особых сосудов улавливалось количество просачивающейся влаги как в указанных ящиках, так и в почвах под пологом соседних естественных насаждений. За 21 месяц наблюдений просочилось:

Сквозь голую почву.	Сквозь задернутую почву.	Сквозь покрытую подстилкой.	Сквозь засаженную елью.	Сквозь засаженную буком.	Под 100-лети. буком.
Мм — 573	535	746	410	328	388
Если 573 = 100, то: . . .	93	130	70	50	60
В %/о к осадкам: 50°/о.	47°/о	65°/о	36°/о	29°/о	34°/о

Здесь мы имеем как бы тот же опыт Эбермайера с тем различием, однако, что в ящики-лизиметры были помещены и корни древесных растений, и тогда сейчас же обнаружился другой результат, т.-е. подтвердилась большая сухость почвы, занятой лесом, и, благодаря этому, меньшее количество просачивающейся влаги. В заключение приведу сравнительные данные влажности почвы, занятой лесом, добытые мною при такого рода опыте: я наблюдал влажность почвы под трехъярусным дубовым насаждением Шипова леса на лесном суглинке на двух совершенно идентичных пробных площадях, при чем первый год обе площади были под лесом, а затем лес на одной из них был вырублен, на другой оставлен; наблюдения же над влажностью продолжались и производились до глубины 4-х метров. Приводимые ниже данные представляют собою средние величины для всей 4-метровой толщи и представляют собою средние из нескольких определений в месяц и среднее из 20—40 данных, так как почвенные образцы брались с 10, 25, 50 см., а затем с каждого $\frac{1}{2}$ метра и притом каждый раз из двух параллельных скважин. Данные сосредоточены в нижеследующей таблице, которая комментариев не требует.

	1902 г.		1903 г.		1904 г.	
	Лес.	Лес.	Поляна.	Лес.	Поляна.	Лес.
Август	12°/о	12°/о	20°/о	16°/о	21°/о	14°/о
Сентябрь	13°/о	13°/о	21°/о	14°/о	20°/о	17°/о
Октябрь	13°/о	15°/о	24°/о	19°/о	17°/о	11°/о
Среднее	13°/о	13°/о	22°/о	16°/о	19°/о	14°/о

Резюмируя все сказанное, мы должны еще раз подчеркнуть, что обстановка леса под пологом несколько иная, чем та, которая обусловлена местным климатом и почвою, и что степень изменения занятой лесом среды будет различна в зависимости от состава леса, его возраста, формы, густоты и т. п.

II.

Лесная подстилка.

Деревья, соединяясь в насаждение, вносят еще один новый элемент, отсутствующий у деревьев, изолированно друг от друга растущих, хотя бы число их было несметное. К двум функциям листовых органов (дыхание и ассимиляция) насаждение, по верному замечанию Б ю с т е н а, присоединяет еще третью: листья после своего отпада дают в лесу так называемую лесную подстилку, иногда еще называемую лесным войлоком, а также мертвым покровом. Название подстилка — перевод немецкого слова *Streu* или *Waldstreu* — объясняется тем, что она на самом деле для немецких сельских хозяев служит подстилкой скоту в стойлах, заменяя собою солому; насыщенная выделениями животных, она поступает затем в виде удобрения в почву и потому играет большую роль в крестьянском хозяйстве заграничье. Не могу не обратить внимания на то, что она, в связи с условиями ее перегнивания, которые создаются самим насаждением (отенение, большая влажность, малый приток тепла), играет доминирующую роль в вопросе о влиянии леса на почву; весь химизм лесных почв, насколько он обусловлен лесом, весь подзолообразовательный процесс коренится, главным образом, в свойствах этой подстилки и условиях ее перегнивания; и если раньше старые лесоводы придавали ей громадное лесоводственное значение, исходя из односторонних представлений о ее положительной роли и как источника непосредственного питания (до Л и б и х а) и как мертвого покрова, защищающего почву от испарения влаги, то теперь, после всестороннего освещения ее роли, когда ясно показаны классическими исследованиями M ü l l e r 'a, затем Э м е й с а, Р а м а н н а и польза и вред ее, в зависимости от типа подстилки, — значение ее в жизни леса еще более возросло.

Количество подстилки зависит от соотношения между приходом ее, в силу отпада, и расходом, благодаря разложению. Оба момента, т.-е. приход и расход, зависят, в свою очередь, от: 1) климата, 2) почвенных условий, 3) положения, 4) состава насаждений, 5) формы, 6) возраста и 7) густоты насаждения.

Чем больше условия местопроизрастания соответствуют данной породе, чем выше бонитет почвы, — тем больше листья падает на жердновый возраст и на насаждение средней полноты. Породы густо облиственные, теневыносливые, дают больше подстилки, чем светолюбивые со светлой кроной. Их можно распределить приблизительно в следующий убывающий ряд: пихта, ель, бук, граб, липа, клен, лещина, черная сосна, ольха, ильмовые; затем: дуб, ясень, осина, сосна, береза и лиственница. Кроме того, состав насаждений влияет в том отношении, что листва разных пород отличается разной способностью к разложению, что зависит от нежной организации листовых органов, количества древесных частей в них, содержания дубильных веществ в них, смол и т. д. Имеет также значение, скручивается ли лист, когда ложится на землю, или нет; в последнем случае получается плотное слежение, препятствующее доступу воздуха и способствующее тем образованию кислого перегноя.

По опытам Э б е р м а й е р а в лесах Баварии ежегодный отпад выражается в следующих величинах в килограммах на гектар (воздушн. сух. состоянии).

Порода.	Возраст насаждения.	Количество подстилки.
Бук	30 — 60 л.	4182 кгр.
	60 — 90 »	4094 »
	> 90 »	4044 »

Порода.	Возраст насаждения.	Количество подстилки.
Ель	30 — 60 »	3964 кгр.
	60 — 90 »	3976 »
	90 »	3273 »
Сосна	20 — 50 »	3397 »
	50 — 75 »	3491 »
	75 — 100 »	4229 »

В Вюртемберге в буковых насаждениях ежегодный отпад на почвах:

I кл.	II кл.	III кл.	IV кл.	V кл.
3047 кгр.	2293	1462	1144	617 кгр.

По данным Эбермайера, количество подстилки в буковом лесу в среднем выражается 690 пуд. на гектар (воз сух. сост.), тогда как ежегодный отпад выражается 270 пуд.; таким образом, количество подстилки в $2\frac{1}{2}$ раза больше ежегодного отпада; отсюда можно понять, что 40% ее ежегодно разлагается. В сосновых насаждениях на лучших почвах количество подстилки достигает 900 пуд. на гектар в то время как ежегодный отпад достигает 200 пудов. На почвах же худшей добротности первая величина выражается — 669 пуд., вторая — 133 пуд.; таким образом, в сосновых насаждениях количество подстилки может превышать ежегодный отпад в 4 — 5 раз. Мы видим, что количество подстилки, которое собирается в лесу, по сравнению с ежегодным приходом, не так велико; то же самое наблюдается и в первобытном девственном лесу; в связи с этим находится то обстоятельство, что почвы под лесом никогда не бывают окрашены на значительную глубину гумусом, как, например, степные. Лес не образует чернозема; мощные слои перегноя можно встретить в нем в форме кислой подстилки: можно сказать поэтому, что, чем больше подстилки под пологом леса, тем хуже; в случае благоприятного хода разложения подстилки, дающего мягкий перегной, процесс этот характеризуется и быстротой.

Количество подстилки в Велико-Анадольском лесу варьирует от 400 — 500 пуд. на десятину.

В Шиповом лесу, Воронежской губ., в среднем, в дубравах на суглинках, накопление подстилки равняется 450 пуд. на десятину, на солонцеватой почве — 250 пуд. на десятину.

Анатомические особенности листовых органов, форма их, химический состав, образуют ли они при опадении и иссыхании волнистую поверхность или остаются плоскими, скелетируются они насекомыми или нет, — все это в связи с количеством листвы, с особенностями насаждений в отношении формы, густоты, возраста, состава, а также в связи с почвенными условиями (большим или меньшим содержанием извести в почве, большей или меньшей влажности почвы), — все это, наконец, в связи с климатическими особенностями места — влияет на образование того или иного типа лесной подстилки.

Большая заслуга датского лесовода Мюллера в том, что он первый дал ясную и объективную характеристику двум основным типам лесной подстилки в своем замечательном труде «Die Natürlichen Humusformen», вышедшем первоначально на датском, а затем на немецком языке в 1876 г.

Первый тип представляет собою мягкий, сладкий или нейтральный лесной перегной — по-немецки — Mull. В этом случае подстилка — рыхлая, эластичная, пружинистая, отдельные части которой не сшиты между собою грибными гифами. Разложение (а не гниение) происходит при доступе воздуха и достаточном количестве влаги, при наличии оснований, при преобладающем влиянии бактерий и дождевых червей. Продуктом разложения

является аморфный гумус, равномерно перемешанный минеральной частью почвы, с нейтральной или очень слабо-кислой реакцией. Перегной этот относительно богат питательными веществами; переход от неразложившихся частей подстилки к перегною, вошедшему уже в состав почвы, постепенный. Почва под такой пружинистой подстилкой — рыхлая, с комковатой структурой, пушистая.

Второй тип лесной подстилки, так называемый кислый или грубый перегной — сухой торф, по-немецки — Rohhumus. Подстилка плотная, отдельные части которой сшиты грибными гифами. Кроме плотности, она часто характеризуется, в противоположность первому типу, большой мощностью. Гниение (а не разложение) идет не до конца, а дает продукты, способные к дальнейшему окислению. Оно происходит при недостатке воздуха, при избытке влаги или при низкой температуре, или при отсутствии или недостаточном количестве оснований. Гумусовые кислоты обуславливают кислый характер растворов, поступающих в почву, в которой явно обозначается подзолообразовательный процесс. Отсутствие животных обуславливает сохранение строения гниющих частей, которые не перемешиваются с минеральной частью почвы. Поэтому переход от подстилки к почве обыкновенно очень резок. Почва под такой подстилкой плотна.

Третьим типом подстилки является наиболее распространенный тип переходных образований, когда процесс разложения и продукты его носят промежуточный характер. Быть может, подстилка, в зависимости от внешних условий, подвергается различным процессам во времени. Эти переходные образования носят название: Moderhumus.

Кроме указанных типов, в природе существует еще целый ряд других, которые давно отмечены лесоводами, но для которых отсутствует пока объективная научная характеристика, подобная вышеприведенной для двух основных типов, кислого и сладкого гумуса. Сюда относятся следующие виды:

1. Волокнистый перегной, или Faserhumus немецких лесоводов, который отличается сухостью, представляет собой плотные сухие корки по поверхности почвы, препятствующие проникновению влаги, воздуха в почву и прорастанию, достижению, по крайней мере, корнями всходов почвенного слоя. Он образуется из мхов.

2. На бедных, сухих песчаных почвах встречается, кроме коркообразного перегноя, еще пылевидный перегной. Его образованию способствуют большей частью лишайники.

3. Особыми свойствами, хотя, надо сказать, совершенно неизученными, отличается перегной, происшедший из вереска, черники и брусники.

Подобный список можно бы продолжить, но этим наши знания не выиграли бы, потому что для характеристики разнообразных форм гумуса не существует еще объективных данных, а субъективное описание несколько не разъясняет дело.

Древесные породы сами по себе имеют различную склонность к образованию того или иного вида гумуса: одни склонны по преимуществу к образованию более кислого, как, например, ель, другие, наоборот, мягкого, как, например, клен, но в действительности образуют подстилку и перегной того и иного типа, с одной стороны, в зависимости от указанных выше моментов, характеризующих насаждение, с другой — в зависимости от условий климата и почвы данного места. Дуб, например, в наших нагорных дубравах, где он произрастает на почвах, относительно богатых известью, никогда не образует кислого перегноя; но в том же климатическом районе, на более выщелоченных, на более бедных супесях переходной полосы от надлуговых террас к степям, дуб, образующий 2-й ярус под сосновыми насаждениями,

дает подстилку большей мощности (хотя продукция листвы здесь и больше) и большей плотности, чем в нагорных лесах, где подстилка до такой степени рыхла, что сквозь нее всюду сквозит почва. Там, где примешивается, в силу вмешательства человека, к составу дубового леса осина, — там также подстилка плотнее и мощнее; там же, где, наоборот, к дубу примешивается клен и ясень, мертвый покров представляет собою идеальный м у л ь; при этом, однако, необходимо заметить, что в последнем случае и почвенные условия благоприятствуют сказанному, так как ясень присоединяется к дубу на почвах с наибольшим количеством извести. То же самое, что было сказано о дубе, можно сказать и о буке, как это и показал в свое время P. Müller в своей классической работе.

Важно еще отметить особенности некоторых насаждений; тогда как бук и сосна в отдельности в своих чистых насаждениях способны при известных условиях давать кислый перегной, эти же две породы, в смеси друг с другом, дают перегной мягкого типа. Сосновая хвоя, переслаивающая буковую листву, не дает последней плотно слегаться. На особенности подстилки разных пород еще раз будет обращено внимание в своем месте, при характеристике свойств разных лесных насаждений. Здесь отметим только, что еловая хвоя, благодаря своей малой величине, способствует созданию условий для образования кислого гумуса, так как дает плотное сложение; наоборот, сосновые длинные и скручивающиеся иглы ложатся рыхло, обеспечивая больший доступ воздуха и тем способствуя быстрой разложению и получению мягкого гумуса; сосновая хвоя, однако, разлагается медленнее, чем листва бука. В лесоводственных целях представляет большую важность изучить ближе древесные породы, как образователей подстилки, так как некоторые из них обладают особенностями образования кислого гумуса, например ель, осина. Здесь, как уже упомянуто было раньше, играет роль и анатомическое строение листовых органов, и их химический состав, и внешняя форма, а также степень плотности корневой сетки.

После всего сказанного легко себе представить, что свойства самой подстилки и ее влияние на почву, возобновление и рост леса не может быть одинаково, а будет зависеть от типа подстилки.

Прежде всего подстилку рассматривают лесоводы, как мертвый покров, благоприятно влияющий на физические свойства почвы сохранением ее рыхлости и структуры и на влажность и температуру верхних горизонтов; затем, как на источник гумуса, цементирующего песчаные почвы и разрыхляющего плотные глинистые. В-третьих, они рассматривают ее, как естественное удобрение лесных почв, так как самые богатые зольными веществами частицы древесных растений — мелкие ветви и листья — остаются гнить в лесу. Влияя непосредственно на почву, подстилка должна, конечно, и косвенным образом оказывать влияние на насаждения. К этому необходимо прибавить еще значение подстилки при возникновении нового леса под пологом старого. Подметив и отрицательные случаи влияния подстилки, старые лесоводы, однако, при оценке значения ее впали в несомненную крайность, придавая ее почвообразовательной роли всегда положительное значение. Подстилка и удобряет и улучшает физические свойства почвы; сбор подстилки, или отсутствие ее всегда связаны с обеднением, уплотнением и осушением почвы.

Если говорить об естественном удобрении лесных почв, то ценность их в этом отношении будет весьма различна в случае мягкого и кислого гумуса. Здесь необходимо принять во внимание еще то обстоятельство, что подстилка мягкого типа препятствует выщелачиванию почвы, так как атмосферная влага, прежде поступления в почву, проходя через слой нейтрального перегноя, обогащается солями; наоборот, в случае кислого перегноя,

та же влага, насыщаясь органическими кислотами, производит сильное выщелачивание, оподзоливание почвы. Благоприятное влияние на физические свойства почвы, как-то: сохранение рыхлости, комковатой структуры, опять-таки связано с наличием нейтрального лесного перегноя, тогда как толстый, плотный слой кислого перегноя препятствует проникновению атмосферной влаги в почву и влияет, таким образом, иссушающим образом; последнее действие подстилки большой мощности усиливается еще тем обстоятельством, что значительное количество влаги, благодаря большой гигроскопичности подстилки, задерживается в ней самой.

Рыхлость и всегда с этим тесно связанная малая мощность подстилки мягкого типа никогда не ставит препятствие прорастанию лесных семян и укоренению всходов, наоборот, этому способствует, тогда как подстилка кислого типа, благодаря своей плотности и мощности, может иногда препятствовать укоренению всходов.

Таким образом, мы видим, что при оценке влияния подстилки необходимо непременно принимать во внимание тип подстилки и расценивать вопрос о ее влиянии, в зависимости от указанного обстоятельства. Отрицательное влияние некоторых видов подстилки, однако, не уничтожает, а увеличивает ее лесоводственное значение; если старые лесоводы высоко ценили подстилку, благодаря ее положительным почвозащитным свойствам, то современные должны ценить ее еще выше, потому что с ней связаны не только благоприятные влияния на рост, почву и возобновление, но и отрицательные. Соответственно этому вопрос о сборе подстилки приобретает другое освещение: если уборка подстилки мягкого типа должна вредно отразиться на существовании леса, то уничтожение кислого перегноя может не иметь вредных последствий, или даже, наоборот, может быть полезным.

С этой же точки зрения приобретает большое лесоводственное значение уход за подстилкой. Путем искусственных мер, поверхностной обработкой, внесением удобрения, например, извести для нейтрализации органических кислот, а в некоторых случаях регулированием густоты полога, лесовод должен достигать улучшения условий для изменения вида подстилки, должен уметь превращать нежелательного вида подстилку в благоприятную для леса. Вопрос об уходе за подстилкой представляет собою почти новую главу лесоводства, сильный толчок к развитию которой дали исследования Мюллера, но которая только теперь начинает усиленно разрабатываться.

При оценке влияния подстилки, как мертвого покрова, на влажность почвы, необходимо принять во внимание следующие ее основные свойства:

- 1) влагозадерживающую,
- 2) влагопропускную,
- 3) влагоиспаряющую ее способность.

Первые два свойства относительно мало находятся в зависимости от того, какая порода складывает подстилку и, наоборот, находится в большой зависимости от мощности и плотности ее (или типа подстилки). Подстилка в состоянии удерживать в себе влагу в 1,5 — 2 раза больше ее веса.

Испаряющая способность подстилки невелика, благодаря горизонтальности сложения ее (которая прерывает капилляры) и обилию некапиллярных промежутков.

Влияние подстилки на влажность почвы выражается в том, что, с одной стороны, она не допускает часть атмосферной воды в почву, задерживая ее над собою, в случае резко выраженного кислого перегноя, обычно же поглощая благодаря своей влагозадерживающей способности.

С другой стороны, препятствуя поверхностному стоку, она увеличивает тем самым поглощение воды почвой и защищает почву от испарения.

Последние два влияния противоположны первому и в каждом отдельном случае влияние то одного, то другого рода может получить перевес в зависимости от качества мощности и степени плотности подстилки. Исследователю, проф. Р а м а н н у, приходилось убеждаться в том, что иногда почва в лесу под толстым слоем подстилки, несмотря на уменьшение испарения, была суше, чем обнаженная от мертвого покрова. В конце концов, можно следующим образом формулировать влияние подстилки на влажность почвы в лесу: 1) лишение лесной почвы подстилки влечет за собой сильную и значительную во ст ь влажности в верхнем слое почвы, что представляет собою неблагоприятный момент; нормальная лесная почва, прикрытая подстилкой, характеризуется равномерностью во влажности. 2) Рыхлый и нетолстый слой подстилки, мягкого или переходного типа, затрудняя стоки, не препятствует проникновению атмосферной влаги в почву; мало задерживая процесс просачивания, такая подстилка увеличивает в конечном результате приход влаги в почву: действуя, как мертвый покров, этого рода подстилка всегда может способствовать сохранению влаги и почве. 3) Толстый и плотный слой кислого перегноя, задерживая атмосферную влагу на себе и в себе, настолько уменьшает приход воды в почву, что, несмотря на защиту от испарения, может влиять иссушающим образом на почву.

Тепловое влияние подстилки основывается на том, что она, во-первых, плохой проводник тепла (благодаря большому количеству воздуха, влажности и потому, что само вещество, из которого она состоит, представляет собою плохой проводник тепла); во-вторых, обладает большой теплоемкостью. Подстилка в силу этого уменьшает суточную и годовую амплитуду температуры, защищает почву от инсоляции, а ночью от лучеиспускания. Тепловые ее влияния находятся также в зависимости от типа ее и от того, какая порода слагает ее, например, подстилка из еловой хвои быстрее и сильнее нагревается, чем сосновая или дубовая; она отличается также большей теплопроводностью; вопрос этот, однако, совсем не разработан.

Лесоводственное значение подстилки не ограничивается указанными вкратце ее влияниями на почву, а имеет еще и непосредственное значение в возобновительном процессе леса: во-первых, большая плотность и мощность подстилки и кислого перегноя может мешать укоренению всходов, корни которых, извиваясь в различных направлениях, могут не достигнуть минерального слоя почвы и оттого преждевременно начинают сохнуть; во-вторых, такие всходы, не умирая окончательно, очень долго прозябают, будучи страшно угнетены в силу того, что или химические или физические свойства такой плотной подстилки не отвечают их природе; здесь могут иметь значение — физиологическая сухость такого мертвого покрова, недостаток аэрации, — корни, по крайней мере, становятся гораздо более поверхностными, и это наблюдается там, где эта порода произрастает в минеральном слое почвы; часто у ели, например, часть корней отгибается вверх, вместо того, чтобы, повинаясь геотропизму, расти вниз; такая подстилка может влиять и какими-нибудь химическими соединениями, которые для данной породы являются ядовитыми. Наблюдаемое в таких условиях сильное угнетение подраста нельзя поставить в непосредственную связь с недостатком света и тепла, а также и осадков, хотя без всякого сомнения, как в этом и убеждают наблюдения в лесу на каждом шагу, больший доступ указанных выше факторов благоприятно отразится на подросе; благодаря изреживанию насаждений при семенных рубках в этих случаях (я имею в виду еловые леса) больший доступ света и тепла, имея и самостоятельное значение для подраста, способствует, кроме того, быстрому разложению накопленной подстилки, и вместе с тем и ее разрыхлению; подстилка начинает постепенно приобретать характер мягкого перегноя и, соответственно этому, не только начинает

иначе, и притом благоприятно, влиять на почву, но также и на появляющиеся всходы и на имеющийся уже подрост. Быстрое выставление на простор подраста, живущего в кислом перегное, помимо повреждения его заморозками, помимо неприспособленности его хвои, заложенной в тени, работать на свету, помимо возможности засохнуть от резко изменившихся условий испарения, часто побуждает подрост сильно страдать и даже совсем отмирать под влиянием быстрых изменений в кислом перегное, изменений, хотя по существу и благоприятных для него, но совершающихся с такою быстротою, что поверхностная корневая система не в состоянии приспособиться и потому использовать новые условия; переход поэтому и должен быть постепенный.

Пользуясь только что приведенным случаем, чтобы снова показать, как в лесу все сложно, какая тесная зависимость существует между количеством света и тепла, формами гумуса, свойствами почвы, качествами подраста; все тут в высокой степени поучительно не только потому, что показывает то или иное влияние климата, то или иное влияние почвы, но и потому, что все эти явления могут разыгрываться и на самом деле происходят в одном и том же климате, на одной и той же почве, только в зависимости от специальных моментов, возникающих при соединении древесных растений в насаждение. Густое население леса дает одни продукты, та же порода в редком стоянии — иные; состав, форма, возраст и полнота насаждений вносят свои вторичные изменения в местный климат и местную почву, а под влиянием этих, созданных лесным сообществом, особенностей местного климата находится созданная тем же лесом подстилка; она и в своем количестве, и в своих качествах, в характере разложения и в продуктах, которые при этом получаются, — есть создание леса, и, конечно, местного климата и почвы; она, как и все в лесу, есть функция от трех переменных: от климата, от почвы и от особенностей данного насаждения во всех моментах, характеризующих лесные сообщества, как внешних (состав, форма, густота и т. д.), так и внутренних, т. е. степени изменения местного климата в отношении доступа света, тепла, влаги и т. д., и т. д. Необходимо заметить, однако, что как ни велика заслуга Р. Müller'a, давшего объективные признаки для различия разных типов подстилки, но на этом первом шаге остановиться нельзя; форм гумуса гораздо больше, так что каждый из основных типов, им отмеченных, должен будет распасться на множество других; некоторые из них уже отмечены практикой, например, так называемый немецкими лесоведами *Faserhumus*, отличающийся сухостью, образующий даже плотные, сухие корки на поверхности; сюда же относится так называемый *Staubhumus* — пылевидный, образующийся на бедных, сухих песчаных почвах, благодаря которому, кажется, может происходить явление, сходное с заиливанием почвы; первый из указанных может происходить из мохового покрова, второй из *Cladonia* и подобных ей других лишайев; особенными также свойствами, хотя, надо заметить, совершенно еще неизученными, отличается перегной, происходящий из вереска, брусники и черники.

Итак, что подстилка имеет значение и для роста и для благосостояния того леса, который ее создал, доказывают исследования над влиянием сбора подстилки на изменение прироста. Возможно, что подстилка имеет значение в деле снабжения леса азотом; она влияет, наконец, как плохой проводник тепла, на t° лесной почвы и должна иметь крупное значение в динамике леса, в вопросе о смене пород; кислый перегной, создаваемый в некоторых условиях буковым лесом, неблагоприятно влияет на прорастание буковых орешков, но с ним хорошо мирится ель. Таким образом, лесная подстилка, хотя и создаваемая буком, может оказаться средою более благоприятною для

другой породы и таким образом послужить фактором к смене пород. Вопрос о качествах и свойствах лесной подстилки еще очень мало изучен, но в нем, без сомнения, скрывается очень много лесных тайн.

III.

Живой покров под пологом леса.

Живой покров в лесу или подлесная флора так же, как и лесная подстилка, есть прежде всего функция трех производных, т.-е. жизнь этой подлесной флоры обусловлена как внутренними свойствами пород, составляющих насаждение, так и географическими условиями той среды, в которой находятся данные насаждения, и, наконец, условиями самого насаждения, — будет ли оно чистое или смешанное, простое или сложное и т. д., — иначе говоря, условиями социальными. Так же, как и в предыдущих главах, мы могли бы указать еще и на четвертую производную о вмешательстве человека в жизнь леса, но об этом факторе мы полностью скажем все, что в состоянии будем, в следующем отделе. Указанные же три фактора одинаково влияют как на состав подлесной флоры, так и на ее экологический характер, а потому они же определяют и ее роль или ее лесоводственное или экологическое значение.

Живой покров в связи со сказанным прежде всего приспособлен как к данному климату и почве, так и к условиям, создаваемым насаждениями, — стало быть, к тени, к более влажному воздуху, к малому излучению и малому доступу ветра, а затем к тому мертвому покрову, которым покрыты лесные почвы. Живой покров в лесу обычно принадлежит к типу тенелюбов и таких растений, которые могут жить даже на чистом гумусе, не пользуясь или почти не пользуясь минеральным слоем почвы. Благодаря слабому доступу ветра к лесной почве, здесь среди типичных тенелюбов преобладает вегетативный способ размножения и господствуют в его составе многолетники; брачный наряд многие из них получают лишь изредка, когда насаждение или срубается или сильно изреживается на прогалинах или вблизи опушек; например, сныть цветет по вырубке лесосеки, заливая ее как бы молоком. Благодаря большей влажности воздуха под пологом леса и самой испаряемости большинство представителей подлесной флоры имеют гидрофильную организацию, например *Oxalis Acetosella*. Благодаря обилию перегноя, в составе такой флоры обычно много грибных организмов, а в составе цветковых растений часто встречаются сапрофиты и полусапрофиты, например *Pirola*. В составе подлесной флоры часто преобладающую роль играет моховой и лишайниковый покров; но вообще в составе живого покрова могут быть не одни тенелюбы, но и более или менее светлюбивые растения, а также представители не-лесной флоры, заносимые в лес прямым или косвенным влиянием человека, рубками, прореживаниями, пастьбой скота; встречаются, например, в изреженных лесах на прогалинах, на полянах среди леса и тому подобных местах так называемые сорняки или сорные растения, обладающие поразительной способностью, благодаря обилию и легкости семян, а также своей нетребовательности, проникать всюду; встречаются в составе подлесной флоры луговые, а также степные элементы. Состав и характер подлесной флоры, как мы уже указали, неодинаков в различных лесных сообществах и она является чрезвычайно чувствительным барометром, указывающим на состояние насаждения, в частности на состояние его внутренней среды. При рубке насаждения происходят наиболее резкие изменения в составе и характере флоры, благодаря изменению биометеорологических

условий, а отчасти также и почвенной среды; в большинстве случаев происходит так называемая смена покрова, т.-е. замена тенелюбивой флоры светолюбивыми элементами, например, вейниками (*Calamagrostis epigeios*) и др. злаками, представителями лугов и сорняками (см. рис. 37).

Об этой смене покрова речь будет еще впереди.

Остановимся теперь подробнее на значении или роли живого покрова в отношении леса и в особенности возобновления леса.

1) Всякий живой покров сушит занимаемую им почву и сушит по двум причинам: во-первых, часть осадков он удерживает на своих надземных частях, во-вторых, своими корнями он пользуется влагою почвы. Эта иссушающая роль живого покрова давно доказана в агрономической литературе; но понятное дело, что степень иссушения живым покровом почвы будет разная в зависимости как от климатических и почвенных условий, так и густоты состава и экологического характера самого покрова. Буйная травянистая растительность сплошных лесосек в лесу сильно иссушает почву, но влияние редкого теневого покрова подлесной флоры на иссушение почвы почти неопределимо, так оно незначительно. Помимо этого, значение для леса иссушающей роли живого покрова будет различно, смотря по тому, будем ли мы наблюдать их взаимное отношение в степном климате или, наоборот, в нашей северной еловой области. В наших степных и лесостепных областях давным-давно возведена в общее положение необходимость борьбы с травяным покровом при искусственном создании леса; там давным-давно сделалась правилом необходимость держать почву посадок в так называемом черном пару, для чего время от времени в течение лета производят выпалывание сорных трав. И такая необходимость одинаково, как доказано и опытом и научным исследованием, заявляет о себе как на почве суглинистой, супесчаной, так даже и на песчаной, где живой покров даже на открытых местах не бывает густ, но где в силу малой влагоемкости почвы запасов влаги в ней немного. Во влажной северной области иссушающая роль живого покрова, в особенности на почвах сильно влажных, может быть даже полезна, — и, если там иногда и борются с живым покровом или замечают его неблагоприятное влияние на возобновление леса, то причины этого явления лежат в других обстоятельствах, как мы сейчас убедимся, при дальнейшем изложении роли живого покрова. Иссушающая роль живого покрова в северной лесной области может быть опасна для молодого леса разве только на очень сухих почвах.

2) Всякий живой покров затеняет древесные всходы, обрекая их этим на световое голодание; породы светолюбивые, породы быстрорастущие, как, например, береза или осина, быстрее одолевают своего соперника, чем медленно растущие, как, например, ель. В северной лесной области, где меньше света, где часто погода пасмурная и облачная, эта затеняющая роль живого покрова может иметь большое значение и, наоборот, в лесостепи, где больше инсоляции, там это отенение, как фактор угнетения самосева, имеет меньшее значение. Надо добавить еще, что подлесная флора обыкновенно не густая, например, покров, сложенный участком сныти, *Carex pilosa*, *Stellaria Holostea*, *Asperula odorata*, *Asarum europaeum* в дубовых лесах, вообще чрезмерного угнетения от недостатка света вызвать не может.

3) Всякий живой покров под своим пологом защищает растения от инсоляции и излучения, но над своим пологом, наоборот, усиливает излучение, благодаря своей большой зеленой деятельной поверхности, излучающей тепло; это ведет к тому, что над живым покровом древесные всходы больше страдают от заморозков, чем на голой земной поверхности, лишенной растительности. Под пологом леса, конечно, таких явлений быть не может, потому

что там есть защитный лесной полог, который и берет на себя защиту самосева и подроста от излучения, а, стало быть, и от заморозков.

4) Живой покров, создавая препятствия для снежного покрова, задерживая последний на своей поверхности, тем самым часто обуславливает искривление древесных всходов, которым приходится затем тратить время на преодоление своего противника; часто в густой траве можно найти искривленные, коленчатые, а то и совсем пригнутые к земле древесные всходы; этого рода механическое влияние снега в связи с покровом носит название задавливания всходов (см. рис. 40), в отличие от заглушения их, под которым термином разумеется страдание древесных растений от недостатка света. Само собой разумеется, что указанное задавливание происходит обыкновенно при буйном растительном покрове на открытых местах, а не под пологом леса, где, в обычных условиях, сам древесный полог удерживает на себе часть выпадающего снега, где вместе с тем травяной покров не отличается густотой, а снежная пелена не лишается своей рыхлости.

5) Живой травянистый покров может отрицательно влиять на возобновление леса созданием своего войлока (В. Д. Огневский), т.-е. остатками своих отмерших частей, которые могут достигать большой мощности (см. рис. 38, 39) и тем препятствовать укоренению древесных всходов в почве. Такие явления происходят на открытых местах, где разрастается вейник и др. злаки. Но аналогичное явление можно также наблюдать и под пологом леса, только не при травяном, а при моховом покрове; иногда кукушкин лен достигает такой мощности, что прорастающие в нем семена древесных пород не достигают своими корнями почвы; такие всходы называются зависшими всходами, так как они остаются висеть на поверхности кукушкина льна или среди его стеблей.

6) Живой покров определяет характер того мертвого покрова, на котором он поселяется или который он создает, так, например, очень часто можно убедиться во вредном влиянии мохового покрова, но не самого по себе, а благодаря тому плотному кислому или мощному перегною, на котором он поселился и неблагоприятный характер которого он, повидимому, поддерживает. Дело в том, что ризоиды мхов, проникая в гумусовый мертвый покров, недостаточно его разрыхляют и, таким образом, препятствуют проникновению туда воздуха. С этой точки зрения светолюбивая злаковая и, вообще, травянистая растительность более благоприятна, так как своими корнями она разрыхляет плотный кислый перегной и, улучшая аэрацию, изменяет состав микроскопической флоры; бактерии берут верх над грибами-организмами, и плотный кислый перегной, становясь все более и более рыхлым, сильно уменьшает толщину, начинает перерабатываться червями и другим животным населением, и потому в большем количестве начинает входить в состав самой почвы, а на поверхности ее приобретает выгодные качества тонкого и рыхлого мягкого перегноя. Это влияние живого покрова на качество перегноя делает его тем самым и фактором, влияющим на структуру и физические свойства почвы.

7) Всякий живой покров влияет на тепловые свойства почвы, так как защищает ее от непосредственной инсоляции, а также от излучения; понижая среднюю температуру почвы, он умеряет крайности температуры.

8) Некоторые представители живого покрова могут быть временными хозяевами растительных паразитов, которые перекочевывают с них на древесные породы, например, *Campanula patula* и *C. rotundifolia*, виды *Senecio*, *Inula*, *Rhinanthus* и *Melampyrum* служат временным хозяином для ржавинникового гриба *Coleoporium Senecionis*, поражающего хвою молодой сосны, и на ласточнике (*Vincetoxicum officinale*), на котором развиваются летние и зимующие споры гриба *Peridermium pini*.

9) Живой покров, травянистый, может создать в своих зарослях убежище для таких вредителей, как мыши.

Кроме указанного значения, живой покров является в некоторых своих представителях то указателем почв, то указателем качеств гумуса, то, как мы уже упоминали, указателем состояния насаждения, затем указателем бонитета насаждений, а в некоторых случаях и типов насаждения, например, в сухих борах лесостепи редкий травяной покров состоит из типичных сухолюбив, как-то: *Cladonia*, сушеницы, очитка и др.; такой покров указывает на сухость верхних горизонтов почвы, на относительно большую испаряемость, несмотря на то, что ютится под пологом насаждения. И действительно, исследование влажности почв под сухими борами и психрометрические наблюдения с прибором Ассмана над температурой и влажностью воздуха под пологом подобных насаждений обнаружили чрезвычайно малые различия между указанными элементами под пологом леса и вне его на поляне в течение вегетационного периода. Это отсутствие различия во влажности почвы и воздуха обуславливает и одинаковость состава живого покрова под пологом леса и вне его, что подчеркивает отсутствие смены покрова. Всем таким представителям, являющимся характерными для типа сухих боров, свойственны или сильное опушение, или малая листовая поверхность, или глубокий редичный корень, или мясистость тканей и т. п. Подобный ксерофильный характер живого покрова служит наглядным выражением лесоводственных или экологических свойств спелых насаждений этого типа, т.-е. сухих боров, не обладающих влагоконсервирующей способностью даже по отношению к верхнему горизонту почвы.

Что касается разницы травяного покрова для разных бонитетов, то Д. М. Кравчинский делит еловые насаждения Ленинградской губернии на три бонитета, при чем характерными растениями покрова первого бонитета служат *Hypnum*, *Oxalis Acetosella* и *Majanthemum bifolium*; на почвах средней добротности произрастают черника и брусника, а в насаждениях третьего бонитета ели в покрове преобладают хвощи. В наших дубравах на лесных суглинках в лесостепи живой покров двоякого рода: один приурочен к весеннему периоду, когда лес еще не оделся листвою и света сквозь такой полог проникает много; здесь преобладают многолетники, размножающиеся притом не столько семенами, сколько почволуковицами и корневыми побегами: сюда относятся: *Dentaria bulbifera*, *Corydalis*, *Ficaria*, *Gagea*, *Adoxa* и др. Другой живой покров в дубравах на суглинках встречается летом и характеризуется следующим составом теневыносливых растений: *Aegopodium podagraria*, *Asarum europaeum*, *Asperula odorata*, *Aspidium Filix mas*, *A. Filix femina*, *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium*, *Mercurialis perennis*, *Orobanchus vernus*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *Pulmonaria officinalis*, *Pteris aquilina*.

Указателем мягкого перегоя считаются *Oxalis* и *Asperula*, указателем же кислого перегоя — *Trientalis* и *Ajra flexuosa*; господство брусники указывает на более кислый характер гумуса, затем следует черника и, наконец, так называемые зеленые мхи или гипнумы; сфагновый мох указывает на начало заболачивания почвы. Хорошим примером спутника древесных пород можно назвать некоторые виды *Pirola*, которые сопровождают сосну.

Теперь обратимся к некоторым чисто фактическим данным разных исследований, доказывающим некоторые из вышеприведенных положений. Так, по исследованиям Товстолеся, толщина мохового покрова и его густота следующим образом влияли на количество всходов ели на площади 1 кв. сажени.

Толщина мохового покрова.	Густота травы.	Число всходов на 1 кв. саж.	Число всходов, если при- нять число всходов при редком и тонком покрове за 100.
Толстый $4\frac{1}{2}$ дюймов и больше	Густая.	1,04	13
	Средняя.	1,35	17
	Редкая.	2,45	31
Средний 2—3—4 дюйм.	Густая.	1,85	23
	Средняя.	4,09	52
	Редкая.	6,54	83
Тонкий $\frac{1}{2}$ —1— $1\frac{1}{2}$ дм.	Густая.	3,42	43
	Средняя.	4,22	53
	Редкая.	7,90	100

По исследованиям В. Д. Огиевского, густота травяного покрова из вейника и толщина его войлока следующим образом влияли на количество всходов сосны:

	Войлок.	Число всходов на 1 кв. метр.
Густая трава.	Толстый	0,3
	Средний	0,9
	Тонкий	1,8
Средняя.	Толстый	0,1
	Средний	0,6
	Тонкий	2,2
Редкая.	Толстый	0,5
	Средний	1,4
	Тонкий	2,5

В. Д. Огиевский из своего исследования делает следующие выводы: во-первых, что в густой траве появляется меньше всходов, чем в более редком травостое, во-вторых, что при одной и той же густоте, — всходов сосны тем меньше, чем толще слой мертвого покрова или войлока травы и, в-третьих, что густой травяной покров влияет не сам по себе, а с помощью создаваемого им войлока, препятствующего доступу семян к почве.

По данным Гурвича, влияние верескового покрова на-ряду с травяным может быть охарактеризовано следующими данными: при одинаковых почвенных условиях среднее число всходов сосны при покрове из вейника было 2.067, при редкой траве — 5.933, а при господстве вереска — 18.790. Затем тот же автор сообщает еще следующие данные: при травяном покрове без участия вереска всходов сосны было 2.900, а с участием вереска — 12.500; при моховом покрове из зеленых мхов, но без вереска, — 2.350, а при господстве вереска среди мохового покрова — 15.347. Сводя свои пробные площадки и оценивая участие вереска на глаз в десятых долях, названный автор получает следующий ряд:

Среднее число всходов
сосны на 1 десятине.

Вереск единично среди другого покрова	4.767
Вереска от 0,3 до 0,5	8.571
» » 0,6 » 0,8	22.945
» » 0,9 » 1,0	13.711

Мы видим, что по мере увеличения участия вереска в составе живого покрова, условия для возобновления сосной все более благоприятны, но до известного предела, до некоего оптимума, после которого число всходов сосны снова падает. Если бы мы взяли иностранные исследования, именно немецкие или датские, то мы бы встретили там противоположные указания о вреде вереска для возобновления сосны и о вреде его на нижележащую почву, как фактора, обуславливающего весьма сильный подзолообразовательный процесс с отложением рудякового камня (Ortstein'a). Нигде в Европе нет более классического места для изучения ортштейновых образований, как побережье С.-Зап. моря, Голштиния и Датские острова, и вот здесь-то и создалась слава, — и притом дурная слава, — относительно вереска; здесь же родились и первые работы о генезисе ортштейна, принадлежащие лесоводам Э м е й с у и П. М ю л л е р у, почвоведу Р а м а н н у и др. Вот это-то представление о вереске, как образователе ортштейна, распространилось затем путем литературы в образованном мире, пришло и к нам, но оказалось для наших условий неприемлемым. Там, в морском климате с избытком влаги и с оптимальными условиями для роста вереска, который достигает там большой высоты, влияние его мертвой подстилки резко кислого типа, а быть может и корневой сетки самого вереска, — одно, а у нас, в климате более континентальном (Ковенская, Виленская губернии), влияние верескового покрова — иное. Этот пример показывает, что сам по себе живой покров есть только один из элементов влияния на почву и возобновление; в действительности же его влияние определяется не им одним, а им в сочетании с климатическими и почвенными условиями, или, иначе говоря, с условиями географической среды. И вереск, и травяной покров, и всякий другой живой и мертвый покров, будучи сами производными от географических условий, обнаруживают свои влияния только в связи с географической средой. Эти положения, очень важные для понимания жизни леса в разных местах, мы используем впоследствии, кроме того, когда будем излагать собственно лесоводство.

Нам нужно сказать еще несколько слов о других видах живого покрова, прежде всего о покрове моховом. В лесоводстве различают с экономической точки зрения три группы мхов. По-немецки их называют: Ast-, Haft- и Weissmoose; по-русски их можно назвать: первую группу — ветвистые или зеленые мхи, вторую — ризоидными мхами и третью — белыми или болотными мхами; к первой группе относятся гипнумы и др. виды; типичным представителем вторых может считаться кукушкин лен, и, наконец, к третьей группе принадлежат сфагнумы. Это деление, как оно ни элементарно и грубо, имеет свои основания, так как влияние этих разных групп на почву и возобновление неодинаково, а неодинаково оно в силу и разной организации их, и разного образа жизни, и разного способа прикрепления к почве. Первая группа, если и имеет ризоиды, то в виде очень тонких волосков, вторая уже в виде подобия корней, а третья совершенно свободно лежит на поверхности почвы. По данным Р и г л е р а, голый песок в сосуде, имея начальную влажность 4,8%, по истечении пяти месяцев, под влиянием испарения влаги, высох до 2,2%, или потерял 2,6%; такой же песок, прикрытый мхом из гипнума, имея первоначальный запас влаги тоже 4,8%, высох за это же время до 3,5%, или потерял 1,3%, т.-е. половину того, что истра- тил голый песок, и, наконец, третий сосуд с таким же песком, прикрытый

мхом из сфагнома, высох только до 4,5%, или потерял только 0,3%. Если перечислить указанные потери на проценты от первоначального запаса, то оказывается, что голый песок потерял 54% влаги, второй сосуд — 27%, а третий только — 6%. Мы видим, что моховой покров влияет, вероятно, на сохранение влаги в почве, но необходимо обратить внимание на то, что опыт велся в сосудах, где мох был наложен прямо на песок, в действительной же природе дело обстоит несколько иначе, так как между мхом и почвой обыкновенно имеется еще слой кислого перегноя; и вот мощностью и плотностью последнего, строго говоря, и объясняется влияние мохового покрова, так что в действительности мы можем наблюдать и положительное и отрицательное влияния мохового покрова.

С точки зрения сказанного интерес представляет опыт влияния мохового покрова, произведенный ботаником Ольтмансом; он оперировал в самом лесу и казалось бы поэтому, — результаты его опытов могут быть ближе к действительности, но, как увидим сейчас, и они нас не вполне удовлетворяют. Опыт заключался в следующем: площадка в лесу, покрытая мхом гипнумом, была разделена на три части; со всей площади был взят мох, а затем на $\frac{1}{3}$ был вновь водворен на свое место; вторая часть была прикрыта им после умерщвления его в кипятке и после того, как излишней воде дано было стечь со мха, и третья, наконец, была оставлена голой. На первой площадке при укладывании мха на него сильно надавливали для того, чтобы привести его в тесное соприкосновение с почвой. В течение части лета названный автор определял в поверхностных горизонтах почвы ее влагу. Не приводя всех данных, я ограничусь следующими двумя таблицами:

	Живой покров.	Мертвый покров.	Без мха.
11/IX	64%	64%	60%
13	61%	63%	55%
15	59%	54%	34%
17	57%	62%	30%
21	61%	59%	30%

Такой же опыт, но не в еловом, а в сосновом насаждении дал следующие результаты:

	Живой покров.	Мертвый покров.	Без покрова мха.
14/IX	68%	68%	56%
16	69%	65%	25%
19	68%	66%	25%
21	65%	65%	24%

Мы видим, что различия между почвой голой и с покровом обнаружались весьма рельефно, но между первыми двумя площадками с живым и мертвым мхом разницы не оказалось. Отсюда Ольтманс делает вывод, что влияние и живого мха и мертвого одинаково, и что оно одинаково потому, что мох, будто, питается только атмосферною влагою. Едва ли, однако, таковой вывод закономерен, как справедливо замечает Раманн, так как условия естественного залегания живого мха на почве сребрением его и последующим наложением были несомненно изменены и, без сомнения, была удалена часть того кислого перегноя, на котором произрастал удаленный мох. По исследованиям Раманна, под моховым покровом зеленых мхов влажность почвы бывает то больше, то меньше соответственных мест, лишенных этого покрова; здесь все зависит от толщины и плотности того кислого перегноя, который находится под моховым покровом, мох без подстилки или с тонким ее слоем защищает почву от механического влияния дождевых капель, увеличивает количество просачивающейся воды в почву и уменьшает испарение влаги из почвы; наоборот, мох с кислой подстилкой уменьшает доступ воды в почву, способствует усиленному выщелачиванию почвы и тем самым

уплотнению ее, разрушает структуру и всеми указанными моментами влияет на почву неблагоприятно. Кроме того, как было уже сказано, существенное значение имеет толщина или мощность мохового покрова. По исследованиям Раманна, порозность почвы без мертвой подстилки под одним мхом равнялась 63,5%, с малым мощным слоем подстилки — 54% и при наличии плотной кислой подстилки падала до 48—50%. Исследования Вольни дают в отношении сохранения влаги моховым покровом благоприятные результаты, но они для нас значения не имеют, так как произведены в искусственной обстановке в сосудах, которые были покрыты мхом и стояли в лаборатории.

Покров из лишая характеризует бедные и сухие почвы и встречается лишь под пологом светолюбивых пород; его влияние на почву и возобновление аналогично влиянию на почву мохового покрова.

Покров из папоротников, например, из орляка (рис. 79) влияет подобно травяному, т.е. существенное значение имеет его густота, а затем также свойства того перегноя, который находится под ним. Ягодниковый покров из черники или брусники, пока коренится в минеральном слое почвы, благоприятно влияет на возобновление, но при наличии кислого перегноя и благодаря сильно развитой в этих случаях корневой сетке, влияние его и на почву и на древесные всходы может стать отрицательным. Покров из сфагнома при малой мощности своей влияет на возобновление леса хорошо, но при увеличении своей мощности такой покров влечет за собой заболачивание почвы, а вместе с этим и неблагоприятные условия и для появления, и для роста древесных всходов. О вересковом покрове речь шла уже выше.

При вырубке леса во многих случаях происходит смена покрова; обыкновенно вначале замечается пышное развитие некоторых подлесных форм, затем появляются растения пустырей, сорняки, сильно размножающиеся, с легкими и далеко разносимыми семенами или плодами и, наконец, начинается внедрение луговых форм. Так, после срубki дубового леса вначале развивается роскошно и получает брачный наряд сныть, и в первый же год появляются, вначале одиночно, такие сорные растения, как *Epilobium angustifolium* (Иван-чай или Кипрей-чай), *Cirsium arvense*, *Erigeron*; на второй год получают уже целые заросли названных растений, а сныть отступает на задний план; в это время можно наблюдать появление таких злаков, как *Calamagrostis*, *Poa* и др., которые уже на 4-й год сменяют собою сорную флору и дают сомкнутый дерн (см. рис. 38, 39). Степень быстроты засорения открытого места зависит и от почвы, и от состояния насаждения, которое было до срубki, и от того, производилась или нет пастьба скота; определяющим моментом является также близость обширных полей и луговин от данного места и развивается ли на срубленном месте древесная поросль или нет. Раньше полагали, что источниками засорения такой внезапно открываемой свету лесосеки являются покоящиеся несколько десятков лет подземные части сорных и луговых форм, на самом же деле более существенную роль играет занос семян с дорог, просек, полей и других открытых мест, где эти формы свободно произрастают, тем более что все они отличаются высокой способностью к размножению семенами.

На примере своеобразного характера живого покрова под пологом леса мы видим, как влияет один биосоциальный круг на другой; другой пример такого же влияния одного сообщества на другое мы уже отчасти обсуждали раньше, например когда нами было рассмотрено влияние материнского насаждения на созданный им подрост. В дальнейшем мы встретимся еще раз с этим вопросом в главе о возобновительном процессе в лесу, а также при рассмотрении сложных форм леса, теперь же сосредоточимся на некоторых обобщениях, касающихся характеристики внутренней среды леса.



Рис. 79. Сплошная лесосека в сосновом бору, заросшая орляком, в Броварском лесничестве, Черниговской губ.

Фот. Заблоцкого.

IV.

Биологические особенности внутренней среды леса.

Когда мы с помощью предыдущего материала познакомились с внутренней средой леса, мы видели, что претворяющая способность леса одинаково распространяется и на занятую атмосферу и на занятую лесом почву, причем факторами влияния леса на почву являются как сами древесные породы и их соединения, так и создаваемая ими подстилка в связи с теми атмосферическими условиями, какие создаются под пологом леса. Мы видели, что полог леса распространяет свое влияние на осадки, на лучистую энергию, на движение воздуха, на температуру и влажность и, таким образом, на условия испарения как в надземной среде, так и на таковые же в почвенной среде. Такое разнообразное влияние полога получило название коллективного влияния. То же самое надо отметить и по отношению к мертвому покрову или подстилке, так как влияние это тоже очень разнообразно и касается не только физической стороны, но и распространяется на химические процессы в почве. Мало того, подстилка является средой, в которой развивается микробиологическая жизнь, а также своеобразная фауна и флора. В этом разнообразном влиянии полога мы можем с биологической точки зрения отметить то же характерное явление, какое мы уже наблюдали, исследуя борьбу за существование и, вообще, взаимодействие древесных пород друг на друга; именно и здесь, как и там, не отделима одна сторона медали от другой, т.-е. влияние конкурирующего порядка с воздействиями покровительственного или защитного характера. Тот же полог леса и защищает от излучения растение, находящееся под ним, и от инсоляции, и от конкуренции буйной травянистой растительности, но он же и затеняет растение, ютящееся под ним, обрекая его этим на некоторый световой голод; он, умеряя испарение влаги из растений, его составляющих или под ним находящихся, вместе с тем, потребляя влагу в силу физиологического испарения, уменьшает тем самым запасы влаги в области грунта. Эти как бы разноречивые антагонистические влияния можно, конечно, регулировать и, как мы увидим впоследствии, лесоводство это и будет делать; действительно, нельзя их не видеть, нельзя закрывать на этот антагонизм глаза и предвзято думать, что под пологом леса совершаются односторонние процессы, всегда только выгодные для составляющих лес и для населяющих его растений. В своем месте мы подчеркнули, что в отношении борьбы за существование или, что то же, в отношении взаимодействия пород друг на друга действительно были два основных фактора: внутренняя природа самих растений и внешняя географическая среда; в дальнейшем нам стало понятно, что оба эти фактора учтены должны быть еще глубже, — они всегда и неизменно определяют степень изменения занятой среды. Существенно важно, будет ли лесное сообщество состоять из ели или сосны, лиственницы или бука, будет ли оно расти в климате морском или континентальном, на почве, богатой известью, или, наоборот, на почве, лишенной ее. Неодинакова эта внутренняя среда будет также и оттого, будет ли оно по составу чистое или смешанное, по форме простое или сложное, одновозрастное или разновозрастное. Ко всем этим различиям здесь необходимо еще присоединить различия, проистекающие от моментов такого рода: будем ли мы иметь дело с опушкой или внутренними частями насаждения, будем ли мы иметь дело с куртинами, колками, лентами и полосками леса или цельными большими массивами.

Лес, создавая свою среду, тем самым приобретает своеобразные средства борьбы за существование или с другими лесными сообществами или с формациями не-лесного характера. Мы выше вскользь упомянули и подробнее

ознакомимся впоследствии, что опушка леса является деятельным фактором распространения его, т.-е., например, в случае надвигания его на степь.

Проникая подробнее и глубже в биологическое значение этой внутренней среды, мы должны отметить еще раз чрезвычайно важное для нас обстоятельство, на которое мы уже обращали внимание. Эта среда как бы проникает внутрь тех организмов, которые являются ее творцами; если дерево в лесу меньше испаряет, то оно этим обязано тем условиям испарения, какие создает внутренняя среда леса. Мы видели, что число трахеид или число сосудов на единице поверхности при исследовании срезов древесины у той или иной породы находится в зависимости от того, растет ли оно на просторе или в насаждении. Таким образом, совершенно реальная внутренняя среда леса вполне ощутимая, хорошо измеряемая, имеет вполне реальные и вполне измеримые последствия в виде особенности анатомического строения и физиологических отправлений в тех растениях, которые ее творят и которые в ней живут. Мы видели также, что и внешняя форма ствола, являясь телом равного сопротивления, отражает на себе влияние ветра, или, вернее, его отсутствие в лесу. На эту реальную среду отвечают наши растения, как существа пластические, приспособлением к ней и, когда мы внезапно выставляем их на простор, сразу изменяем их жизненную обстановку, — они отвечают нам на это соответственным образом: суховершинностью, тем или иным заболеванием, иногда даже почти внезапно смертью; во многих, однако, случаях такие растения, переболев некоторое время, мало-по-малу, приспособляясь к новой среде, поправляются.

Из всего вышесказанного мы можем сделать еще один поучительный вывод, что во всей совокупности лесной обстановки не только элементы влияют на целое, но и целое — на составляющие его элементы. Свойства и особенности внутренней среды того или иного лесного сообщества определяются его составом, т.-е. свойствами составляющих его элементов, но ведь и обратно, — эти самые древесные растения, образуя сообщества, создавая особую среду, попадают во власть последней, испытывая и в своем внешнем и внутреннем строении и в своих физиологических отправлениях влияние этой среды. Мы видим, что и целое зависит от своих частей и части зависят от целого. Это для нас опять-таки важно еще и потому, что лес мы отнесли к реальным совокупностям, т.-е. к таким живым сочетаниям элементов, где взаимное их влияние друг на друга проникает глубоко в недра организма и создает таким путем из некой множественности действительное реальное единство. Эта наличность внутренней среды дает нам еще право уподобить лес рельефу; как рельеф земной поверхности, во-первых, увеличивает ее размеры, ее протяженность и разнообразить самые условия жизни, так и лес: он увеличивает ту поверхность, на которой может развиваться жизнь, но он же и усложняет и разнообразит самые условия жизни: опушка и внутренность лесного массива, пространство непосредственно у земли или выше под кронами и в самых кронах, — все это биологически сильно отличается друг от друга. Ко всему этому можно прибавить еще поверхность стволов, так как и она является поверхностью жизни, местом прикрепления разных растительных эпифитов и животных паразитов и т. п. Эта внутренняя среда, с которой так гармонично сливаются составляющие ее организмы, благодаря приспособлению последних к ней, однако, имеет и свою патологию; я имею в виду некоторые процессы, совершающиеся в лесной подстилке, которые еще мало изучены. Взять хотя бы такие факты, как буковое утомление почвы, или такие явления, когда в подстилке всходы данной породы не находят себе благоприятных условий роста и погибают. Надеюсь, мы убедились в том, что без изучения этой внутренней среды нам нельзя понять взаимоотношение древесных пород друг к другу в пределах

одного сообщества, так, одинаково, и влияние одного сообщества на другое. Не изучив этой среды, мы не в состоянии будем понять борьбу лесных сообществ с формациями иного рода, чем сам лес, и, наконец, для нас остался бы совершенно темным вопрос об экологии разных лесных сообществ, как-то: насаждений сосновых, еловых, дубовых, буковых и т. д. — насаждений простых и сложных, чистых и смешанных, порослевых и семенных, молодых и старых, одно- и разновозрастных.

Теперь, ознакомившись с влиянием леса на почву и атмосферу, попробуем собрать все сказанное воедино и затем осветить биологическое или экологическое значение всех особенностей внутренней среды. Мы видели, что всякий полог леса прежде всего задерживает как приток осадков к лесной почве, так и приток лучистой энергии тепла и света. Мы видели далее, что всякий лес задерживает движение воздуха, а в результате этого рода влияний создается под пологом леса атмосфера более спокойная, более влажная и более холодная, — атмосфера, в которой сглажены тепловые крайности, так как все находящееся под пологом леса защищено от крайностей как инсоляции, так и излучения; вместе с тем, по отношению к таким осадкам, как снег, необходимо отметить влияние леса на более равномерное его распределение, на меньшую мощность его покрова, на большую рыхлость его залегания. Накапливая в меньшем количестве атмосферные осадки, лес, однако, способствует уменьшению стока такой воды или сноса снега, что безусловно содействует лучшему проникновению влаги в почву; с другой стороны, умеряя под своим пологом испарение влаги, лес умеряет физиологическое испарение из организмов, его составляющих и под ним живущих, и понижает физическое испарение из лесной почвы. Несмотря, однако, на эти обстоятельства, лес, в конечном итоге, в силу физиологического испарения составляющих его деревьев, в силу их большого множества и большой зеленой поверхности листовых органов, в конечном итоге иссушающе влияет на занятые им слои почвы и в особенности грунта, кроме самых верхних горизонтов, не пронизанных корнями древесных пород.

Надо добавить еще к указанному влиянию полога и его корневой системы воздействие на почву мертвого покрова или подстилки, которая так же, как и полог, задерживает осадки в силу своей большой гигроскопичности, затем задерживает приток тепла к почве, умеряя под собой крайности температуры и способствуя, в среднем, понижению средней температуры почвы; с другой стороны, та же подстилка, как всякий мертвый покров, уменьшает физическое испарение лесной почвы. Необходимо, однако, сейчас же напомнить то важное обстоятельство, что влияние подстилки чрезвычайно разнится в зависимости от ее качеств или ее типа; необходимо припомнить, что подстилка рыхлая, или тип мягкого перегноя, способствуя проникновению сквозь себя воды, тем самым уменьшает поверхностный сток ее и, благодаря горизонтальности своего строения и своей рыхлости, уменьшает испарение воды из почвы, нарушая ее капиллярный подъем; такая подстилка, кроме того, обеспечивая сохранение животной жизни, в виде дождевых червей, тем самым охраняет комковатую структуру в верхних горизонтах лесной почвы, каковое обстоятельство является опять-таки выгодным в отношении накопления и сохранения влаги в лесной почве. Наоборот, подстилка плотная и к тому еще и мощная, типа резко выраженного кислого перегноя, не только в самой себе задерживает большое количество осадков, но часто еще и над собой, сохраняя выпавшую влагу в виде лужиц, которые, не имея возможности проникнуть сквозь нее в почву, обратно испаряются в атмосферу; такая подстилка поэтому влечет за собой большую сухость почвы, чем если бы последняя лежала совершенно голой; но этого мало, — подстилка такого типа в силу кислого своего характера отрицательно влияет на живот-

ную жизнь и потому уничтожает рыхлость и структуру верхних горизонтов лесной почвы. Кислый характер такой подстилки, обуславливая определенный химический режим, способствует усиленному выщелачиванию почвы, обедняя ее необходимыми зольными элементами и превращая почву в подзол. Это химическое влияние еще важнее физического, тем более, что оно само влечет за собой изменение, невыгодное физическому строению почвы, — уничтожение рыхлости и структуры. Если к этому прибавить влияние мощности подстилки на развитие всходов, на то, что она может препятствовать укоренению всходов в минеральной почве или заставляет продолжать время жить молодое поколение леса в своей среде, то мы этим лишним раз покажем разнообразное влияние подстилки. Типы же перегноя — еще, правда, мало изученные — различно влияют на древесные растения, для одних являясь кормильцем, для других — ядом, и в этом обстоятельстве, еще почти незатронутым исследованиями, скрывается много тайн жизни леса и много тайн в ходе естественного возобновления леса. Плотный кислый перегной, кроме того, препятствуя доступу воздуха в лесную почву, тем самым препятствует дыханию корней. Накапливая над собою влагу, такой перегной в некоторых случаях влечет за собою и заболачивание лесной почвы; и если в искусственных опытах Вольни мы видели всегда умеряющее влияние лесной подстилки на почву, то в действительной жизни, в действительном лесу, мы являемся свидетелем других гораздо более сложных, более разнообразных и противоречивых явлений, а именно, мы являемся свидетелями того, что лесная подстилка и способствует сохранению влаги в лесной почве и, наоборот, ее иссушает и, в-третьих, наконец, может даже вести к избытку влаги — к заболачиванию.

В таком виде в общем представляется состояние внутренней среды леса, но надо добавить к этому, что состояние это разнообразится под влиянием состава леса, его формы, его густоты и возраста, с одной стороны, климатических, почвенных и рельефных условий, в которых обитает лесное сообщество, с другой. Мы имели, кроме того, возможность убедиться, что и этих условий недостаточно, что состояние внутренней среды леса имеет черты различия в зависимости от того, будем ли мы наблюдать на опушке или вблизи ее, или где-нибудь во внутренности лесного массива. К сказанному надо еще добавить, что состояние этой внутренней среды различно не только на периферии и внутри одного и того же насаждения, но и в пределах занятого им пространства, так как такие обстоятельства, как меняющаяся полнота насаждения, незначительные изменения в составе его, небольшие окна в его полог влекнут за собою и соответственные изменения в состоянии тех элементов, о которых речь была выше и которые в своей совокупности и составляют внутреннюю среду леса. На этом обстоятельстве мы остановимся несколько минут, так как оно имеет большое лесоводственное и вообще биологическое значение. Дело в том, что все указанные обстоятельства так или иначе влияют на возобновительную спелость лесной почвы, т.-е. на восприимчивость ее к обсеменению; в одних местах она в силу рыхлости подстилки обнаруживает выгодное для возобновления свойство, в других местах в силу плотности мертвого покрова и ее плодородия, и ее восприимчивость к обсеменению и прорастанию семян находятся в иных, противоположных условиях. То или иное меняющееся состояние полога отражается на состоянии мертвого покрова и на спелости лесной почвы.

Наблюдая ход возобновления леса, можно удостовериться, что обычно молодое поколение леса возникает не сразу равномерно на всей площади лесного участка, а, наоборот, неравномерно разбросано, как будто бы капризно; оно возникает отдельными группами и, если внимательнее присмотреться к этому явлению, то легко заметить его закономерность, именно, что

такие группы возникают в так называемых окнах среди полога (см. рис. 49), т.-е. на небольших прогалинках, которые, сохраняя лесной характер, в то же время свободны от крайности проявления каких-либо неблагоприятных жизненных моментов, присущих открытым местам. На таких прогалинках достаточно света, достаточно тепла, достаточно осадков, но вместе с тем нет еще доступа ветру, нет сильной инсоляции, нет сильного излучения, нет буйной травянистой растительности; здесь, одним словом, как бы срегулированы все условия жизни леса в благоприятную сторону для его возобновления, к появлению и для дальнейшей жизни самосева, так как надо добавить еще ко всему сказанному, что здесь же в таких окнах ослаблена и конкуренция материнских корней или корней тех деревьев, которые окружают такую прогалинку. Стоит только, однако, такой прогалинке вырасти в своих размерах, как условия жизни на ней меняются к худшему, она уже не защищена от излучения и от инсоляции, она покрывается буйной растительностью, а с другой стороны, древесные растения, в ней поселяющиеся, не защищены от испаряющих факторов. Стоит таким прогалинкам вырасти в еще большие размеры, как начинается расчленение такого пространства на разные части в зависимости от того, находятся ли они у южной или северной, западной или восточной опушки, или в середине самого пространства.

Эта внутренняя среда леса, несмотря на колебания в ней, в пределах одного насаждения представляет собою, однако, довольно определенную величину для каждого насаждения и меняется в нем только в зависимости от возраста, благодаря постепенному изреживанию каждого насаждения. Наиболее резкими чертами выражена бывает эта среда в возрасте жердняка, когда корни деревьев удерживают наибольшее количество осадков и лучистой энергии, когда под насаждением скапливается максимум подстилки и обычно совсем отсутствует и живой покров и подрост. В этом периоде жизни насаждения наблюдается кульминация прироста в высоту и наибольшее количество хвостяной массы, благодаря которой и большей сомкнутости жердняков и наблюдается вышеуказанное явление, т.-е. наиболее резкие, наиболее сильные изменения внутренней среды. По мере дальнейшего изреживания и приближения к возрасту возмужалости, ко времени плодоношения, полог насаждения бывает обычно уже настолько изрежен, что деревца из самосева и подраста, хотя и испытывают отрицательные влияния внутренней среды, но приспособляясь к ней, могут так или иначе прозябать под пологом материнского насаждения.

Теперь нам остается ответить на последний вопрос — указать на те приспособления древесных растений к этой внутренней среде, какие мы в действительности наблюдаем. Для того, чтобы яснее представить себе это явление, я начну с отдельных примеров. Если, внезапно вырубив большую часть насаждения, оставить некоторое число деревьев на просторе, то обычно такой резкий переход от стояния в лесу к простору не проходит для дерева безнаказанно, оно обычно заболевает, хотя и не всегда легко обнаружить признаки и симптомы этого заболевания. Лучше всего оно выражается в том, что, несмотря на отсутствие конкуренции, несмотря на большой доступ света, тепла и влаги, такие деревья, однако, не сразу обнаруживают усиленный или, как говорят в лесоводстве, световой прирост; обычно проходит несколько лет переболевания организма, только миновав этот период дерево начинает давать усиленный прирост. Здесь надо отличать два рода явлений, именно усиление прироста, с одной стороны, благодаря улучшению питания, разрастанию кроны и корневой системы, с другой — перераспределение прироста, благодаря иным условиям стояния, в частности — благодаря влиянию ветра; в лесу прирост на деревьях откладывается более равномерно вдоль всего ствола, теперь же он усиленнее откладывается внизу ствола под влиянием

механического действия ветра и ответной реакции дерева на это раздражение; дерево стремится придать своему телу устойчивую форму, а таковая и получается тогда, когда прирост в толщину будет усиливаться по мере приближения к основанию дерева.

Условия питания и конкуренции определяют величину прироста, а влияние ветра определяет его распределение вдоль ствола. Всем, вероятно, хорошо известны сильные наплывы внизу у основания дерев, вырастающих смолоду, на просторе, в особенности на местах, сильно доступных ветру, как-то: на горных высотах, на берегу моря и т. п. В других случаях, однако, такое переболевание дерева от внезапного выставления на простор выражается более определенно, именно появлением суховершинности, в особенности это наблюдается на дубовых деревьях, и тем реже оно проявляется, чем резче переход от стояния в лесу к простору; поэтому, как показал профессор А. Г. Марченко, это явление особенно резко проявляется на деревьях третьего класса господства и менее всего резко на экземплярах первого класса, т.-е. наименее угнетенных. Дубовые деревья, внезапно выставленные на простор, обычно покрываются вдоль ствола волчками или водяными побегами, которые появляются из спящих почек, находящихся во множестве во всех местах ствола. Пока дерево было окружено соседями и до ствола почти не достигали световые лучи, эти спящие почки оправдывали свое наименование, но как только свет достиг до поверхности ствола, так спящие почки проснулись к деятельности. Этими водяными побегами многие и объясняли некоторую наступающую суховершинность дубовых деревьев, именно, — они полагали, что последние, отсасывая воду, тем самым уменьшают приток влаги к вершине, и последняя, поэтому, должна стать суховершинной. Но это объяснение едва ли правильно, так как, с одной стороны, наблюдается суховершинность и при отсутствии водяных побегов как у дуба, так и у других пород, а с другой стороны, при наличии водяных побегов деревья иногда остаются со здоровыми вершинами.

Другие полагали, что причиной суховершинности является буйный травяной покров, который действительно появляется через год или через два на дубовых вырубках, как на местах с относительно плодородной почвой; этот травяной покров, испаряя влагу, тем самым является сильным конкурентом в этом отношении для отдельно стоящих дерев, но и это объяснение, быть может и имеющее некоторое значение, для некоторых случаев, неприменимо, однако, как объяснение общее, так как суховершинность наблюдается и в тех случаях, когда такой буйной травы не появляется. Мы уже знаем, что на таких сплошных рубках запасы воды в почве и грунте должны не уменьшиться, а наоборот — увеличиться, и потому может казаться на первый взгляд странным несомненно верное объяснение суховершинности, сводящее все дело к недостатку влаги. Но как же объяснить себе этот феномен, когда знаем, что лес сушит грунт и что на свободном от леса пространстве влаги в грунте бывает больше?

Дело объясняется просто: с выставлением на простор увеличиваются все испаряющие факторы — и инсоляция, и доступ ветра, и прочее; эта внешняя обстановка требует от дерева большего физиологического испарения и, несмотря на то, что влаги в области грунта теперь будет больше, дерево не всегда в состоянии исполнить требование внешней среды. Это происходит потому, что на первых порах и размеры корневой системы, и число ее сосущих частей, и количество сосудов или трахеид, по которым проходит влага от основания дерева до вершины, остаются почти в том числе, в каком они были до выставления на простор; лишь мало-по-малу, с увеличением годичных колец, увеличивается и число сосудов и, таким образом, усиливается водопроводимость ствола. Исследования Роберта Гартига показали, что

число сосудов у свободно стоящего дуба на единице поперечного сечения ствола не только больше потому, что годичное кольцо у такого дерева шире, чем у дерева в лесу, но и относительно больше по той причине, что каждая единица поверхности широкого годичного кольца гуще покрыта сосудами, чем у дерева в лесу. Первые годы по выставлении на простор происходит процесс переболевания дерева и, в силу сказанного выше, усыхание вершины, но, переболев, приспособившись к новым условиям жизни, дерево вновь становится здоровым, вновь восстанавливается гармония между его строением и условиями внешней среды, болезнь проходит, и дерево начинает жить новой жизнью, давая усиленный прирост, развивая сильно крону и корневую систему. Но, конечно, не всегда проходят эти годы переболевания так относительно благополучно: иногда такие деревья окончательно засыхают или сами по себе или под влиянием нападения на них короедов и других насекомых, пользующихся выгодными для них условиями ослабления жизненной стойкости дерева.

Все указанные явления можно отнести к явлениям приспособления организма к окружающей его среде. Сюда же относятся и те случаи, когда внезапное выставление на простор подроста, находившегося под пологом насаждения, заставляет его тоже болеть или даже преждевременно отмирать. Народ хорошо отметил явление засыхания елового подроста при его внезапном выставлении на простор таким образом выражением: подрост, мол, пугается. На самом деле, хвоя ели этого подроста, родившаяся в условиях большой тени, построена по теневыносливому типу и потому неспособна работать на сильном свету; кроме того, она, обладая более тонкой кутикулой и эпидермисом, не в состоянии защитить свои органы от излишнего испарения, и, действительно, хвоя на просторе очень часто у такого подроста желтеет и опадает; в ближайшие годы такое дерево, если не вся хвоя у него отпала, постепенно заменяет старую хвою новой, которая, залагаясь на свету, обнаруживает иное анатомическое строение и является приспособленной к новой окружающей среде. Когда такой подрост переболеет, т.е. приспособится к новым условиям жизни, тогда он начинает усиленно трогаться в рост, и мы говорим о нем, как о подросте благонадежном, как о подросте оправившемся. Степень прежнего угнетения подроста является решающим моментом того, оправится он или нет, точно также, как и степень внезапности выставления его на простор. Само собой разумеется, что решающую роль в этом играет также и порода, степень ее пластичности, и климат, и почва; чем благоприятнее последние для данной породы, тем подрост выносливее, тем он легче оправляется, и наоборот. Новые условия простора вызывают, как нам отчасти стало известным, и резкие перемены то в составе живого покрова, то даже в составе будущего лесного поколения; вместо тенелюбов, растущих под пологом леса, поселяются светолюбивые травы и такие древесные породы, которые не боятся ни инсоляции, ни излучения, ни конкуренции буйной травяной растительности, как-то: береза или осина. Происходят иногда так называемая смена покрова и смена пород, как результат приспособления других организмов к новым изменившимся условиям жизни.

На особенностях внутренней среды леса и на ее экологическом значении я с удовольствием останавливаюсь несколько дольше, в виду того важного значения, какое придаю как этой главе, так и всему отделу, имеющему в виду разъяснить биосоциальную природу лесных сообществ. Как этот отдел, так и следующий за ним, имеющий в виду научное освещение факторов лесообразования, как я уже упоминал, имеет для нас первостепенное значение, как фундамент для всей остальной постройки лесоведения. Далее мы будем

изучать законы роста леса, его возобновление и распространение, а также метаморфоз лесных сообществ или так называемую смену пород и, наконец, систематику или так называемую типологию леса, где, однако, изучение различных форм или типов леса будет тесно связано с исследованием их свойств, с изучением их отпавлений. И вот весь этот громадный отдел — от роста леса до систематики включительно — не может быть понят без основательного изучения биосоциальной природы леса и факторов лесообразования. После этого краткого отступления позвольте вернуться к нашей основной теме.

Мы уже упоминали, что внутренняя среда леса устраняет светолюбивую растительность, защищает самосев от излучения и лишней инсоляции; теперь в дополнение нам нужно найти ответ к такому вопросу: может ли подрост под пологом испытывать недостаток влаги и даже погибнуть от этого? Прежде чем ответить на этот вопрос, обратимся к другому случаю, когда самосев появился возле леса где-нибудь на открытом месте; предположим затем, что он не страдает от заморозков, и обратим наше внимание на его отношение к влаге. Влаг в почве и грунте открытого места, как мы уже видели, будет больше, чем под пологом леса, и с этой точки зрения подрост на подобном месте без сомнения лучше обеспечен влагой; но, во-первых, для него тут может явиться конкурентом травянистый покров, буйно развивающийся в подобных местах; во-вторых, здесь сильно развиваются испаряющие факторы, т.-е. тут дает себя знать ветер, наличествует большая сухость воздуха, и поэтому сама почва, помимо покрывающей ее растительности, здесь сильнее испаряет влагу. И вот, несмотря на большее богатство водою подобных открытых мест, подрост в подобных случаях очень часто, особенно в сухих областях и на сухих почвах, как показали наблюдения и опыты, отмирает вследствие засухи, как в одиночном стоянии, так и в группах, при том без какого-либо следа повреждения его растительными или животными паразитами и без каких-либо помех в почве, вроде твердых прослоек ортштейна. В данном случае происходит усыхание подроста от нарушения баланса влаги — оттого, что расход превышает приход, оттого, что растение, несмотря на наличность влаги в почве, не в состоянии удовлетворить громадные запросы на влагу в силу развития на таких местах испаряющих факторов. Ранней весной на открытых местах могут засохнуть всходы еще от другой, но аналогичной причины: именно, могут быть дни с сильной инсоляцией на еще замершей почве, и тогда опять-таки влага не может поступить в растение в достаточном количестве, вследствие чего самосев гибнет. Посмотрим теперь, как обстоят дела с отношением подроста к влаге под пологом леса. Здесь прежде всего редко бывает замерзшая почва, а если таковая и бывает зимою, то к весне под влиянием снежного покрова она оттаивает, но если бы даже и этого не произошло, то замерзшие слои здесь не представляют той опасности, какой они являются на открытом месте, так как самосев под пологом сильно защищен от инсоляции и, кроме того, все испаряющие факторы под пологом леса сильно ослаблены. Теперь посмотрим, как дело обстоит в течение вегетационного периода. Многие полагают, что подрост под пологом леса гарантирован от засухи; но это не так, — и здесь, как и на открытом месте, он может отмирать от недостатка влаги, но только по другой причине. Здесь, правда, нет сильно испаряющих факторов, но зато в самой почве и грунте леса меньше влаги, и по мере развития дождливого периода и по мере того, как мы будем передвигаться к концу вегетационного периода, влаги, под влиянием конкуренции материнских корней, будет становиться все меньше и меньше, так что возможно, и на самом деле это бывает, что действительно в почве нарушится баланс влаги, но уже не под влиянием усиленного расхода, а в силу недостаточного количества воды

в почве и грунте. Такие явления, как мы увидим потом, часто наблюдались в сухих сосновых борах в засушливом климате нашей лесостепи.

Значение внутренней среды легко показать также на тех явлениях, которые происходят при внесении в состав лесного сообщества — или другой породы или подлеска. Остановимся на последнем случае и предположим, что мы внесли искусственно или что само собой под пологом другого леса возник еловый подлесок; мы будем иметь два случая: дубовый лес с обычным для него подлеском из лиственных пород и кустарников и такой же дубовый лес с еловым подлеском. Какая же разница будет в экологии или, в частности, в свойствах внутренней среды этих двух теперь уже разных лесных сообществ? Поселение ели прежде всего уменьшит приток осадков; вместо двадцати процентов, которые, вероятно, дубовый лес задерживал на своих кронах, молодой и густой ельник дополнительно задержит еще по крайней мере 40%, и уже от одного этого почва прежнего дубняка станет суше, и верхний ярус дуба уже от этой одной причины станет испытывать недостаток влаги. Затем поселившийся ельник понизит и приток тепла или среднюю температуру почвы, почва станет холоднее, что для дуба, как для породы теплолюбивой, совершенно некстати; в-третьих, ель начнет складывать свой мертвый покров и в связи с климатическими условиями, ею создаваемыми, она начнет мягкий дотолер перегной превращать в кислый гумус, в котором желуди плохо прорастают; в-четвертых, этот кислый перегной начнет усиленно выщелачивать почву, т.-е. иными словами — сильно обеднять ее основаниями, — и прежде всего перегнойные кислоты удалят известь, стоящую на страже выщелачивания почвы; обеднение же почвы опять-таки некстати для дуба, породы требовательной к зольным элементам почвы; в-пятых, еловый подлесок, в сильной степени поглощая солнечные лучи, в сильной мере погасит тот свет, который светолюбивый полог дуба пропустил сквозь себя, и в силу этого светолюбивые дубовые всходы не в состоянии будут прозябать в полумраке под пологом ели. Но еще раньше чем начнет плодоносить, верхний полог дуба, как показали лесоводственные опыты, наблюдения, исследования и сама практика, сам дубовый полог начнет страдать от перечисленных влияний елового подлеска, именно в нем начнут обнаруживаться такие болезненные явления, как усыхание вершин и падение прироста. Недаром в Германии сложилась такая поговорка, что ель для дуба — волк, а бук, наоборот, — нянька дуба или мамка его: дело в том, что буковый подлесок под дубовым лесом не обнаруживает тех зловредных влияний, какие свойственны ели, в особенности, на почвах сухих и бедных. Ель и дуб — породы двух разных ботанико-географических областей, и при смешении их происходит между ними та естественная борьба, какую мы можем наблюдать в пограничных районах *Quercetum'a* и *Picetum'a*.

Мы упоминали уже о законе естественного изреживания насаждений; по мере хода изреживания от молодняка (чащи) до возраста спелости изменяется и внутренняя среда насаждения; изреживаясь, насаждения становятся более доступными осадкам и лучистой энергии; по мере же увеличения тепла и света кислый перегной приобретает более мягкий характер, улучшаются физические свойства почвы, благодаря большему доступу осадков, с одной стороны, и уменьшению числа деревьев, с другой; по мере изреживания насаждения увеличивается и влажность почвы и грунта. И вот как раз ко времени наступления возмужалости насаждения, когда оно начинает приносить обильно семена, и условия для их прорастания, в особенности, для дальнейшего прозябания всходов, становятся лучше, т.-е. самосев спелых насаждений, благодаря изменившейся внутренней среде, хотя и будет испытывать конкуренцию со стороны материнских организмов, но в меньшей степени, чем если он появился в возрасте жердняка или в возрасте приспевающего.

Тем не менее и в возрасте спелости конкуренция будет еще так велика, что на самосеве скоро скажется гнет материнского насаждения, и мы будем получать формы угнетенного подростка. В окнах, в небольших прогалинах, вдоль опушек условия внутренней среды будут более благоприятны, и потому там и количество и качество самосева и подростка будут иные.

Не касаясь роли леса, как климатического фактора в отношении влияния леса на ближние и дальние окрестности, мы еще раз на минутку остановимся на нем, как одном из факторов климата, ограничивая, однако, его роль только тем пространством, которое находится под его пологом. Из всего вышеизложенного мы можем свести указанную его роль к следующим пунктам: лес под своим пологом делает климат суше в отношении количества осадков, но вместе с тем под своими кронами делает воздух влажнее и холоднее, здесь же он создает более спокойную атмосферу и сокращает вегетационный период; вместе с тем лес уменьшает под своею сенью доступ света и уменьшает амплитуды температуры. Все сказанное не дает возможности определить климат под пологом леса каким-либо определенным термином, имеющимся в климатологии; уменьшение количества осадков делает климат суше, переносит как бы данное пространство в более сухой климат, но большая влажность и меньшие амплитуды температуры переносят данное место в более влажный и морской климат; таким образом, в конце концов климат под пологом леса имеет свой самобытный характер или, точнее, таковым обладают те отклонения от климата данной местности, которые вызываются способностью леса претворять занятую им среду.

Теперь в таких же кратких словах нам остается охарактеризовать роль леса, как почвообразователя. В этом отношении надо прежде всего указать на те три существенных момента, которые определяют его роль, как почвенного фактора. Это, во-первых, сама совокупность деревьев с ее пологом наверху, с корневой системой внизу и со своей физиологической деятельностью, во-вторых, подстилка и процессы ее разложения и, в-третьих, те метеорологические условия, какие создаются под сенью леса. Лес прежде всего изменяет режим почвенной влаги; как он это делает, мы уже видели и потому останавливаться на этом не будем; во-вторых, он изменяет тепловой режим занятой почвы, — она становится, как мы видели, в среднем холоднее, и амплитуды температуры ее уменьшаются; в-третьих, лес, обедняя своей корневой системой слои грунта в отношении зольных веществ, обогащает ими самые верхние горизонты почвы; в-четвертых, он, благодаря кислому выветриванию, более или менее сильно способствует выщелачиванию почвы, давая место проявлению так называемого подзолообразовательного процесса; по мере развития этого процесса происходят не только химические изменения, но и меняются физические свойства, а также структура почвы; в-шестых, наконец, всякий лес способствует сохранению земной поверхности от процессов развевания, сноса и смыва.

Можем ли мы лес рассматривать, как средство накопления и сбережения влаги? Для ответа на этот вопрос необходимо прежде всего принять во внимание такое расчленение: надо различать лесные массивы, с одной стороны, куртины, полосы и ленты леса, с другой; гидрологическая роль первых резко отличается от таковой же вторых. Лесные массивы, во всяком случае, не являются ни накопителями, ни сберегателями почвенной и грунтовой влаги, и если леса имеют определенное положительное влияние или на источники, или на режим рек, то происходит это от другой причины — от способности леса держать как бы под прикрытием земную поверхность. Другое дело — отдельные куртины и полосы леса, которые, собирая, благодаря понизовкам, в своих недрах большие снежные скопления и благодаря

относительно малому расходу влаги, могут при определенных условиях как рельефа, так и их собственной конструкции иметь положительное гидрологическое влияние на окрестности, защищая их от ветра, препятствуя сносу снега, способствуя более равномерному его залеганию и т. п.

В виде заключительного аккорда к этой главе я снова напомню о сложности и связанности всех явлений жизни; мы видели, что по мере изреживания насаждения с большим доступом света неразрывно связан и больший приток тепла, а вместе с тем и больший доступ осадков; в свою очередь, эти факторы отражаются на изменении характера или типа подстилки, а это обстоятельство, в свою очередь имеет определенные полезные воздействия на почву; с другой стороны, все это происходит, благодаря уменьшению числа стволов, следовательно уменьшению конкуренции, что, в свою очередь, увеличивает влажность почвы, и т. д. и т. д. Вот перед нами первый ряд взаимозависимостей, первый ряд связей; но затем мы видели, что эти коллективные влияния полага имеют и свои плюсы и свои минусы для жизни, ну хотя бы подроста, т.-е. под пологом мы наблюдаем и явления защитного и покровительственного характера и явления иного порядка, характера конкуренции или соперничества, и опять-таки эти два рода явлений друг от друга неотделимы, они связаны друг с другом, хотя, правда, можно регулировать эти соотношения, можно путем прореживания леса ослабить факторы конкуренции, но изъять их из обращения все-таки нельзя, они всегда будут налицо вместе с факторами защитного характера и всегда будут неотделимы друг от друга, как две стороны медали.

Вот второй ряд связанностей, который не стоит как-либо особняком, а всегда находится во взаимоотношении с первым рядом; здесь мы собственно констатировали отражение на растениях, живущих сообществах, связанных явлений первого ряда. Теперь, если обратиться к третьему ряду, именно к факторам лесообразования или, в частности, к факторам образования внутренней среды, то это будут, как мы знаем уже, внутренние свойства пород, географическая среда и сами социальные условия, т.-е. будет ли насаждение простое или сложное, густое или редкое, чистое или смешанное и т. д. Эти три рода факторов, как мы увидим в следующем отделе, опять-таки взаимно связаны друг с другом и, вместе с тем, они образуют ту или иную внутреннюю среду. Таким образом, мы видим как бы три ряда явлений, в каждом из которых отдельные явления, как звенья одной цепи, связаны друг с другом, а вместе с тем, все эти три ряда или три цепи связаны, в свою очередь, друг с другом. Таким образом, мне хотелось лишний раз показать всю сложную ткань жизни, всю сложную ткань внутреннего жизненного механизма леса и тем противодействовать всяким односторонним направлениям, которые, избрав тот или иной факт, стараются все явления привести к нему и все объяснить, исходя из него. Живая сложная жизнь обычно, однако, не поддается ни дотринерству, ни догматизму, и тот, кто хочет не только понять ее, но и овладеть ею, влиять на нее, регулировать ее проявления, тот не должен терять чувства действительности, не должен терять из виду сложность, многогранность, взаимную обусловленность и связанность жизненных явлений.

Мы в дальнейшем изложении, когда остановимся на свойствах чистых и смешанных, простых и сложных, одновозрастных и разновозрастных лесных сообществ, когда приступим к ознакомлению еще с некоторыми особенностями роста леса, его возобновления, его динамики и смены пород, а также с типами насаждений, то будем иметь бездну случаев иллюстрировать важность вышесказанного в ряде конкретных примеров.

V.

О росте насаждений в связи с явлением борьбы за существование между деревьями.

Имея в виду остановиться в дальше предстоящих главах на таких природных свойствах леса, как его пластичность, его способность лепиться в разнообразные формы в зависимости от внешних условий в связи с внутренними биологическими свойствами составляющих его элементов и под влиянием человека, обратимся предварительно к некоторым деталям, относящимся к другому свойству леса, образующему другую коренную черту его биологической физиономии — к борьбе за существование, которая, как закон жизни, царит в лесу. Вполне уместно поставить такой вопрос: в чем же она выражается или в чем она должна выражаться для того, чтобы это образное выражение не было звуком пустым, а отвечало бы действительному ходу вещей. Мне кажется, что на этот вопрос дает превосходный ответ наш известный лесовод Я. С. Медведев. Если какой-нибудь орган дерева или все деревцо погибает под влиянием заморозка, молнии, ветра и т. п. неблагоприятных влияний среды, то такие явления представляют собою проявление борьбы растений с внешней природой; но тогда, когда такая же потеря частей или всего деревца есть результат отенения (т. е. недостатка света) соседним более мощно развитым организмом или есть результат недостатка влаги, отнятой более сильным соседом, то это — борьба за существование деревьев друг с другом. На какой-нибудь единице площади помещается определенное число растений известного возраста; с увеличением последнего будут увеличиваться и размеры отдельных деревьев, а стало быть и их потребности; вначале изолированные организмы, постепенно разрастаясь, придут в соприкосновение друг с другом как в кронах, так и в корневых системах. С этого момента мы будем наблюдать следующие явления: размеры и потребности деревьев будут увеличиваться, а площадь останется без изменения; вширь раздаваться им можно только лишь до известного предела, а потому при завоевании пространства им остается расти вниз и вверх; вниз до меньшего предела, вверх, — до большего. В таком положении приобретает большое значение быстрота роста стволов, а также, по всей вероятности, и корневой системы; когда насаждение сомкнется, т. е. в момент, когда оно образует сообщество — оно однородно, так как различная индивидуальная сила роста у одного и того же вида, у одного и того же экземпляра не успела еще проявить себя в социальном отношении.

Если бы деревья были изолированными растениями, то индивидуальная сила роста, полученная по наследству от материнского организма и различная у разных индивидуумов, никаких особенно заметных последствий за собою не повлекла бы; но при совместном росте, когда в борьбе из-за пространства можно его использовать только вверх и вниз, а затем уже, после победы над соседом — и в сторону, различная индивидуальная сила роста приобретает коренное значение, являясь первым и самым сильным моментом в расслоении первоначально однородного сообщества и могучим фактором в борьбе за существование деревьев друг с другом.

Те деревца, которые наделены большей индивидуальной силой роста, перерастают своих соседей и тем самым становятся в лучшие условия для использования тепла и света, и тем самым в то же время создают неблагоприятные условия для перегнанных ими в росте и отененных ими соседей. Отставшие экземпляры принуждены довольствоваться меньшим количеством света, что, в свою очередь, будет плохо отражаться на развитии других питающих органов корневой системы, а последняя, все хуже и хуже разви-

ваясь, не может, конечно, содействовать энергичному развитию кроны и, таким образом, устанавливается круг, который будет все более и более ухудшать питание и обессиливать отставшее деревцо. Эта борьба, как это давно отмечено и доказано в лесоводстве, не проходит бесследно и для победителей; последние на свободе, вне конкуренции других, несомненно развились бы лучше, как это доказывают те опыты в лесоводстве с прореживаниями, когда ограничиваются удалением одних только угнетенных классов, т.-е. побежденных в борьбе за существование, и тем не менее получают более или менее сильный прирост в господствующих классах. По мере хода борьбы положение господствующих будет улучшаться, положение отставших, наоборот, ухудшаться; последние, все хуже и хуже развиваясь, попадут в разряд угнетенных или заглушенных, т.-е. очутятся под общим пологом, где прозябанию их поставлены различные границы, в зависимости от климатических особенностей местности и степени теневыносливости породы. Все весьма многочисленные исследования по этому предмету в лесоводстве, все без исключения так называемые опытные таблицы, отрывки из которых были приведены в начале книги, в главе II на стр. 22, 23, 24 неоспоримо доказывают факт наличия борьбы за существование и факт его постоянства до самого высокого возраста.

На основании данных, имеющихся в опытных таблицах, можно показать, как велик бывает объем пространства или площадь земной поверхности (Standraum), занятой одним деревцом в различные возрасты насаждения. Для ели, например, мы имели следующие данные:

Возраст.	Число деревец.	Площадь поверхности, приходящаяся на долю одного деревца в кв. метрах.	% угнетен- ных.
20 лет.	23.162 шт.	0,43 кв. м.	49
40 »	3.123 »	3,20 » »	42
60 »	1.509 »	6,50 » »	32
80 »	971 »	10,30 » »	21
100 »	700 »	14,10 » »	11
120 »	596 »	16,90 » »	4

На роль индивидуальной силы роста было уже отчасти указано выше; по всей вероятности, по мере большего изучения этого процесса в лесу, на который Дарвин почти не обратил внимания, но который с точки зрения дарвинизма обещает принести обильные плоды, будет больше разъяснена и роль индивидуальности растений в борьбе их друг с другом не только в отношении быстроты роста, но и других жизненных свойств, определяющих социальную жизнь растений. Точно также и борьба деревец друг с другом ведется не только из-за света, а и из-за почвенной пищи; но последние моменты меньше вскрыты и разъяснены. Вне всякого сомнения также, что в ходе борьбы за существование играет роль не одна только индивидуальная сила роста, но и случайные причины, благодаря которым могут погибнуть господствующие экземпляры и дать место таким образом угнетенным, которые, как показывает опыт, могут постепенно оправиться. Нет сомнения также, что значение в этом ходе борьбы за существование может иметь неполная однородность почвенной среды, хотя бы она и казалась однородной во всей своей толще, но так как индивидуальная сила роста может быть наблюдаема и в условиях совершенно одинаковых, как это проверено при опытах в искусственных средах, то она является началом более общим и первичным, а потому и первостепенным по сравнению с второстепенными, наслаивающимися, несколько лишь видоизменяющими основную картину влияниями, неоднородностей среды и разного рода случайностей.

То обстоятельство, что угнетенные деревья при известных условиях, при устранении господствующих, могут оправляться, не может, как думает Борггреве, быть аргументом против индивидуальной силы роста. Угнетенные деревья — не абсолютно худшие деревья, а лишь относительно менее приспособленные к жизненной обстановке данного места при наличии борьбы за существование; наличие угнетенных классов не доказывает, что эти деревья или эти породы, в случае состязания нескольких видов между собою, нежизнеспособны вообще; нет, они могут жить в изолированном состоянии, в парках, садах, при устранении борьбы за существование с другими более сильными особями, наделенными в большей мере теми ценными качествами, которые необходимы в борьбе древесных растений друг с другом и которые, кстати замечу, и выработались не только под влиянием местного климата и почвы, но под непосредственным влиянием борьбы за существование; орудия для борьбы, иначе говоря, точились и вытачивались в самой борьбе друг с другом; среда влияла, как увидим ниже, на борьбу, но и борьба углубляла и усиливала значение условий местопроизрастания. Угнетенные деревья — относительно нежизнеспособный элемент только в лесу, представленном самому себе; если же устранить искусственно, как это иногда и делается, господствующие элементы, как, например, при прореживании по способу Борггреве, то такие деревья могут оправиться, пойти в рост, возмужать и благополучно создать потомство; частью ^{они} представляют собою в лесу как бы резервный фонд на случай, когда какая-нибудь случайность уничтожит в том или другом месте господствующий экземпляр, — освободившееся пространство займет «кандидат на угнетение» (III класс, по Крафту), а за отсутствием его и сильно заглушенный экземпляр, если он не вполне еще потерял способность оправляться, или, если перемена не наступает слишком внезапно; но обычно угнетенные деревья обречены на вымирание и на бесплодие, как на это было уже обращено внимание в начале книги, в главе «Плодоношение разных классов господства. Естественный отбор», о чем еще будет подробно говориться в следующей главе. Благодаря именно обстоятельству, что угнетенные классы обречены на бесплодие, — в возрасте возмужалости каждого насаждения плодоносят преимущественно господствующие экземпляры — победители в жизненной борьбе, а не побежденные, т.е. в отношении размножения заявляют о себе наиболее приспособленные ко всей обстановке, создаваемой в каждом данном месте лесом, а не менее приспособленные. Борьба за существование, о которой идет речь, которая постоянно составляет коренную черту леса и которая великолепно доказана лесоводством, приобретает значение дарвиновского естественного отбора. Закон естественного отбора в лесу царит так же, как и во всем биологическом мире.

Установив факт наличия борьбы за существование, следует обратиться к изучению той закономерности, которая давно подмечена в ходе борьбы за существование в лесоводстве; вкратце я уже ее коснулся в начале нашего курса; сравнивая опытные таблицы разных пород, мы можем убедиться, что в насаждениях одной породы убыль числа стволов с возрастом идет быстрее, у других — медленнее.

Ниже я сопоставлю в одной таблице соответствующие данные для 3-х пород: пихты, ели и сосны в различные возрасты.

Число стволов на 1 гектаре:

Возрасты.	20 л.	40 л.	60 л.	80 л.	100 л.	120 л.
Пихта	13.250	3.053	1.347	816	569	440
Ель	6.720	2.380	1.170	755	555	465
Сосна	4.240	1.740	820	545	448	385

Из только что приведенной таблицы, как из всех таблиц, опубликованных до сего времени, мы усматриваем таковую закономерность: процесс убыли, будучи неодинаковым у разных пород, находится в прямой зависимости от степени теневыносливости данного растительного вида; пихта теневыносливее ели, ель теневыносливее сосны и в связи с этим большую густоту населения в любой возрастной момент мы наблюдаем у пихты, затем у ели и, наконец, у сосны. Чем теневыносливее порода, тем в каждый данный момент плотнее может быть население; количество выпадающих из строя, т.-е. отмирание угнетенных, в сем случае идет меньшим темпом, чем у светолюбивых, потому что заглушенные деревья долго в состоянии влечь жизнь при недостатке света. Влияние указанной биологической особенности можно характеризовать следующими данными: в 50-летнем насаждении средняя площадь, занимаемая каждым индивидуумом, равняется:

У сосны	7,3 кв. м. = 100
» ели	6,4 » = 87
» бука	5,8 » = 79
» пихты	4,6 » = 63

то-есть теневыносливые породы требуют 50 — 75% того пространства, которое необходимо для светолюбивых.

Ш у б е р г показал, что если число стволов бука в любом возрасте принять за 100, то число стволов у других пород выразится следующими величинами:

	31—60 л.	61—90 л.	91—120 л.	Средн.
Пихта	120	142	103	125
Бук	100	100	100	100
Ель	80	107	83	88
Сосна	72	81	71	77

Нужно еще добавить, что у светолюбивых пород раньше наступает сомкнутость, и помимо более быстрого темпа раньше начинается выдел угнетенных классов.

Такие примеры можно было бы увеличить во много раз, но в виду недостатка места ограничусь приведенными.

Вторая закономерность ясно видна из следующих сопоставлений.

Число стволов по возрастам и бонитетам:

С о с н а.

Лета:	20	40	60	80	100	120
I бонитет	4.200	1.740	820	545	448	385
III »	6.500	3.070	1.490	870	638	512
V »	—	5.640	2.880	1.600	1.070	—

Е л ь.

Лета:	20	40	60	80	100	120
I бонитет	6.720	2.380	1.170	755	555	465
III »	—	6.030	2.640	1.300	805	635
V »	—	11.000	4.495	2.070	1.200	—

П и х т а.

Лета:	20	40	60	80	100	120
I бонитет	13.250	3.053	1.347	816	569	440
III »	—	5.080	2.066	1.135	750	559
V »	—	8.865	3.740	1.920	1.193	851

И сколько бы мы таких данных ни приводили, все они убеждают нас в том, что чем лучше условия почвы и грунта, тем энергичнее идет борьба за существование, тем меньшее число деревьев или меньшую плотность насе-

ления мы наблюдаем в каждый возрастной момент, при чем это справедливо по отношению к любой породе в любом климате. Это, казалось бы, на первый взгляд странное явление при ближайшем рассмотрении представляется совершенно естественным; чем лучше почвенная среда, тем богаче развивается каждая отдельная особь, тем раньше наступает сомкнутость, раньше деревья почувствуют взаимное стеснение друг другом и раньше начнется выделение угнетенных классов и борьба между ними.

В таком же положении находится вопрос и о влиянии климата на ход борьбы за существование: чем благоприятнее климат данной породы, тем большей производительностью характеризуется ее насаждение, но тем и раньше начинается и быстрее происходит борьба за существование. Для иллюстрации приведу следующие примеры из наблюдений над сосною русского исследователя графа В а р г а с а - д е - Б е д е м а р а в Ленинградской и Самарской губерниях.

Число стволов господствующего насаждения:

Лета:	20	40	60	80	100	120
Ленинградская губ. .	5.060	2.800	1.300	750	580	490
Самарская » .	3.230	1.500	850	610	540	—

Такие же данные для березы:

Ленинградская губ. .	5.160	1.830	850	590	520	—
Самарская » .	2.850	1.120	540	380	—	—

В таком же роде и влияние высоты над уровнем моря. Ш у б е р г, разделив всю изученную им в Бадене область буковых лесов на 3 пояса — 1) до высоты 400 м. над уровнем моря, 2) от 401 до 800 м. и 3) от 801 — 1.200 м., — получил среднее число деревьев на 1 гектар для возраста от 31 до 120 лет, II бонитета, в первом случае (для первого пояса) 1.291, для 2-го пояса 1.510, для 3-го пояса 2.800, или, принимая первое число за 100, получим соотношение между числом стволов в 3-х поясах, равное — 100 : 126 : 244.

Следующим моментом, определяющим закономерный ход борьбы за существование, является возраст насаждения. Оказывается, что в сосновых насаждениях I бонитета Ленинградской губ., по данным гр. В а р г а с а - д е - Б е д е м а р а, выделяется за 60 лет, в возрасте от 20 до 80 лет — 4.310 деревьев, а в возрасте от 80 — 140 лет — только 310.

Мы видим, что с возрастом борьба затихает, и число деревьев, переходящих из господствующих в угнетенные, все уменьшается. Если мы бы стали проследивать быстроту этого процесса, то могли бы убедиться из всех табличных данных, что в общем более быстрая убыль приурочена к более молодому возрасту 20 — 40 — 60 лет в зависимости от породы, климата и почвы, она медленнее происходит после указанного возраста. Дальнейший анализ этого явления показал бы нам связь этого явления с другим, именно с наступлением большого периода роста, с кульминацией прироста в высоту. Не только исследования физиологов над ростом клеток, органов, тканей, но и лесоводственные наблюдения над приростом, хотя бы в форме тех опытных таблиц, о которых все время идет речь, превосходно показывают наличие закона большого периода роста. У так называемых быстрорастущих древесных пород этот период наступает весьма рано, у медленнорастущих — позже, у светолюбивых — раньше, чем у теневыносливых, на лучших почвах и в более благоприятном климате — раньше, чем в противоположных условиях, хотя абсолютная величина в первом случае будет больше, во втором меньше. Теперь приведу доказательства сказанного, а затем остановлюсь на значении этого явления. (См. следующую таблицу).

Текущий прирост в высоту в метрах в возрасте:

Лета.	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120
С О С Н А.																			
I бон . .	0.37	0.43	0.44	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39	0.39	0.37	0.35	0.34	0.33	—	—	—	—
III » . .	0.17	0.23	0.27	0.30	0.31	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	—	—	—	—
V » . .	0.07	0.08	0.10	0.13	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	—	—	—	—
Е Л Ь.																			
I бон . .	0.23	0.27	0.30	0.33	0.36	0.38	0.39	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	—	—	—	—
III » . .	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	—	—	—	—
V » . .	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	—	—	—	—
П И Х Т А.																			
I бон . .	0.07	0.07	0.09	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.26	0.27	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.28	0.27
III » . .	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20
Б У К.																			
I бон . .	0.16	0.21	0.25	0.30	0.33	0.35	0.37	0.38	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.28	0.27
III » . .	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21
V » . .	—	—	—	—	—	0.11	0.14	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15

С законом большого периода роста, с кульминацией прироста в высоту совпадает момент энергичного выделения угнетенных классов; таким образом, определенное явление, характеризующее общественную жизнь деревьев, в своем ходе подчиняется глубоко скрытым в протоплазме особенностям последней, так как закон большого периода роста не в своих колебаниях и изменениях внешних условий, а в самом существе своем глубоко коренится в неизвестных свойствах живого вещества.

С ходом борьбы за существование тесно связан целый ряд явлений в жизни леса. Благодаря тесноте, деревья, стоящие в лесу, вырастают выше, и приобретают характерную форму — большую полнодревесность и малую сучковатость; деревья развиваются преимущественно в ствол и в меньшей степени развивается крона; благодаря борьбе за существование в лесу дей-

ствует закон естественного отбора, и происходит постепенное изреживание леса, а с этим процессом связаны многие явления: степень изменения обстановки под пологом, зарождение подлеска, появление подроста и т. д.

VI.

Возобновительный процесс в лесу.

Возобновительная способность леса складывается, как было уже сказано, из трех крупных явлений, следующих во времени друг за другом: 1) плодоношение деревьев, составляющих насаждение, 2) появление в ложе, приуроченном лесом, самосева и 3) превращение самосева в подрост. Каждое из этих явлений зависит, помимо вмешательства человека, от причин 3-х категорий: 1) биологических, внутренних свойств пород; 2) от внешних условий климата, почвы, погоды и т. д., и 3) от социальных условий, создаваемых самим лесом. Покажем теперь зависимость каждого из вышеупомянутых 3-х процессов от указанных моментов и обратимся прежде всего к плодоношению деревьев.

Древесные растения в состоянии, как известно, приносить семена лишь с известного возраста возмужалости, который наступает в различное время у разных пород, а у одной и той же породы — в зависимости от климата, почвенных условий и того обстоятельства, растет ли дерево в сообществе с другими или свободно. Возраст возмужалости раньше наступает у быстрорастущих и светолюбивых пород, позже у медленнорастущих и теневыносливых, что находится, несомненно, в связи с ходом нарастания дерева в высоту и по объему, с кульминацией прироста, так как возраст возмужалости всегда совпадает с началом падения прироста. Раньше наступает возраст возмужалости у березы, тополей, ив, затем у лиственницы, сосны, дуба, ели, пихты и бука. Порода в оптимуме своих климатических условий, как показал проф. М а й р (Maug), плодоносит раньше, больше и чаще, чем в менее благоприятных климатических условиях. Возраст возмужалости наступает, как показали наблюдения лесоводов, раньше у деревьев, растущих на свободе, чем в насаждении, лет на 10 — 15, даже на 20.

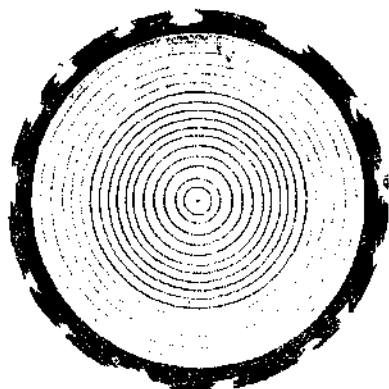
Производство семян требует значительного количества запасных веществ; Р. Г а р т и г показал, например, что обильное плодоношение у бука вызвало уменьшение годичного прироста в $1\frac{1}{2}$ — 2 раза, а отложение запасных веществ на зиму в 3 — 4 раза; вот почему совершенно понятна должна быть зависимость между плодоношением и приведенными выше условиями, сводящимися, в конце концов, к условиям питания; вот почему также понятна должна быть связь между семеношением и ходом прироста. В насаждениях у деревьев позже наступает возмужалость, благодаря худшему питанию и иному ходу роста, чем это свойственно свободно растущим деревьям; в частности, — благодаря меньшему развитию крон, более плохому развитию корневой системы, меньшему доступу света и тепла к кронам, более холодной и более сухой почве. Указанные обстоятельства, создаваемые насаждением, влияют не только на возраст возмужалости, повышая последний, но и на общее количество семян, которое дает та или иная порода. Исследования В. Д. О г и е в с к о г о показали, что выросшие в насаждении, а потом выставленные на простор сосновые деревья, так называемые семенники, приносят в 17 — 20 раз больше семян, чем одномерные с ними деревья насаждения (рис. 80); опушечные же экземпляры, по данным того же автора, занимают среднее место, что и само собою понятно, так как одной половиной они обращены к насаждению и, следовательно, принуждены испытывать все условия конкуренции, другой половиной, наоборот — к простору, где нет

Плодоношение сосны обыкновенной в Сибирском л-ве Черниговской губ.

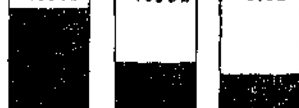
Стмелникъ 115 летъ.
Средній діаметръ—46 см. Средняя высота—29 метровъ.
Полнотный разръзъ стбала стмелника
на высотѣ 13 метра.

Дерево при насажденіи 101 л.
Насажденіе при соснѣ въ возрастѣ 103 летъ. На діаметръ
260 гр. Средній діаметръ—46 см. Средняя высота—29 метра.
Полнотный разръзъ стбала при насажденіи
на высотѣ 13 метра.

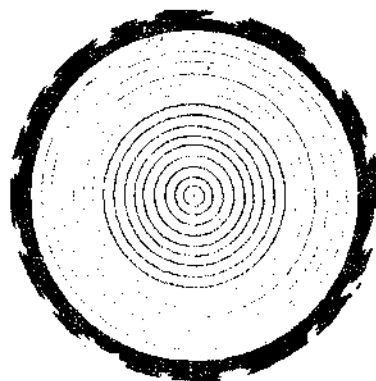
Всѣмъ по даннымъ В. В. Шибко:



Количество стмелн. стмелн. стмелн.
1891 л. 1898 л. 1899 л.



Количество стмелн. стмелн. стмелн.



Количество стмелн. стмелн. стмелн.
1891 л. 1898 л. 1899 л.



Количество стмелн. стмелн. стмелн.



соперничества других деревьев, где больше света и тепла, где их корням предоставлено больше места в почве, где крона их лучше развита, где, одним словом, условия питания лучше. Исследования В. Д. Огиевского показали, что у семенников большее количество мелких ветвей в кронах: на единицу площади сечения ствола приходится для первых 100 — 125 кгр., тогда как для деревьев в насаждении 70 — 100 кгр.; мало того, каждый кгр. таких мелких веток отличается большей семенной производительностью на просторе, чем в насаждении; в первом случае ветви несут от 5 — 12 шишек, во втором от 1 до 3-х. Но не все деревья, образующие насаждение, принимают одинаковое участие в плодonoшении; как показали исследования проф. А. Н. Соболева и А. В. Фомичева, в семенной год ели плодonoсят только — I, II и отчасти III классы по Крафту, так как ничтожнейший урожай IV класса не может быть принят во внимание, а V и совсем бесплоден. Ниже следует сводная таблица названных авторов:

Классы Крафта ¹⁾ :	I	II	III	IV	V
	$\frac{24}{8}$	$\frac{45}{27}$	$\frac{29}{28}$	$\frac{2}{17}$	$\frac{0}{20}$

Из нее авторы делают следующие выводы:

1) 98% всего плодonoшения в еловом насаждении приходится на долю господствующих в насаждениях деревьев, т.-е. трех первых классов; 2% дают деревья IV класса, а V класс совершенно не участвует в плодonoшении; 2) сравнивая между собою по участию в плодonoшении первые три класса, видим, что первое место (45%) принадлежит II классу, второе (29%) — III классу и третье (24%) — I классу; 3) указанная последовательность зависит не столько от числа деревьев каждого класса, сколько от степени плодonoшения каждого дерева насаждения; именно, если мы разделим урожайность каждого класса на соответственное число деревьев, то получим:

для I класса	24 : 8 = 3
» II »	45 : 27 = 2
» III »	29 : 28 = 1
» IV »	2 : 17 = $\frac{1}{8}$

Эти величины служат как бы показателем относительной урожайности дерева в каждом классе; мы видели, что дерево I класса приносит в 3 раза более, а дерево II класса в 2 раза более семян, чем дерево III класса, тогда как дерево IV класса — в 8 раз менее дерева III класса и в 24 раза — дерева I класса.

Как мы уже упоминали выше, эти различия находятся в зависимости от различных условий питания, в какие поставлены деревья разных классов.

Детальное исследование урожайности семян 1904 года в одном еловом насаждении Охтенской дачи Ленинградской губ. привело А. В. Фомичева к следующим выводам: 1) «если урожайность одного дерева I класса принять равной 100%, то урожайность деревьев остальных классов выразится следующими цифрами: II — 53,4%, III — 33,5%, IV — менее 0, 2% и V — 0%»; 2) «несмотря на свою значительно большую семенную производительность, деревья I класса Крафта все же не играют роли в плодonoшении всего исследованного насаждения и уступают свое место следующим двум классам. Это происходит потому, что число деревьев I класса очень незначительно (0,7%), и главный полог насаждения состоит из деревьев II (32,1%) и III (34,3%) классов Крафта. Оказывается, что 97,4% по весу от всего урожая семян

¹⁾ В числителе показана урожайность семян в процентах от общей урожайности, а в знаменателе — число семенных деревьев от общего количества их — тоже в процентах.

в исследованном насаждении приходится на долю II и III класса, 2,5% — на долю I класса и лишь около 0,1% на долю IV класса».

«Задавшись вопросом, какая часть кроны деревьев в насаждении обладает наибольшей семенной производительностью», А. В. Фомичев получил весьма любопытные данные о величине урожайности различных двухметровых секций, на которые он разделил всю крону и плодоношение которых он изучал отдельно. Оказывается, что только дерево I класса, имеющее почти совершенно свободную и равномерно развитую крону, плодоносило равномерно на протяжении 8 метров длины кроны, при чем, однако, на нижних 2-х метрах плодоношение было уже незначительное; первая или верхняя секция, находившаяся в особенно благоприятных условиях для плодоношения, дала 43,7% от всего урожая семян; вторая секция, находившаяся в условиях, одинаковых с первыми секциями крон деревьев II класса и составлявшая вместе с ними главный полог насаждения, дала — 22,8% всего плодоношения, третья секция — 25,5% и, наконец, четвертая, наиболее затененная — всего лишь 8%. У деревьев II и III класса, по исследованиям того же автора, плодоносит, главным образом, первая секция, дающая от 93 до 96% всего урожая и оставляющая на долю второй от 4 до 7%, лишь изредка больше (14%). Еще более сильно выражено отрицательное влияние на плодоношение угнетения кроны на деревьях IV класса, где шишки находились лишь в самых верхних частях первой секции, на второй — их совершенно не было. Итак, чем сильнее стеснена крона, тем меньшая часть ее способна плодоносить. По вычислениям А. В. Фомичева, для первой секции крон в среднем 1 кг. живого веса кроны приходится около 12,7 гр. семян, для второй секции — 1,22 гр., а для третьей — 0,70 гр. Мы видим данные, до некоторой степени аналогичные тем, какие были получены В. Д. Огиевским, сравнивавшим производительность кроны свободно стоящих деревьев с теми, которые растут в насаждении.

Итак, мы видим, что произрастание деревьев в сообществе друг с другом изменяет следующие элементы плодоношения древесных растений: во-первых, увеличивает возраст возмужалости, во-вторых, уменьшает плодоношение дерева в насаждении по сравнению со свободно растущим, в-третьих, создает большое разнообразие в семеношении деревьев одного насаждения, но разных классов Крафта, и в-четвертых, влечет за собою оставление потомства только господствующими, лучше развитыми, победившими в борьбе за существование деревьями. Влияние совместной жизни древесных деревьев в насаждении влияет на плодоношение еще в одном направлении, именно усиливая так называемую периодичность в наступлении семенных годов. «Несмотря на наступление возраста естественной зрелости, деревья приносят семена не каждый год; в некоторые годы, так называемые семенные, у деревьев данной породы замечается особенно сильное плодоношение». В промежутке между полными семенными годами деревья также могут приносить семена, но только в меньшем количестве, и тогда различают половинные, четвертные и пр. семенные годы на ряду с годами полного неурожая семян. Величина промежутка времени между семенными годами так же, как и другие элементы, характеризующие в своей совокупности плодоношение древесных растений, зависит как от породы, так и от тех условий климата, погоды, почвы, в какие поставлены насаждения. Если для плодоношения вообще необходима большая затрата со стороны растения энергии и питательных веществ, то в годы обильного урожая — или в семенные годы — это обстоятельство должно иметь особенное значение. В виду сказанного нет ничего удивительного, что частые семенные годы приурочены к благоприятным условиям роста в отношении климата, погоды и почвы: дуб, например, в Придунайских низменностях плодоносит почти ежегодно, в более теплых

частях Германии — через 5—6 лет, у нас в Воронежской губ., по наблюдениям Корнаковского, в среднем через 7 лет, а в более холодном поясе — в Тульских засеках, например, кажется, через 10 лет.

По данным проф. Шваппаха, средняя урожайность за 20 лет для отдельных пород колеблется от 15 до 45% от полного урожая; в порядке же последовательного уменьшения этой величины все породы распределяются следующим образом:

Береза	45%
Граб	42%
Ольха	40%
Сосна	38%
Ель	37%
Пихта европейская	34%
Ясень	33%
Дуб	17%
Бук	16%

Профессор А. Н. Соболев назвал эти цифры коэффициентами плодоношения. На основании их все исследованные породы можно разбить на 3 группы: в первую войдут наиболее часто плодоносящие, т.-е. дающие каждые два года количество семян, почти равное полному урожаю, т.-е. 100%, — сюда относятся береза и граб; ко второй группе относятся породы, дающие в 3 года столько семян, сколько бывает в 1 урожайный, — это: ольха, сосна, ель, пихта и ясень; наконец, в третью группу входят породы, наименее богатые семенами, — дуб и бук, у которых лишь в 6 лет получается количество семян, равное полному урожаю.

По данным проф. Вименауэра, средняя урожайность для 10-летнего промежутка времени и не для одной Пруссии, а для всей Германии, выражается следующими величинами:

Средняя урожайность семян в сотых долях полного урожая:

Бук	0.25
Дуб	0.29
Лиственница	0.31
Ильм	0.38
Сосна обыкновенная	0.39
Пихта европейская	0.39
Клен остролистный	0.44
Ель	0.45
Ясень	0.46
Ольха черная	0.50
Береза	0.54
Граб	0.54

Как и в данных проф. Шваппаха, так и здесь слабее плодоносит бук и дуб, а всего сильнее береза и граб.

У нас, по наблюдениям проф. Турского в окрестностях Москвы, урожайными годами для сосны были:

1882	обильный	1887	средний
1883	средний	1888	обильный
1884	обильный	1889	средний
1885	средний	1890	слабый
1886	слабый	1891	обильный
		1892	обильный

По данным того же автора, урожаи еловых семян в той же местности наблюдались в 1877, 83, 85 и 90 годах.

Плодоношение насаждений до недавнего времени изучалось чисто глазомерным путем. Организованные германскими лесными опытными станциями наблюдения над урожаем лесных пород носили анкетный характер, при чем

лесничие должны были отмечать степень урожая (полный, средний, слабый и неурожайный) глазомерно, не отмечая еще при этом сопутствующие условия; для перевода этих субъективных данных в цифровые данные проф. Шваппах принял полный урожай за 100, средний за 50, слабый за 25 и неурожай за 0, и, пользуясь обычной формулой для вывода средних величин, дал те цифровые выражения для урожайности разных пород, которые мы привели выше. То же самое сделал и Вимменауер, только он принял полный урожай за 1, средний за $\frac{2}{3}$, слабый $\frac{1}{3}$, а неурожай также приравнял 0. Лишь в 1881 году появилась работа Кинитца, который точно определил количество шишек и семян в одном сосновом насаждении, но так как работа эта стоит совершенно особняком, то совершенно справедливо проф. А. Н. Соболев видит начало эры изучения плодоношения в работах В. Д. Огиевского, который с 1895 г. начал систематически работать над вопросами плодоношения, применив объективный метод исследования.

Изучив, как влияет выставление сосны на ее плодоношение (некоторые из результатов этой работы мы приводили выше), В. Д. Огиевский обратился затем к определению того, как часты и как велики бывают урожаи сосновых семян и от каких условий зависит размер урожая. Для определения урожайности применялся точный учет шишек по модельным деревьям, которые выбираются из экземпляров III класса по Крафту; определялось число однолетних и двухлетних шишек; всего с 1895 г. было исследовано 550 деревьев в сосновых насаждениях в Черниговской и Орловской губерниях. Выводы были получены следующие: 1) урожайность семенников превосходит урожайность деревьев в насаждении в 4—6 раз (см. рис. 80); 2) средняя урожайность выражается следующей цифрой—900 двухлетних шишек на дереве III класса толщиной 12 вершков; 3) особенно урожайный год был—1897, самый неурожайный—1900, значительные урожаи были в 1901 и 1902 г.г. и, наконец, 4) «разница в урожайности отдельных годов зависит от количества осадков, выпадающих осенью и зимою перед образованием однолетних шишек: чем больше осадков выпадает с октября по февраль, тем более образуется в наступающем году однолетних шишек и тем более будет 2-х летних шишек через 2 года».

Последний вывод встретил в лесоводственной литературе верные критические замечания, которые заставляют сомневаться в правильности вывода, указывая на недостаток метода. Автор сопоставлял урожаи шишек за известные годы и сопоставлял их с одним каким-либо климатическим фактором, при чем с количеством осадков в определенный период времени исследователю удалось выяснить определенное соотношение, тогда как ни с количеством света, ни с температурными условиями и количеством урожая связи обнаружить не удалось. Развитие растений зависит, как известно, от света, теплоты и влаги, а раз это так, справедливо замечает В. И. Иванов, то метод сопоставления данных урожая с влияющими на него факторами должен быть совершенно иной. «Метод, выбранный автором, был бы верен лишь в том случае, если бы на плодоношение сосны влиял только один какой-либо из приведенных факторов: или свет, или теплота, или влага; если известное явление зависит от целого ряда причин, то влияние какой-либо одной из них может быть выяснено при сопоставлении таких явлений, которые были вызваны причинами, действующими на сравниваемые явления в одинаковых количествах, за исключением одной какой-либо причины; тогда можно предполагать, что различие сравниваемых явлений было обусловлено причиной, действующей в различных количествах». В данном случае, по мнению В. И. Иванова, для выяснения влияния осадков на урожай сосновых шишек автор должен был бы сравнивать урожаи шишек только за те годы, за которые и свет и теплота действовали бы в одинаковых количествах, количество же осадков было бы

разное, тогда только и можно было бы говорить о влиянии осадков на урожай сосновых шишек.

Последний вывод В. Д. Огиевского вызывает сомнение еще и потому что, пользуясь таким же методом, проф. Шварц пришел к совершенно противоположному выводу, показав, что количество осадков с мая по июль имеет решающее влияние на ход роста сосны в толщину. Одно из двух: или прав один, или прав другой, или, наконец, оба неправы, но без сомнения, что раз обильные осадки вызывают обильное плодоношение, то не могут они вызвать противоположное явление — обильный прирост; здесь, повидимому, причина скрывается не в осадках, а в более сложном сочетании метеорологических факторов, в одном соединении создающем благоприятные условия для обильного плодоношения, в другом своем соединении и иной последовательности создающем, наоборот, — благоприятные условия для усиленного прироста.

В. Д. Огиевский применил объективный метод для учета плодоношения, но выбрал не вполне удачно, в качестве представителя насаждения, III класс по Крафту. Исследования проф. А. Н. Соболева и А. В. Фомичева в методологическом отношении подвигают вопрос вперед, так как базируются на учете семян с модельных деревьев всех классов по Крафту; при чем для наиболее многочисленных классов, как II и III, которые объединяют деревья с весьма различными по развитию кронами, названные исследователи раздробили указанные классы еще на несколько частей, так что в конечном счете они получали от 7 до 10 групп деревьев, вершины которых, по глазомерному определению, были более или менее однородны. Расчленив, таким образом, все деревья какой-нибудь пробы на 7 — 10 групп однородных в семенном отношении, авторы брали, как они выражаются, семенные модели в количестве 10% от общего числа деревьев. Какой же запас семян находится в урожае еловых насаждений, которые изучали названные авторы? Оказывается, что в одном случае на 1 десятина насаждение дало 142.256 кгр., в другом 88.870, в третьем же случае из Охтенской дачи, при взятии насаждения 75 лет, 1,0 полноты, I бонитета и 1-й добротности — 98.944 кгр.; это количество семян заключалось в 133.544 шишках; число же семян, составлявших урожай, достигло 23.000.000, из которых всхожих оказалось около 16.000.000.

Совсем другой метод для изучения плодоношения был предложен проф. М. Н. Орловым и, независимо от него, лесничим Замараевым. Исходя из идеи дождемеров, названные исследователи предложили устраивать особые плоские, открытые сверху деревянные ящики квадратной формы. В семеномерах, высотой в 12 см., устроенных по системе проф. М. М. Орлова, в дне ящиков высверливается по 3 круглых отверстия, которые прикрываются жестяными ситами, служащими для дренирования этих аппаратов во время дождливой погоды; сверху ящики закрываются проволочной сеткой. Замараев устраивает ящики с боковыми стенками высотой в 3 вершка, с поверхностью в 1 кв. аршин с отверстиями для стока, с защитной сеткой сверху. Последнее время и В. Д. Огиевский счел удобным пользоваться такими семеномерами, но устроенными по другому типу, притом из жести, в виде особых воронок. Оттянутая часть воронки покоится в земле, и, служа для сбора упавших семян, тем самым предохраняет их от склевывания птицами, сноса ветром и т. п.

Наблюдений с помощью таких семеномеров опубликовано пока немного и они притом носят предварительный характер. Замараевым были поставлены 4 семеномера среди чистого 100 — 120 летнего елового насаждения: два под пологом леса, третий на опушке леса, а четвертый на сплошной лесосеке,

в расстоянии 10 саж. от одной стены леса и 20 — от другой. Опавшие семена выбирались каждый день, при чем велись некоторые метеорологические наблюдения; наблюдения были начаты 24 марта (1905 г.) и в период времени по 9 мая было в семеномерах насчитано следующее количество семян: в № 1 — 378, в № 2 — 323 или, в среднем, под пологом насаждения на 1 кв. аршин 350 штук; в № 3 (на опушке) — 272, а в № 4 (на лесосеке) только 38. По месяцам опавшие семена распределялись так:

№№	Март.	Апрель.	Май.
1	9	341	28
2	23	272	28
3	2	228	42
4	—	27	11

В семеномер на опушке, как мы видим, попало больше половины того количества, которое попало в приемники под пологом; это хорошо вяжется с ранее указанным фактором о большем плодоношении энергичных деревьев. Наибольшее количество семян выпало с 16 по 19 апреля, когда температура в 2 ч. дня поднималась до 21—22°; наибольшее количество семян выпало при южном, юго-западном и юго-восточном ветрах. Принимая в 1 ф. еловых семян 68.000 штук семян, З а м а р а е в находит, что урожай десятины исследованного насаждения равен 126 фунтам, тогда как принято высевать при сплошном посеве на 1 десятину от 18—35 фунтов. Мы можем сказать, что природа сеет полными руками.

Другое исследование опубликовано проф. И. И. Сурожем и относится к сосновым насаждениям дачи Руда, Люблинской губ. Всего было установлено 21 ящик, каждый в 1 кв. метр. Из этого исследования явствует, что указанная величина ящиков вполне достаточная, что семеномеры, поставленные в однородные условия, дают сравнимые результаты. В течение 4-х лет с 1902 по 1905 г.г. опало семян на 1 кв. м. для всех ящиков 292, при колебании по отдельным приемникам от 51 до 537. Оказывается, что в насаждении I класса возраста опало 51 семя, II класса — 268, IV класса — 442, VII класса — 496. Если количество семян, опавших во все ящики за 1905 год, принять за 1, говорит проф. Сурож, то для 1904 г. оно выразится 19, для 903 г. — 3, для 902 г. — 2 и для 901 г. — 2. Таким образом, продолжает тот же автор, за 5 лет учета имел место лишь так называемый один семенной год с плодоношением в общем в 6—18 раз большим сравнительно с другими годами данного пятилетия. Опад семян начался около половины апреля, продолжался в мае, захватывая даже июнь месяц, но массовый вылет, в количестве более 50% всего годового учета, обыкновенно, по Сурожу, приурочивается к сроку малой продолжительности—в 7—15 дней, при чем время наступления его находится, повидимому, в зависимости от высоты t° воздуха. При расчете, что в семенной год в среднем на 1 кв. м. оказалось 292 семян, на десятину это составит около 3,2 миллионов штук, или около 37 фунтов.

Из этих, как мы видим, пока отрывочных, но весьма интересных данных мы можем видеть, как будут чреваты последствиями наблюдения над плодоношением, изучаемым только что изложенным методом. Строго говоря, этим методом изучается не плодоношение насаждения, а то, как оно реализуется и закрепляется в почве, занятой лесом или находящейся по соседству под его влиянием.

При изучении возобновительного процесса надо иметь в виду все последовательные стадии его, надо подвергнуть объективному наблюдению не только величину плодоношения самого насаждения, но и реализацию его или закрепление его почвой, приступив затем к такому же объективному учету количества появившегося самосева и следя далее за его развитием, отпадом, ростом и т. д.; следует продолжать наблюдение и тогда, когда само-

сев создаст уже сомкнутые группы подроста. В плодоношении деревьев играет большую роль индивидуальность их, но тем не менее явления, характеризующие семяношение, так же закономерны, как и другие явления природы, — они также могут с успехом изучаться с надеждою вскрыть причинные зависимости, как и другие явления в жизни леса.

Переходим теперь к исследованию тех условий, которые определяют прорастание семян или появление самосева. Для прорастания семян, как известно, необходимо определенное количество тепла и влаги; последний элемент обеспечен в лесу, так как самые верхние горизонты почвы, прикрытые мертвым покровом, будучи защищены от инсоляции, всегда в лесу влажнее, чем на открытом месте; мало того, влажность этих слоев в лесу характеризуется постоянством, тогда как поверхность открытой почвы, освещаемая лучами солнца, может, правда, быстро намокать, но так же быстро и высыхать и притом настолько, что лежащие на них или в них семена не в состоянии будут прорасти. Проф. В. Я. Дробовлянский обращал внимание еще и на то, что влияние интенсивного освещения будет различно по отношению к семенам различных древесных пород. «Чем крупнее семена данной породы и чем длиннее для них период семенного покоя, тем труднее будет им воспользоваться нужным количеством быстро испаряющейся влаги; очень мелкие и быстро прорастающие семена, например, березы или сосны, будут иметь возможность прорасти даже и на совершенно открытой площади, где влага удерживается очень короткое время»

Что же касается тепла, то как мы знаем уже, почва и атмосфера под насаждением получает его меньше, чем открытое пространство, но это обстоятельство выгодно для пород чувствительных к заморозкам, боящихся или в стадии всходов, или даже в первые годы своей жизни — солнцепека. Следующими благоприятными моментами для прорастания семян под пологом леса являются, для одних, опадающих осенью или летом, — заделывающая деятельность той новой подстилки, которая создается после опадения листвы, для опадающих же ранней весной, еще по снегу, — рыхлость и постоянство снежной пелены, сквозь которую, если она не образует наста, темного цвета семена быстро и легко проникают до почвы.

Затенение и все другие условия, связанные с пологом, создают, как известно, своеобразный тенелюбивый живой покров в лесу, который не мешает ни прорастанию семян, ни дальнейшей жизни всходов. На открытых местах, где светолюбивые злаки образуют густую дернину, в конце концов создается целый густой войлок из отмерших ее частей, который, как показали наблюдения В. Д. Огиевского, препятствует часто корням прорастающих семян достигать минерального слоя почвы; правда, так называемые зависшие всходы встречаются и в лесу в слое толстого мохового или мертвого покрова, но это случаи, так сказать, патологические. Под пологом насаждения всходы обычно не встречают столь сильную конкуренцию со стороны травяного или вообще живого покрова, как вне леса, где он действует, как соперник, и своими корневыми, и своими надземными органами.

Неблагоприятными моментами для последующей жизни всходов в лесу являются следующие:

1) В одних случаях — в насаждениях сложных, густых, в особенности при участии теневыносливых пород в их составе — недостаток света, особенно чувствительный для пород светолюбивых.

2) В некоторых случаях решающую роль может сыграть недостаток влаги в верхних горизонтах почвы, случай — на каком мы уже останавливались, когда речь шла о чистых, одноярусных светлых сосновых насаждениях в сухом климате и на сухих почвах, где, как было указано в своем месте, корневая система материнских насаждений сильно развивается в поверхностном напра-

влении и тем самым усиливает конкуренцию для самосева; в этих так называемых сухих борах самосев сосны, появляясь в семенной год весной, часто сохраняется только в свежих низинах между холмами, отмирая уже к середине или к концу лета на буграх и склонах. Необходимо сочетание благоприятных условий испарения в течение нескольких лет подряд, чтобы в подобных положениях самосев сохранился; необходимо добавить еще, что в указанных условиях самосев не испытывает недостатка света или конкуренции травяного покрова, крайне редкого в таких борах; нет здесь также и вредного влияния кислого плотного перегноя, так как почва почти не прикрыта редкой опавшей хвоей. Отсутствие каких-либо других реальных факторов, которыми можно было бы объяснить умирание самосева и приуроченность последнего явления к засушливому периоду, в связи с доказанной многочисленными определениями большой сухостью почвы, падающей ниже своей двойной гигроскопичности, в связи с противоположными явлениями, разыгрывающимися в свежих низинах, где самосев сохраняется, несмотря на травяной покров, — все это заставило меня в ряде работ высказать обоснованное положение, что в сухих борах самосев сосны может погибать не от недостатка света или других причин, а от недостатка влаги, несмотря на защиту материнского полога.

3) Может под пологом леса погибать самосев и от наличия плотного и мощного кислого перегноя, который мешает корням проникнуть до минерального слоя почвы. В исследовании моего ученика А. Новака, произведенном в Бузулукском бору в сложном насаждении из сосны с лиственными породами (дуб, липа, береза, осина) и кустарниковым подлеском на пермских мергелях, указанный момент влияния мертвого покрова на количество самосева сказывается довольно ярко.

Здесь, в этих сложных насаждениях, подстилка достигает большой мощности и большого разнообразия как в этом отношении, так и в отношении рыхлости, колеблясь от 0,3 до 7,0 см. Путем заложения пробных площадок, в количестве 50 штук, в различных условиях, А. Новаку удалось показать следующую закономерную связь между мощностью подстилки, с одной стороны, и количеством самосева, с другой.

Мощность подстилки в см.	Количество самосева.	Количество самосева в %/о.
0.3	11.421	100
0.5	3.771	33
1.0	9.948	87
1.5	3.096	27
1.8	5.657	50
2.0	4.416	38
2.5	2.718	24
2.8	2.292	20
3.0	1.228	10
3.5	851	7
4.0	380	3
5.0	132	1

При мощности подстилки в 6 — 7 см. самосева совершенно не было. В приведенных данных закономерность нарушают только 2 и 4 группы сверху, давшие слишком преуменьшенный результат сравнительно с тем, который они по своему положению в ряду должны были бы дать. Однако, эти исключения только подтверждают правило: подробные данные в основной таблице показывают, что в то время как первая, третья и пятая группы обладают покровом рыхлым, без признаков плесени, вторая и четвертая пробные площадки имеют покров более плотный с ясно выраженной плесенью, что



Рис. 81. Засыхание дуба и ясеня на юго-восточном склоне при близком залегании мела (Липовская дача, Воронежской губ.).

Фот. Е. В. Гумана.

и сыграло здесь решающую роль. Те же пробные площади были затем распределены на группы по степени плотности покрова; полученные данные свидетельствуют о закономерности и в этом направлении, как доказывает следующая таблица:

Рыхлый покров	3.774	штуки или	100
Средней плотности покров	1.700	»	» 75
Плотный покров	442	»	» 12

Степень благоприятности условий для прорастания семян и для жизни всходов в первые годы выражают в лесоводстве термином *возобновительная спелость почвы*. К указанным выше моментам, определяющим эту спелость, следует отнести еще качество гумуса, благоприятное для одной породы и действующее для другой как яд; но этот важный фактор так мало еще изучен, что пока останавливаться на нем не станем. Можно еще указать и на другие причины плохого обсеменения под пологом леса, например, на избыток влаги плохо дренированных мест, или солонцоватость почвы в нашей лесостепи, но это все обстоятельства, не вызванные самим насаждением, а связанные с определенным климатом, равнинностью места и другими моментами внешней среды; и сами насаждения от них сильно страдают (см. рис. 81), страдает и их обновление.

Если мы будем присматриваться к распределению самосева под пологом насаждений, то мы в редких случаях найдем однородность в этом отношении; обыкновенно же самосев распределен неравномерно и большею частью группами, на первый взгляд капризно распределенными по поверхности почвы. На самом деле, однако, здесь нет каприза, а хаотическое, на первый взгляд, распределение групп самосева и подроста есть только отпечаток степени возобновительной спелости лесной почвы, неодинаковой в разных местах насаждения. Это обстоятельство, давным-давно знакомое лесоводству, было особенно сильно подчеркнуто Гайером и его школой, который, между прочим, и на этом основании требовал не равномерных обсеменительных рубок, а неравномерных. Что же касается причины того, почему спелость почвы под пологом леса неодинакова, то здесь повинны все почвообразующие факторы: и состав материнской породы, если он не совсем однороден, и рельеф поверхности и, наконец, состояние насаждения, в особенности его большая или меньшая полнота. В сухих условиях самосев и подрост приурочен больше к потным и более влажным местам; в малодренированных местах — к более возвышенным; на болотистых — к кочкам, к валежнику и т. п.; при более или менее однородных почвенногрунтовых условиях — к так называемым окнам среди насаждений, т. е. небольшим прогалинкам.

По исследованиям моего ученика Л. Ф. Рудовица в Засурской даче, Пензенской губ., в сосновых насаждениях надлуговой террасы, на основании заложенных проб на количество самосева, последнего оказалось в среднем 2.500 экземпляров на десятине, но со значительными колебаниями от 50 шт. до 10.560 шт. Подрост по большей части расположен в окнах, местах, освещенных сверху, образуя здесь очень густые группы: в месте, освещенном сверху, при прочих равных условиях — 5.376 шт., на площадке, сверху затененной — только 1.969 шт. Влияние густоты насаждения на возобновление особенно хорошо иллюстрируется теми местами, где было искусственное изреживание, — так называемая вырубка полумассы, в целях вызвать обсеменение площади (см. рис. 82); здесь вместо обычного количества подроста, т. е. 2.486 шт., в среднем, Рудовиц нашел 25.359 шт. на десятине; при чем там, где полнота приближалась к 0,7, количество падало до 13.288 шт. на десятине. Новак в упомянутой работе показал, что в сложных сосновых наса-



Рис. 82. Возобновление сосны при выборочной рубке.
Фот. Дульского.



Рис. 83. Сплошная лесосека в сосновом бору с не-
удовлетворительным возобновлением (Липшинское
лесничество, Казанской губ.).
Фот. В. Жестюпанова.

ждениях Бузулукского бора количество подроста сосны колеблется в зависимости от полноты насаждения следующим образом:

При 0,9 полноты	636 штук	18%
» 0,8 »	1.488 »	42%
» 0,7 »	1.363 »	36%
» 0,6 »	3.493 »	100%
» 0,5 »	2.700 »	78%
» 0,4 »	2.695 »	76%
» 0,3 »	480 »	13%
» 0,2 »	312 »	8%

Перед нами два примера сосновых насаждений, имеющих ту общую черту, что количество самосева в каждом из них подчинено одной и той же закономерности: максимум его совпадает с некоторым оптимумом полноты — с некоторой средней полнотой 0,5 — 0,6; вверх и вниз от этой гущины леса одинаково уменьшается количество самосева, хотя и по разным причинам.

Имея эту общую черту, оба указанных сосновых насаждения весьма резко отличаются друг от друга другой особенностью: в одном случае уменьшение полноты до оптимальной увеличивает количество самосева в 10 раз, в другом в 5 с небольшим; в одном случае мы получаем весьма большое количество, в другом, в конце концов, все же незначительное; насаждения первой группы отличаются, по нашему мнению, большой возобновительной упругостью, другие в этом отношении — мало упруги и потому, если даже могут дать такой же эффект, то не одним лишь изменением полноты, но и другими искусственными приемами, о которых здесь не место распространяться.

Почему такое изменение полноты до известного предела дает такой эффект, прибегать к лишним объяснениям теперь, после всего изложенного в этой главе, полагаю, нет надобности: так очевидны причины, если иметь в виду вопрос в общей форме, а также едва ли трудно уловимы те из них, которые являются решающими в том или другом конкретном случае. Я все же напомним, что мы имеем дело, во-первых, с коллективным влиянием полога: и отеняющим, и изменяющим условия испарения влаги, и создающим мертвый покров и т. д., во-вторых, с деревьями, обладающими различно развитыми кронами; с уменьшением сомкнутости крон становится больше приток к ним света и тепла а к корням деревьев обеспечивается доступ осадков, в сумме же всего выигрывает плодоношение. Итак, с уменьшением полноты плодоношение увеличивается, что же касается условий для прорастания, то они не изменяются или тоже улучшаются, если изреживание насаждения не идет дальше известного предела (до смены живого покрова); условия же прозябания самосева только улучшаются, так как уменьшается конкуренция со стороны материнских организмов или защитного полога, а вместе с тем усиливается доступ света, тепла, влаги и т. д. В окнах насаждение наиболее проницаемо для осадков, тепла и света, на этих небольших прогалинах ослаблена конкуренция корней в почвенной среде, а вместе с тем такие пространства умеренной полноты хранят еще всю обстановку лесного характера, что лучше всего видно зимою по снежному покрову, который здесь не сдувается и не отличается большой мощностью, летом же видно по живому покрову, который здесь сохраняет тот же тенелюбивый характер, какой свойствен сомкнутому лесу. С разрастанием такой прогалинки условия возобновления на ней уже дифференцируются: южные окраины, затененные лесом, остаются в тех же условиях, северные, наоборот, не отеняемые соответствующей опушкой, приобретают свойства открытых мест (см. рис. 83), задерновываются и т. д.

При резком, внезапном изменении полноты дальше известного предела, хотя конкуренция для самосева с материнскими организмами в еще боль-

шей мере ослабляется, но чрезмерный доступ света может вызвать задержание почвы или другие неблагоприятные условия в живом или мертвом покрове и тем самым создать или неблагоприятные условия для самого появления всходов в виде пышной светолюбивой травянистой растительности, а в некоторых случаях слишком сильного разрастания *Sphagnum*'а или кукушкина льна.

Такому общему представлению о роли полога в жизни самосева, что его влияние есть суммарное-коллективное, а не заключается только в отенении, лесоводство более всего обязано Борггреве, который первый дал полную разностороннюю характеристику влияния полога в своем известном курсе лесоводства, первое издание которого вышло в свет в 1885 году.

В работах В. Г. Шенберга мы находим интересные данные о возобновлении пихтовых насаждений; вот некоторые из них.

В пихтовых лесах Келецко-Сандомирского края, в насаждениях пихты с примесью бука, подрост весьма обильный встречается только в местах, где сомкнутость немного нарушена; в темных же местах встречается хотя и много всходов, но подрост мало и притом он очень угнетен. Число пихтовых всходов, как показал пересчет на пробных площадках, достигает 76.200 на десятину, чему, говорит В. Г. Шенберг, удивляться не следует принимая во внимание, что на одном дереве число шишек может достигать до 500, как показали пересчеты шишек на ветровальных пихтах, и считая в одной шишке средним числом 100 семян. Несмотря на эту массу всходов, подрост в темных местах насаждения нет; всходы гибнут, очевидно, или от недостатка света, или от образования кислого гумуса. Значение света явствует уже из распределения подроста (в окнах), а также из того факта, что в середине прогалинки подрост или выше, или старше: чем дальше от середины, тем подрост моложе, и, наконец, под старыми деревьями, окружающими прогалинку, одни только всходы. Само собой разумеется, что больший доступ света изменяет условия разложения гумуса и переводит кислый перегной в мягкий. Но групповой подрост наблюдается на небольших прогалинках; на больших же, где слишком много света, где поэтому появляется травянистая растительность, всходы гибнут. По данным В. Г. Шенберга, в полных насаждениях пихты всходов этой породы в возрасте до 3-х лет оказалось до 5.500, тогда как там, где полнота 0,7 — 0,8 — от 65.300 до 76.200 шт.; в изреженных насаждениях, с полнотой 0,6 — 0,4, всходов и подроста — до 58.640 шт.

Самосев постепенно превращается в подрост. Каковы условия произрастания последнего, мы уже знаем из всего предыдущего; мы знаем, что он, встречая на первых ступенях своей жизни защиту со стороны материнского полога, впоследствии (и чем старше он становится, тем в большей степени) будет испытывать все большую и большую конкуренцию со стороны материнских деревьев. Это соперничество последних, выражающееся той своеобразностью обстановки, которую создает лес под своим пологом, отражается на подросте в виде одной общей черты, свойственной всякому подросту, в виде так называемой угнетенности его. В чем проявляется эта черта, сказано подробно в главе «Подрост», в начале первой части книги, где приведен пример того, в какой сильной степени может быть угнетен, например, еловый подрост, который, будучи лет 50 — 80, может иметь нижний торцовый разрез размера 2-х-копеечной медной монеты, так что годичные слои на нем без помощи лупы сосчитать нельзя; и высотой он достигает только $\frac{1}{2}$ роста человека, тогда как ему в этом возрасте надлежало бы быть высотой, смотря по бонитету, от 18 до 24 арш. Как велик может быть социальный гнет, хорошо иллюстрируют исследования Яхонтова над развитием соснового подроста, показавшего, что объем древесной массы под

влиянием угнетения может уменьшиться в 112—128 раз по сравнению с объемом подроста того же возраста на свободе.

Старое лесоводство, в особенности под влиянием Pfeil'я, из числа всех конкурирующих влияний на первое место выдвигало отенение или световое голодание, так что в большинстве случаев лесоводы объясняли убыль самосева и угнетенность подроста недостатком света. Это высокое значение, какое лесоводы придавали данному фактору, сказалось и в лесоводственной терминологии в наименовании тех мер, которые имеют в виду улучшить состояние подроста или вызвать даже его появление — различного рода изреживаниями: *Lichtung*'ами, *Lichten* и т. п. Вне всякого сомнения, что это фактор первостепенной важности, но тем не менее никогда не следует упускать из виду, что угнетенность подроста есть как бы алгебраическая сумма всех влияний, которые он испытывает, живя под пологом самого сильного конкурента — материнского организма; в частности же решающая роль может перейти то к одному, то к другому фактору. В чистых сосновых насаждениях, на сухих почвах, в роли закона минимума выступает недостаток влаги, между тем большинство лесоводов и здесь склонно было объяснять и малое количество и угнетенность подроста недостатком света; такие же факты, как большее количество самосева и менее угнетенный вид его во влажных низинах между сухими холмами, объясняли тем, что более влажная почва низин делает низинную сосну и ее подрост более теневыносливыми; необходимо было, как видим, под влиянием односторонней оценки света, восходить в этом простом и ясном явлении до санкции теневыносливости, делая при этом физиологическую натяжку. О том, что дело в этих случаях может обстоять иначе, что причина в этом случае может скрываться в недостатке влаги, обусловленной деятельностью материнского полога, было показано прежде всего старым лесоводом Котта, затем проф. Раманном, Фрикке, затем рядом русских исследователей, а также Боргреве, который своими критическими замечаниями много способствовал разъяснению дела. В дополнение к сообщенным раньше данным, доказывающим доминирующую роль влажности для некоторых случаев, приведу некоторые результаты из опытов Фрикке, который, окружив одну группу подроста на прогалинке канавою для того, чтобы можно было перерубить корни материнских деревьев, и засыпав, конечно, ее, оставил другую группу подроста в соединении с материнскими корнями. Определения влажности почвы дали следующие результаты:

Время взятия пробы.	Глубина в см.	Прогалина, окруженная канавой.	Прогалина без канавы.	Под пологом насаждения.
28 июня 1902 г.	3	11.9%	8.9%	10.8%
	15	10.7%	5.8%	6.4%
	30	7.9%	4.7%	5.2%
15 июля 1902 г.	3	13.6%	12.2%	12.5%
	15	9.7%	8.5%	8.2%
	30	7.6%	6.3%	6.1%
15 августа 1902 г.	3	14.3%	9.6%	10.4%
	15	7.4%	6.2%	6.8%
	30	6.7%	5.1%	5.8%
4 сентября 1902 г.	3	15.4%	7.7%	8.3%
	15	8.6%	4.1%	3.4%
	30	6.2%	3.5%	3.3%

Из этой таблицы мы ясно видим, как сильно высушивают почву корни деревьев и как значительно увеличивается влажность почвы после перерубания корней.

Фрикке произвел еще следующий опыт: железный оцинкованный цилиндр, 40 см. в диаметре и столько же в длину, был забит в почву на такую

глубину, что верхний край его приходился в уровень с поверхностью почвы; почва внутри такого цилиндра, сохраняя свою структуру, отличалась от остальной почвы в лесу только отсутствием живых корней. Цилиндр, помещенный под сомкнутым 50-летним сосновым насаждением, пробыл в почве 2 года. 30 июня 1904 года была определена влажность почвы как в самом цилиндре, так и рядом с ним, при чем получились следующие объемные проценты влажности почвы:

	Н а г л у б и н е:			
	10 см.	20 см.	30 см.	40 см.
Внутри цилиндра	13.8	11.0	8.8	7.2
Вне цилиндра	4.5	4.8	3.9	3.4

Оставляя в стороне другие аналогичные опыты Ф р и к к е, обращу лишь внимание на показание исследователя, что сосенки на площадках, которые были окопаны, были лучшего вида, чем на необрытых, — первые обнаружили оправившийся вид, вторые — нет.

Аналогичный опыт с изолированием корней подростка сосны от материнских корней сосны был произведен пишущим эти строки вместе с С. Д. О х л я б и н и н ы м в Бузулукском бору; он подробно изложен в «Лесном Журнале» (№ 6, 1911 г.).

В превосходной работе Я х о н т о в а ясно показана зависимость степени угнетения соснового подростка от отенения его со стороны материнского полога. Если для областей сухого лесоводства в пристепных наших борах, притом еще в типе сухого бора, доминирующую роль в судьбе подростка играет недостаток влаги, вызванный наличностью материнского полога, то нет ничего удивительного в том, что в другом географическом районе, где, наоборот, много влаги, притом на свежих почвах, но где обильная облачность и больше пасмурных дней, где больше паров в воздухе, — что там доминирующую роль в том же явлении будет играть не влага, а свет, как в третьем случае и для другой породы, например для дуба — не влага и не свет, а количество тепла и т. д.

Заканчивая этим обзор некоторых биологических свойств лесных насаждений, я не имел в виду исчерпать предмета, а лишь указал на то, что они вытекают совершенно естественно из существа природы леса, отражая в себе разнообразные стороны последней, характеризуя в своей совокупности и в своих оттенках разнообразие форм леса. Излагая настоящую главу, мне хотелось поставить в параллель лесоводственным или биологическим свойствам отдельных пород как лесообразователей биологические или лесные свойства других организмов, более сложных, именно тех коллективных единств или организмов, в виде которых представляются нам различные формы леса.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть то обстоятельство, что каждое из биологических свойств леса зависит, не считая вмешательства человека, от трех родов факторов: внешних и внутренних, т.-е., с одной стороны, от климата и почвенно-геологических условий, с другой — от моментов, характеризующих само насаждение, т.-е. его морфологических особенностей, и с третьей — от биологических свойств тех элементов, которые соединяются в насаждения, т.-е. древесных пород.

VII.

Распространение леса.

Лес завоевывает территорию, до тех пор им не занятую, двумя способами: 1) с помощью пионеров из древесной растительности и 2) с помощью своей опушки. Пионерами лесной растительности являются прежде всего некоторые кустарники, затем — легкосеменные и быстрорастущие породы, как, например, осина, береза, белая ольха. Хорошим примером поселения на месте будущего леса кустарниковых зарослей могут служить дерезняки в наших степях, образующие как бы форпосты леса; эти дерезняки, или вишарники, суть заросли следующих кустарников: бобовника, терна, чилиги или дерезы, раkitника и др.

Общей чертой названных растений является их приспособленность к перенесению степных невзгод. Они сухолюбивы, с малой поверхностью испарения, с благоприятным соотношением между подземными, поглощающими влагу, и надземными, испаряющими ее, частями и т. д. Другой общей чертой является их способность давать обильные корневые отпрыски. Раз поселившись, такой кустарник быстро образует вокруг себя целую заросль. Такие кустарники, в отличие от чисто лесных пород, способны вести борьбу с неблагоприятными условиями степного климата и почвы в одиночку, не непременно в союзе себе подобных, как то делают чисто лесные породы. Для того, чтобы быть в состоянии на такую борьбу, надо быть приспособленным к этим внешним условиям, надо быть вооруженным определенными чертами морфологического устройства, о которых вкратце было упомянуто выше. Такие кустарниковые заросли, скопляя массы снега, способствуют лучшему увлажнению и выщелачиванию занятой ими почвы. По прошествии некоторого времени под их слабо сомкнутым пологом начинают появляться уже чисто лесные породы, как клены, ясени, дуб и т. п. В лесостепной полосе можно видеть все переходные стадии; когда чисто лесные породы возьмут верх, то дерезняковые кустарники обращаются в подчиненную примесь в подлесочном ярусе.

Другим примером образования на месте будущего леса кустарниковых зарослей могут служить высокие горные местности, где по вырубке леса и сноса образовавшейся под ним почвы прежде всего появляется сосновый стланец, хорошо выносящий морозы, навал снега и лавины; под пологом зарослей постепенно вновь образуется почва, и по мере этого начинают вновь появляться под ее защитой древесные породы — ель, кедр и т. п. На отменях и сыпучих песках лес вновь появляется с помощью кустарников, преимущественно ивовых зарослей. Когда шелюговые насаждения на летучих песках сомкнутся, то часто само собой путем налета семян из окрестных лесов образуется прежнее поколение леса из сосны, березы и т. д. Лесоводственный смысл всех приведенных фактов тот, что при искусственном облесении таких пространств, которые никогда не были под лесом (степи), или таких, которые и были под ним, но благодаря вырубке леса коренным образом изменились в своих лесорастительных условиях, нельзя сразу рассчитывать на получение леса только из ценных пород; не копируя рабски природу, надо, однако, принять во внимание тот путь, каким идет она в этих случаях. Природа подобных местоположений прежде всего находит возможным поселить таких своих пионеров, которые менее взыскательны, более приспособлены и потому легче мирятся с этими первичными тяжелыми условиями роста.

Природа при этом не стесняется временем, которое является дорогим элементом в хозяйстве; потому, подражая природе в существе дела, лесовод должен стараться возможно более сократить эту предварительную стадию

облесения; во многих случаях он имеет возможность вместе с ценными породами ввести в большем или меньшем проценте эти выносливые, приспособленные для первичных условий растения. Кроме кустарников, как уже было упомянуто, пионерами являются и легкосеменные, быстрорастущие породы — осина в нашем предстепье, береза в Алтайской степи; и та и другая вместе с некоторыми кустарниковыми ивами являются таковыми пионерами на заброшенных полях, среди дубового и елового леса. Не будучи приспособленными к степным невзгодам, эти породы и не занимают чисто степные почвы, а лишь низинки и котловинки среди них с избытком влаги и оподзоленной почвой; осина, благодаря своей корнепорослевой способности, в состоянии отсюда уже вылезать на степь и постепенно завоевывать ее. Точно также, в тех же дерезняках и в различных колках находят приют настоящие лесные породы, например клены и дуб, и точно также, когда последние возьмут перевес над пионерами, таковые из господствующего элемента обращаются в подчиненную примесь. В дубравах и еловых лесах осина и береза встречаются только в виде подчиненной примеси и располагаются преимущественно, благодаря своему светолюбию, по опушкам; занимая в подобных лесах второстепенное место, они как бы ждут своей очереди: стоит только образоваться где-нибудь сплошной вырубке, как осина, береза и некоторые ивы сейчас ее занимают. Легкосемянность, способность далеко распространять свои семена, благодаря хохолкам, быстрота роста, дающая возможность побеждать сорную растительность, и светлюбие этих пород, позволяющее под их пологом поселяться другим породам, — все эти качества находятся во взаимной связи и обуславливают их пионерную роль.

Раз занявши какое-нибудь пространство, лес распространяется и завоевывает соседние места с помощью своей опушки, которая постепенно надвигается на степь, на поле и т. п. безлесное пространство. Подобное надвигание и разрастание опушки происходит от нескольких причин: 1) в составе ее находятся такие кустарники и древесные породы, которые способны размножаться с помощью корневых отпрысков; 2) в составе ее находятся легкосеменные, быстрорастущие и светолюбивые породы; 3) опушка и соседнее с нею безлесное пространство по своему положению находятся в благоприятных условиях роста и возобновления; дело в том, что в опушках скопляется зимой масса снега; больший доступ света и лучшее развитие крон обеспечивает плодonoшение, а соседнее безлесное пространство, будучи отенено степною лесом, находится поэтому в благоприятных лесорастительных условиях. Лесоводственный смысл этого явления тот, что в тех местах, где разведение леса представляет большие трудности, следует пользоваться при образовании массивов, так сказать, обеспеченным способом, т. е. образовывать массив постепенным примыканием одной полосы к другой.

VIII.

Характеристика насаждений разных форм, состава и происхождения.

1. Подлесок.

Как известно, лесные насаждения бывают простые, или одноярусные, имеющие лишь один древесный полог, и сложные, или многоярусные, у которых несколько этажей или пологов над почвою. Самым простым случаем сложного насаждения будет древостой с *подлеском*. Следует отличать двухъярусные насаждения от насаждения, снабженного подлеском и, стадо быть, имеющего тоже два полога. Под вторым ярусом, в отличие от *почвозащит-*

ного (низкого) подлеска, разумеют совокупность высоких деревьев, окутывающих стволы насаждения первого яруса (*Füllholzbestand* — у немцев), например, ель в сосновых насаждениях, бук — в дубовых, дуб — в сосновых (на супесях) и т. д. Такой второй ярус, обладая тоже почвозащитной способностью, как и более низкий подлесок, имеет в то же время еще и другое значение: он препятствует разрастанию деревьев главной породы, или первого яруса, в сучья или способствует очищению стволов от них.

Введение подлеска в какое-нибудь насаждение является мерой, способствующей сохранению производительных сил почвы. Конечно, в нем нуждаются не все насаждения, а лишь составленные из светолюбивых пород (сосны, дуба, лиственницы), которые рано и сильно изреживаются и потому теряют способность к сохранению плодородия почвы. Вместо мертвого покрова в таких естественно изреживающихся насаждениях начинает появляться травянистая растительность, которая испаряет много влаги, делает почву суше и т. д.; в этом случае условия разложения органических веществ подстилки и механическое действие дождевых капель, получающих при изреженном пологе более непосредственный доступ к лесной почве, влекут за собой уплотнение и иссушение последней. Для предупреждения такого ухудшения почвенных условий и вводят в известном возрасте подлесок. Другой случай, когда введение его является еще большей необходимостью, представляет хозяйство на световой прирост, чаще всего применяемое к дубовым лесам. Желание получить толстомерный лес заставляет пользоваться свободным стоянием деревьев или световым приростом в ту пору, когда нет уже опасности для разрастания в сучья и когда формировка ствола окончилась: но, чтобы свободное стояние дало желаемый эффект, необходимо позаботиться о том, чтобы не ухудшились почвенные условия, а последнее неминуемо, если, при столь сильном изреживании первого полога, не будет создан второй или нижний ярус в виде почвозащитного подлеска. Такой подлесок играет только служебную роль по отношению к главному насаждению, хотя иногда преследует и иные задачи. Так, можно вводить подлесок ради создания в будущем смешанного насаждения или для замены существующей в главном насаждении одной породы другою.

Иногда подлесок правильно эксплуатируется, и для него назначается особый низкий оборот рубки, при чем почвозащитную функцию исполняет его порослевое поколение; такой подлесок может быть составлен только из лиственных пород, обладающих этой способностью.

В немецких лесах подлесок чаще всего приходится вводить, ибо в природе он там почти не встречается, за исключением глухих углов, вроде Восточной Пруссии, где еще сохранились естественные формы насаждений. У нас, наоборот, подлесок представляется обычным явлением в лесах из светолюбивых пород на мало-мальски плодородной почве. Не говоря уже о наших дубравах, под пологом которых встречается богатейший подлесок из разнообразных древесных и кустарниковых пород (липы, полевого и татарского клена, лещины, жимолости, бересклетов и др.), русские сосновые леса (конечно, не на боровых почвах) тоже не лишены его; в северных лесах подлесок образуют можжевельник и ель, часто вырастающая потом во второй ярус; в южных борах — ракитник на более бедных почвах; крушина — в низинах; бересклеты, вишеник, нектен, липа и др. — на супесях и сырых песках.

Подлесок влияет на почву, а через посредство ее и на насаждение, но не всегда и не во всех отношениях благоприятно. Почвозащитное его влияние выражается в том, что он: 1) препятствует зарастанию лесной почвы травянистой растительностью, 2) сохраняет рыхлость и комковатую структуру почвы, благодаря защите от механического влияния дождевых капель

и созданию благоприятных условий для разложения органических веществ, 3) способствует сохранению большей свежести в верхнем слое лесной почвы, 4) создает или поддерживает мягкий гумус и 5) обогащает лесную почву питательными веществами, удобряет ее, благодаря увеличению лесной подстилки. Невыгодные же стороны подлеска заключаются в том, что он: 1) конкурирует в отношении питательных веществ почвы и влажности с деревьями насаждения и 2) может неблагоприятно повлиять на физическое состояние, на качество гумуса и даже на влажность лесной почвы.

Первая из этих невыгод вовсе не существенна на плодородных и влажных почвах, и еще вопрос, какие потери понесла бы лесная почва, если бы почвозащитного подлеска не было и земля заросла бы травянистой растительностью, гораздо более испаряющей влагу, чем подлесок, в особенности кустарниковый; что же касается второй невыгоды, то здесь самое важное, с какою именно лесною породою приходится иметь дело. По Раманну, например, в сосновых насаждениях с буковым подлеском, по сравнению с сосновыми же насаждениями без такого подлеска, — верхний слой почвы влажнее, средние слои влажнее лишь до половины июля, а глубокие слои (с 75 см.) всегда суше, чем в одноярусных сосновых насаждениях. Другая работа того же Раманна по сравнительному исследованию букового и елового подлесков обнаружила, что почва под елью всегда плотнее, чем под буком: так, в одном случае порозность песчаной почвы под елью равнялась 51%, а под буковым подлеском в сосновом насаждении — 63%, в другом же случае под елью 57% и под буком 64%. То же исследование Раманна показало, что под буковым подлеском в сосновых насаждениях почва имеет хорошо выраженную комковатую структуру, снабжена рыхлой, легко пропускающей влагу и воздух подстилкой, и изобилует животной жизнью (мышинные ходы, дождевые черви), тогда как в насаждениях без подлеска комковатости нет или она еле заметна (почвенный покров живой из черники, *Aira flexuosa*, различных мхов и т. д.), нет дождевых червей, а гумус обнаруживает кислую реакцию. Для характеристики степени плотности одной и той же песчаной почвы под елью и под сосной могут служить следующие данные из той же работы: порозность почвы под еловым насаждением колебалась около 46% и под сосновым — между 47,6% и 50,5%.

Наблюдения практиков тоже указывают на благоприятное влияние букового подлеска и чаще неблагоприятное — елового, в особенности для дуба на более или менее плотных почвах. Разница эта обуславливается преимущественно различием в количестве осадков, достигающих лесной почвы, в свойствах создаваемой подлеском лесной подстилки и в распределении корневой системы дуба и бука. Тогда как буковый полог удерживает в своих кронах около 20% летних осадков, еловый задерживает их в 2 — 2½ раза больше; кроме того, буковый полог, в отличие от елового, выгодно реагирует уже при самых слабых осадках, и тогда, когда, например, заметное стекание по стволам под еловым лесом обнаруживается лишь при осадках более 15 мм., под буковым насаждением стекание заметно даже при осадках менее 5 мм. Далее, толстый слой еловой подстилки, слагающийся обыкновенно очень плотно, задерживает в себе много влаги и плохо ее пропускает вглубь; благодаря же поверхностно стелющимся еловым корням, находящимся на пути прохождения влаги в более глубокие горизонты, где распространены корни деревьев первого яруса, значительная часть влаги перехватывается и тратится ими; эта часть раньше проходила вглубь и шла на питание деревьев первого яруса.

Вот почему правилен тот взгляд, что еловый подлесок следует распространять лишь на местности с влажной почвой или с большим количеством осадков и влажным воздухом, тем более, что под еловым подлеском невы-

годно складываются условия для образования и разложения гумуса: он благодаря, вероятно, своей плотности легко дает кислые продукты, уничтожает живую жизнь в почве и затрудняет обмен почвенного воздуха, что может невыгодно отражаться на дыхании глубже распространенных корней деревьев первого яруса. Возможно также, что он холодит почву, а это не может влиять благоприятно на дубовое насаждение, в особенности если оно растет на глинистой или суглинистой почве. Вот почему не следует применять еловый подлесок для дубовых насаждений на плотных и холодных почвах.

Вышеприведенные объяснения бросают также свет и на известное в лесоводстве явление, что заболоченная почва теряет под еловым лесом избыток воды и вновь заболачивается при срубке его.

Самой желательной породой для подлеска в Западной Европе является бук, под влиянием которого даже имеющийся в насаждении кислый (грубый) гумус, под сосной, например, постепенно преобразовывается в сладкий (мягкий). Замечательно, что тогда как в чистых буковых насаждениях, с одной стороны, и в чистых сосновых — с другой, можно встретить кислый гумус, — еще ни разу не была констатирована его наличность в смешанных насаждениях сосны с буком и в сосновых насаждениях с буковым подлеском. Проф. Раманн объясняет последнее явление выгодными условиями разложения лесной подстилки в подобных насаждениях: листья бука переславываются с иглами сосны, благодаря чему обеспечивается приток воздуха и следовательно совершается известное направление в перегнивании этих веществ.

Кроме букового, полезное влияние оказывает и грабовый подлесок, который применяется в немецких лесах там же, где бук, но лишь в низинных положениях, на более холодных почвах. В качестве породы для подлеска употребляют еще в Германии на влажных и мокрых почвах *черную ольху*, а вместо ели — иногда *пихту*, которая, по показаниям практиков, несколько лучше влияет на почву, чем ель; сделан опыт введения в виде подлеска *Веймутовой сосны* (*Pinus strobus*), которая отличается достаточной для того теневыносливостью. Но, вообще говоря, в лесоводстве предпочитают для подлеска лиственные породы из числа, конечно, теневыносливых, ибо они лучше влияют на почву, а ежегодно сбрасываемая листва быстрее разлагается и представляет более выгодное удобрительное средство, так как содержит больше азота, кали и фосфорной кислоты, чем хвоя. В таких породах, как бук, липа, полевой клен, выгодным моментом является еще горизонтальность листвы. По вестфальской пословице, — «Die Buche ist der Buche Doctor». У нас в СССР, благодаря малой распространенности бука, его почвозащитная роль должна перейти к другим породам, и именно — *грабу* на юго-западе, *липе* и *полевому клену* — в средней полосе европейской части СССР и на юго-востоке.

Для нашего степного лесоводства, в особенности для искусственных посадок в виде узких полос, наличность подлеска имеет особенно большое значение, как для их благополучного существования среди чужой степной растительности, так и для правильного их функционирования в качестве защитных насаждений для с.-х. угодий. При введении кустарников в состав посадок, уже при самом заложении их в качестве подгона, степные искусственные насаждения оказываются обеспеченными подлеском на будущее время. Кустарники, играя вначале роль подгона по отношению к дубу, впоследствии, когда полог древесных пород высоко поднимается над землей и почва будет нуждаться в защите от вторжения испаряющих факторов, — возьмут на себя роль почвозащитного подлеска.

Целый ряд характерных лесоводственных свойств кустарников и то обстоятельство, что они встречаются дико в естественных степных лесах и перелесках, послужили основанием Г. Н. Высоцкому рекомендовать

их для степного лесоразведения. Ценные свойства их выражаются в теневыносливости, малой потребности во влаге, сильной кустистости (а иногда даже стелечести и самоукореняемости побегов), обильном и раннем плодоношении, устойчивости против вредных насекомых и против заглушения травой. Подлесок в степных лесах нужен и выгоден еще тем, что привлекает к себе птиц, являющихся истребителями вредных насекомых. Подлесок в степях имеет общебиологическое значение, так как отчасти с его помощью лес в состоянии завоевать степь — или наступая на нее с помощью своей опушки, в которой обыкновенно резко выражен почвозащитный ярус из различных кустарников и некоторых древесных пород (груши, яблони, липы, полевого клена), или поселяя сперва пионеров из числа кустарников (дерезу, дикую вишню, терн, бобовник и др.), образующих изолированный, оторванный от лесного массива подлесок, под пологом которого постепенно заводятся уже древесные породы.

Подлесок вводят преимущественно посадкой, реже — посевом (в семенные годы). Садить и сеять можно правильными рядами, а еще лучше — неправильными группами; густой сомкнутости, в особенности при хвойном подлеске, создавать не следует. Чем хуже почва, тем больше она нуждается в охране подлеском, но и тем труднее ввести его; на плодородных же почвах он сам собою заводится. Лучшее время для введения его — когда насаждение настолько изредилось, что почва только начинает покрываться травой; перед введением подлеска следует произвести в насаждении прореживание с тем, чтобы не беспокоить подлесок в первые годы жизни.

2. Подгон.

Подгон — в лесоводстве такая второстепенная, но быстро растущая порода, которая подмешивается к главной для усиления ее роста в высоту. Породы, образующие подгон, окружая с нескольких сторон, как бы окутывая главную породу, отеняют ее на всем протяжении от основания до вершины, со всех сторон (кроме верхушки), и препятствуют разрастанию ее в сучья и содействуют более быстрому росту в высоту. Благодаря подгону можно получать к определенному возрасту более высокие деревья желаемой породы, чем при сохранении насаждения чистым. Это имеет хозяйственное и биологическое значение, так как получение более высоких деревьев, хотя и менее толстых, но возможно более свободных от сучьев, всегда желательно в лесном хозяйстве; быстрота же роста и усиление его в высоту могут быть выгодны породе в борьбе за существование с другими. Подгонную роль поэтому лесоводы видят не только в породах, подмешиваемых с этой целью к главной, но и в тех быстрорастущих, которые естественно встречаются в смешанных насаждениях (древостоях) в смеси с медленно растущими. Таким подгонным свойством наделяют, например, березу, если она растет в смеси с сосной или елью, сосну при росте ее с елью или дубом, бук во многих случаях при совместном росте с дубом и т. д. В подгоне больше всего нуждаются те главные породы, которые медленно растут в молодости и имеют склонность разрастаться в сучья, т.-е. «долго сидят». Типичнейшим примером такой главной породы и вместе с тем наиболее распространенным в практике примером применения подгона являются дубовые насаждения. В наших степных лесничествах до недавнего времени роль подгона по отношению к дубу выполняли ильмовые породы, преимущественно вяз, которые высаживались с этой целью непосредственно рядом с дубом. Заслуга введения такого подгона к дубу принадлежит Т и х о н о в у, впервые применившему его в степном донском лесничестве в 1872 г.; потом стали пользоваться для этой цели и другими породами — березой, американским кленом и различными кустар-

никами. Если разница в быстроте роста подгона и подгоняемой породы слишком велика, то подгон при недостаточном уходе легко обращается в угнетателя. Дуб, например, любит расти «в шубе, но с открытой головой», т.-е. будучи благодарен боковому отенению, он плохо сносит верхушечное. В интересах главной породы в таких случаях требуется вмешательство целого века в виде прочистки или осветления дуба. Регулируется рост подгонных пород: — удалением боковых ветвей, обружкой вершины, срубкой дерева на половине высоты или наконец посадкою на пенё, с тем, чтобы в подгонных целях воспользоваться уже вторым порослевым поколением. Опыт показал, что при большой разнице в быстроте роста, какая наблюдается между ильмовыми и дубом, срубка боковых веточек и вершин не достигает цели, т.-е. не в состоянии предупредить угнетение дуба или требует такого частого повторения, которое немыслимо в мало-мальски крупном хозяйстве. Средняя степень, в виде вырубki пол-дерева или срубki его на высоте дуба, только калечит ильмовые породы; а на сильную рубку не всегда решаются, из боязни слишком сильно осветить степную почву. С целью облегчить уход за дубом, т.-е. регулировать подгон, Г. Н. Высокый и др. предложил особый способ, который можно назвать сложным подгоном. Сущность его заключается в том, что подгонная роль распределяется на несколько пород в последовательном порядке и с таким расчетом, чтобы в молодости, пока главная порода (дуб) растет очень медленно, роль подгона выпадала на кустарниковую породу, хотя и растущую быстрее главной, но не столь быстро, как ильмовые, и имеющую кроме того предельный рост; затем, когда главная порода перерастет свой первый и вместе с тем ближайший подгон, в роль подгона вступает следующая, то кустарниковая, то древесная, порода, но уже с более быстрым ростом, чем первая, что опасности уже не представляет, ибо в это время лет через 6—8 после возникновения посадки, главная порода, и в частности дуб, отличается значительно более быстрым ростом, чем в первой молодости. Для осуществления такого сложного подгона непосредственно рядом с дубом высаживается кустарник; следующее место в ряду занимает или тоже кустарник, но более крупный, или древесная порода — древесный подгон; в первом случае, т.-е. при наличии двухкустарникового типа, древесный подгон занимает третье место; при однокустарниковом же типе — он занимает второе. Из числа кустарников для подгона в степях употребляют: жимолость, бересклеты, желтую акацию, дерн, лещину, татарский клен, бирючину и др. Очень хороший подгон, даже в непосредственном соседстве с дубом, может составить полевой клен. В Тульских засеках, где дуб высаживается в особые коридоры, которые вырубаются среди древесной и кустарниковой поросли, успевающей через два три года покрыть лесосеку, стены этих коридоров, составленных из различных пород, берут на себя подгонную роль по отношению к высаженному дубу, но конечно они тоже требуют регулирования со стороны хозяина в виде осветления и расширения их.

3. О чистых и смешанных насаждениях.

Прежде всего постараемся ответить на вопрос, когда образуются в природе те и другие; зависит это, как и все предыдущее, с одной стороны, от свойств географической среды, с другой — от внутренних свойств самих древесных пород. Если климатические и почвенные условия таковы, что благоприятствуют росту многих древесных пород, то возникают смешанные сообщества; если, наоборот, вышеуказанные условия отличаются односторонностью, какой-нибудь исключительностью (например, очень холодный или сухой климат, бедные по минеральному составу, очень сухие или, наоборот, с избытком влаги почвы, а также солонцы щелочного типа), то тогда воз-

никают насаждения чистые, из тех пород, которые в силу своих внутренних свойств способны еще мириться или с недостатком влаги, или с ее избытком, с недостатком минеральных солей или, наоборот, с избытком щелочей и т. д. Таким образом, в природе возникают чистые сосняки на бедных и сухих песчаных почвах, черноольховые трясины в затопленных водою местоположениях или, наконец, чистые дубняки на щелочных солонцеватых почвах в нашей лесостепи. Что касается внутренних свойств самих пород, то здесь, прежде всего, играет роль их требовательность к составу почвы и к влажности ее, а затем степень светолюбия.

У нашего дуба, например, относительно большая требовательность к почве сочетается с его светолюбием и, благодаря этому обстоятельству, можно считать за общее правило, что наш дуб будет всегда расти в смешанных и сложных сообществах, за исключением того случая солонцеватой почвы, о которой было сказано выше. И, действительно, факты подтверждают только что сделанный вывод: дуб всегда имеет спутниками такие породы, как клен, ясень, ильмовые, липу или в соответствующем районе бук и граб. Будучи светолюбивой породой, дубовые насаждения быстро изреживаются и тем дают возможность поселяться под своим пологом и кустарникам и другим древесным породам, которые потом и создают те ярусы, которые так характерны для дубового леса. Здесь два момента: благоприятная почва и светолюбие действуют одинаково в одном направлении, именно оба способствуют образованию смешанных насаждений.

Другой противоположный пример представляет собою наша обыкновенная сосна; эта порода еще более светолюбива, чем дуб, и с этой точки зрения она не должна бы препятствовать образованию смешанных сообществ, но, с другой стороны, сосна — сильно выраженный сухолуб и порода с минимальным требованием к зольному составу почвы. Здесь мы имеем два момента друг другу противоположных: светолюбие сосны не препятствует образованию смешанных сообществ, а ее малая требовательность к почве неизбежно влечет образование чистых насаждений. Решающим фактором является здесь почва, так как сосна, если и мирится с бедными и сухими почвами, то все же произрастает и на почвах лучшей добротности, т.-е. на таких почвах, которые могут удовлетворить, своим чередом, запросы на зольные элементы и других более требовательных пород. Если мы обратимся к действительности, то в состоянии будем убедиться, что сосна образует и чистые и смешанные насаждения, и простые, и сложные формы; и как то, так и другое, одинаково для нее характерно. Сосна образует смеси с березой, осиной, лиственницей, елью, пихтой, липой, буком, дубом и т. д., — одним словом, со всеми породами, встречающимися в ее очень обширном ареале, поскольку почвенные условия удовлетворяют другие породы и допускают ее существование. Указанный факт образования сосною и чистых и смешанных сообществ, как видим, находит себе вполне удовлетворительное объяснение как во внутренних свойствах самой природы, так и в свойствах занимаемой ею внешней среды.

Сильная теневыносливость породы, например у ели, пихты или бука, создает тенденцию к образованию чистых насаждений, но лишь тенденцию, так как в действительности эти породы образуют в природе и чистые и смешанные насаждения и не только с теневыносливыми же породами, но и светолюбивыми, хотя последние часто бывают только вкраплены или жмутся только к опушкам, где больше света, или к местам, изреженным человеком.

Экология смешанных насаждений сильно отличается от экологии чистых насаждений. Смешанные насаждения, прежде всего, лучше утилизируют занятую ими среду, климат и почву; если они состоят из светолюбивых и теневыносливых пород, то они пропускают сквозь свой полог и большее количество осадков и большее количество лучистой энергии, т.-е. света и тепла;

породы с плоским укоренением, произрастая вместе с породами с глубоким укоренением, с лучшим результатом используют разные горизонты почвы и грунта; породы с неодинаковыми требованиями к зольным элементам опять-таки полнее будут утилизировать почвенные растворы. Там, где не может уже произрастать светолюбивая порода, теневыносливая может найти себе достаточное количество света. Эта лучшая утилизация среды имеет целый ряд последствий и, прежде всего, лучшую почвозащитную способность смешанных насаждений по сравнению с чистыми; так, благодаря большому доступу осадков, а, главное, света и тепла, подстилка в смешанных насаждениях находится в лучших условиях для своего разложения, чем в чистых насаждениях; кроме того, смешение листьев разных форм, переслаивание листвы и хвои и т. п. моменты создают условия для лучшего проникновения воздуха в подстилку, делают ее более рыхлой, пружинистой и, таким образом, в связи с вышеприведенными уже соображениями обеспечивают наличие мягкой подстилки, а не грубокислых форм ее. Это обстоятельство, в свою очередь, как мы знаем, влечет за собою лучшую утилизацию стока, лучшее проникновение атмосферной воды в почву, наличие животно-населения в последней, а оттого и большую рыхлость верхних горизонтов почвы, структурный характер их и большое количество гумуса в самом составе почвы. В связи со сказанным никогда не замечали никакого утомления почвы.

Эта лучшая почвозащитная способность смешанных насаждений имеет еще другое последствие — большую возобновительную спелость почвы, благодаря чему под пологом таких насаждений раньше появляется самосев, естественно, что в большем количестве и лучшего качества. Стоит только сравнить угнетенность елового подроста под пологом ельников и гораздо более жизнерадостный вид такого же подроста в смешанных насаждениях из ели и из сосны. Это обстоятельство происходит также и оттого, что полог сосново-еловых насаждений пропускает больше света. Указанные преимущества наблюдаются особенно при смешении теневыносливых элементов с светолюбивыми, с одной стороны, а с другой, эти выгоды приходится преимущественно на долю подроста из теневыносливых пород, а не светолюбивых. В смешанных насаждениях в более полной мере могут быть использованы и лесозащитные функции некоторых пород, чем в чистых; берега, слегка возвышающаяся над еловым пологом, защищает последний в молодых возрастах от заморозков.

Затем следует указать на большую биологическую устойчивость смешанных насаждений перед чистыми; породы ветровальные, как, например, ель, приобретают большую устойчивость при смешении их с сосной — породой ветроустойчивой; к тому же ель, как порода, легко повреждаемая огнем, легче противостоит пожарам в смешанных хвойно-лиственных или в сосновых насаждениях. Если в последнем случае ель даже будет повреждена пожаром, а затем станет жертвою короедов, то такая площадь при участии сосны не обратится в пустырь: сосна, слегка обожженная, как показали наблюдения многих лесоводов, начинает усиленно плодоносить, а затем, впоследствии, под ее пологом появится еловый подсел.

В смешанных насаждениях снеголом и снеговал в силу большей рыхлости полога не так опасен, как в чистых насаждениях.

Большинство насекомых одноядны и потому от них страдают в большей мере чистые насаждения, чем смешанные, где насекомое, отыскивая свою породу, рискует на этом пути быть уничтоженным своими врагами. Если же даже какая-нибудь порода и сильно пострадает от какого-нибудь насекомого, то все же данный участок смешанного леса сохраняет свойства лесного сообщества и не превращается в пустырь.

В смешанных насаждениях стволы лучше очищаются от сучьев, и во многих случаях смешанные сообщества характеризуются большей производительностью. Взаимное отношение древесных пород друг к другу в смешанных насаждениях более сложно по характеру, чем в чистых: здесь и борьба за существование сильнее, но и защитное влияние, взаимное приспособление и даже взаимопомощь выражены тоже более рельефно. Напомню только о таких фактах, как распределение в различные сроки вегетационного периода максимального использования тех или иных зольных элементов, затем участие представителей семейства мотыльковых, участие белой и черной ольхи в составе насаждений из пород, не могущих усваивать свободный азот атмосферы.

4. О насаждениях простых и сложных.

Самым простым случаем сложного насаждения будет насаждение с почвозащитным подлеском, т. е. таким нижним ярусом, который не в состоянии в данных условиях вырасти и выформироваться в высокоствольное насаждение. Такой случай наблюдается, во-первых, тогда, когда данный подлесок состоит из пород кустарниковых, по самому существу своему не могущих превратиться в высокоствольные деревья; но такой случай осуществляется также и тогда, когда подлесок состоит из древесных пород, вообще говоря, высокоствольных, но при данных условиях почвы и грунта не могущих превратиться в высокоствольник, например, липа на бедных супесях, ель и дуб на песчаных почвах. Наконец, третий случай носит уже переходный характер, когда древесная порода подлеска только потому не растет в высоту, что сильно угнетена верхним ярусом, при прореживании которого или при уборке которого она обычно оправляется. Этот случай наблюдается тогда, когда верхний ярус состоит из породы теневыносливой, например ели. Липа под ельником часто дает только подлесок в силу только что указанного обстоятельства, тогда как липа в сосновых борах не выходит из стадии подлеска по другой причине — по несоответствию почвы, по бедности ее зольными элементами или влагой для данной породы. В таких случаях липу, ель или дуб называют голодающими формами, так как главная причина их плохого роста лежит в недостаточности почвенного питания и в меньшей степени здесь играет роль социальный гнет; наоборот, липа под елью угнетена в силу биосоциальных причин, а не физико-географических.

Очень распространены у нас в природе двух- и трехъярусные насаждения, снабженные притом подлеском; так, в нашей лесостепи на супесях и легких суглинках сосна образует сложные насаждения, где верхний ярус образуется ею, второй — дубом с некоторыми его спутниками, иногда липой, третий — из бересклета и других кустарников. Наши дубравы обыкновенно представляют собой не только насаждения смешанные, но и сложные, где верхний ярус состоит из дуба, ясеня, клена, ильмовых, второй — из липы или полевого клена, третий — клена татарского и целого ряда кустарников.

Образование чистых и смешанных насаждений, простых и сложных форм не является, конечно, каким-либо капризом или случайностью, а представляет собою явления вполне закономерные, зависящие от тех же факторов лесообразования, наличие которых нам удавалось обнаруживать решительно во всех явлениях, которые мы до сих пор изучали. Мы говорим, что образование тех или иных насаждений зависит как от внутренних свойств пород, с одной стороны, так и от условий среды, с другой. Породы светолюбивые, как рано изреживающиеся, неизбежно влекут за собою, если только местные почвенные условия это допускают, образование смешанных и сложных форм.

В этом отношении чрезвычайно характерен дуб, который в силу присущих ему свойств — светолюбия и требовательности к составу почвы — всегда неизбежно тем самым влечет за собою образование смешанных и сложных сообществ. Из этого общего правила есть только одно исключение, это образование дубом чистых и одноярусных насаждений на содовых солонцеватых суглинках в нашей лесостепи; дуб лучше, чем другие породы, переносит некоторый избыток щелочи почвы и потому образует в подобных условиях насаждения, правда, плохого роста, корявые, покрытые лишаями, с очень плохо развитой кроной, часто суховершинные. В остальных случаях дуб всегда образует смешанные и сложные сообщества.

Наша обыкновенная сосна в силу своего светолюбия также склонна к образованию смешанных и сложных сообществ, но лишь там, где почвенные условия допускают произрастание других пород, более требовательных к составу почвы, чем сосна. Отсюда происходит столь характерное для нашей сосны обстоятельство, как образование ею в колоссальных масштабах чистых и одноярусных насаждений, с одной стороны, смешанных и сложных сообществ, с другой. Тогда как у дуба два основных его свойства — светолюбие и требование к почве — одинаково влекут за собою один и тот же результат, т. е. образование смешанных и сложных сообществ, у нашей сосны оба эти качества направлены в разные стороны, именно, светолюбие — в сторону образования смешанных сообществ, а ее нетребовательность к составу и влажности почвы, наоборот, в сторону образования чистых насаждений, но так как сосна произрастает почти на всех родах почвы, то фактически она произрастает и в чистых насаждениях, и в смешанных, и дает простые и сложные формы. Иначе говоря, в деле образования того или иного рода сообществ у сосны решающую роль играют местные почвенные условия. С какими породами может сосна образовывать смешанные и сложные насаждения? Решительно со всеми, какие встречаются в пределах ее громадного ареала, но, конечно, лишь на таких почвах, которые допускают существование других, более, чем сосна, требовательных пород. Сосна образует смешанные насаждения с елью, пихтой, буком, дубом и т. д., но сочетания ее с этими и другими породами бывают различны.

Ель на почвах, не вполне ей отвечающих, образует только подлесок, с улучшением почвенных условий дает уже второй ярус и, наконец, на почвах, достаточно отвечающих требовательности ели, она образует с сосной смешанные насаждения в одном ярусе; постепенно же по мере перехода от супеси к суглинкам ель даже вытесняет и подчиняет себе сосну.

Чем благоприятнее климат для древесных пород, чем он более теплый и влажный, тем замечается большее преобладание смешанных насаждений перед чистыми; наоборот, по мере приближения к верхнему пределу древесной растительности или к северу начинают преобладать чистые насаждения. Чем благоприятнее почвенные условия, тем, опять-таки, будут преобладать смешанные насаждения.

Легкость семян и быстрота роста породы тоже влияет на образование чистых и смешанных насаждений, но здесь названные качества обуславливают собою лишь временные стадии чистых насаждений; впоследствии, когда они сомкнутся, под их пологом начинают селиться теневые породы с более тяжелыми семенами и постепенно, в силу более длительного своего роста, или вытесняют приютившую их породу, или образуют с ними различные смеси.

Для образования сложных насаждений необходимо, чтобы породы, образующие разные ярусы, были бы разной теневыносливости и, именно, таким образом, что чем ниже ярус, тем большей теневыносливости должна быть порода. Ель под сосной может образовать второй ярус, но сосна под елью не может; бук под сосной или дубом, опять-таки, может произрастать

во втором ярусе, но дуб или сосна под буком в виде целого насаждения расти не могут.

Перейдем теперь к выяснению свойств сложных форм леса. Подлесок и второй ярус вносят в жизнь первого яруса целый ряд особенностей, то выгодных, то невыгодных для жизни первого яруса. Первоначальное мнение о безусловной полезности подлеска, под влиянием опыта и наблюдений, должно было смениться более сложным представлением о тех разнородных влияниях, какие вносят в жизнь леса нижние ярусы.

Всякий нижний ярус, прежде всего, конечно, усилит влагозадерживательную способность полога, т.-е. уменьшит количество осадков, которые в состоянии будут достигнуть лесной почвы. Если перед нами было сосновое насаждение и оно задерживало 20% осадков на своих кронах, то там, где такое же насаждение сосны имеет второй ярус из ели или еловый подлесок, почва будет недополучать еще около 40%. Выгодно это или нет? В местностях с обилием почвенной влаги это обстоятельство может быть даже выгодно, но, в обычных случаях, на почвах свежих еловый подлесок заметно будет влиять иссушающим образом.

Кроме осадков, второй ярус или подлесок будет также задерживать и лучистую энергию, т.-е. количество света и тепла. Это обстоятельство может быть, опять-таки, невыгодно: в отношении света для пород светолюбивых, в отношении тепла для пород теплолюбивых; благодаря, например, еловому подлеску возобновление сосны будет затруднено. Подлесок и второй ярус, задерживая ветер и увеличивая относительную влажность воздуха, уменьшают физическое испарение с поверхности лесной почвы, но увеличивают расход влаги в силу собственного физиологического испарения. Наблюдения в Германии показали, например, что подлесок ели, искусственно введенный под полог дубового леса, вызывал на почвах свежих суховершинность дубов; этого рода наблюдения были подтверждены затем и объективным исследованием Билера; на почвах мокрых еловый подлесок такого действия не оказывал. Другого рода наблюдения именно благоприятного характера характеризуют подлесок из бука под тем же дубовым лесом. В германской практике сложилась даже такая поговорка, что бук — мамка дуба, а ель — волк в отношении лиственного леса.

Подлесок и второй ярус усиливают подстилку, но, опять-таки, влияние такой подстилки будет зависеть от того, к какому типу — к кислому или мягкому — она будет принадлежать. Здесь, опять-таки, все дело будет зависеть в первую очередь от породы, которая образует подлесок, затем от густоты самого подлеска, а затем от условий местного климата и почвы; на почвах мокрых или, наоборот, сухих, на почвах бедных и, в особенности, лишенных извести, на почвах холодных уже по своему составу, на северных экспозициях и т. п. будет легко образовываться кислый перегной. Ель, опять-таки, более склонна давать кислый перегной, чем бук или липа, а последние породы в большей мере склонны к кислому перегною, чем полевой или татарский клен.

Подлесок из кустарников представляет ту выгоду, что создает приют для пернатого населения леса, который в большинстве своих представителей является полезным агентом в жизни леса. Подлесок устраняет при изреженности верхнего полога светолюбивый покров из леса и водворяет на прежнее место свойственную лесу тенелюбивую подлесную флору.

Одним словом, мы видим, что подлесок, а также второй ярус по существу своих влияний не отличается, да и не может отличаться от того коллективного влияния полога любого насаждения, которое мы уже рассмотрели раньше, когда речь шла о создании лесом своей собственной внутренней среды. Подлесок и второй ярус, как показали исследования, влияют не только на

внутреннюю среду и на возобновление леса, но и на рост его. Есть немецкие исследования, которые показывают, что одна вырубка подлеска, совершенно не трогая верхнего яруса, отражалась, однако, на приросте последнего (прирост под влиянием вырубки подлеска усиливался, в особенности, правда, в нижних частях стволов). Это явление, вероятно, можно привести в связь с улучшением питания верхнего яруса по вырубке подлеска. В свою очередь, конечно, и верхний ярус влияет, и притом угнетающим образом, на нижние и, в частности, на подлесок. Об этом уже было так много речи раньше, что я могу теперь обойти эту тему и предлагаю только припомнить то паразитическое угнетение, которое испытывает подрост под пологом насаждения; аналогично этому, но в разных степенях, конечно, будет и влияние верхнего яруса на нижний. Так как, однако, нижний ярус составлен из пород более теневыносливых, чем породы верхнего яруса, то угнетение здесь не будет выражаться так сильно, как в подросте, где порода часто одна и та же. Кроме того, надо всегда отличать, как уже было упомянуто раньше, угнетение второго яруса или подлеска по причинам физико-географического характера от угнетения, происходящего в силу конкуренции.

Здесь, в сложных насаждениях мы встречаемся с новой проблемой борьбы и вообще взаимных отношений между разными биосоциальными кругами или между разными лесными сообществами. В чистых насаждениях мы имели дело с взаимодействием между индивидуумами одного и того же характера, в смешанных насаждениях — как между ними, так и между разными видами, и, наконец, в сложных насаждениях дело еще больше осложняется, так как налицо остаются все те же элементы взаимоотношений, но сюда присоединяется еще момент обоюдозависимостей между одним целым насаждением и другим, под ним находящимся. Если каждый ярус притом будет представлять собою смешанное насаждение, то мы будем иметь пред собою чрезвычайно сложную систему разнородных взаимодействий и взаимоотношений, то положительных, то отрицательных, неотделимых одно от другого, — и борьбу, и сотрудничество, и покровительство друг другу. Такое усложнение жизни, если не для каждой отдельной особи, то для жизни целого и для жизни отдельных видов, его составляющих, дает гарантию большей биологической устойчивости. Вопрос этот, однако, к сожалению, с указанной точки зрения еще почти совсем не разработан, и трудность и сложность этой темы едва ли дает возможность на скорое получение ответов, основанных не на субъективных наблюдениях, а на объективных данных.

5. Об одновозрастных и разновозрастных насаждениях.

Кроме простых и сложных, чистых и смешанных насаждений мы различаем еще различные лесные сообщества — одновозрастные и разновозрастные. Называть одновозрастным насаждение лесоводы позволяют себе в том случае, когда различия в возрасте пород, составляющих насаждения, не превышают 20 лет, при чем, однако, подрост не принимают во внимание. В случае же большей разницы в возрасте насаждения относятся к разновозрастным. Ясное дело, что граница этих понятий чисто условная и вызвана практическими требованиями лесоводства; возрастная структура имеет большое значение в жизни и биологической устойчивости самих сообществ, как это мы и увидим ниже.

Одновозрастные насаждения, в свою очередь, могут быть разделены на две категории: на абсолютно одновозрастные и на относительно одновозрастные; к первому случаю относятся посадные насаждения и посевные, т. е. насаждения искусственного происхождения, и иногда, впрочем, тоже посев-

ные, но естественного происхождения, как, например, возникшие в хороший семенной год.

В пределах одновозрастных насаждений можно различить еще следующие категории возраста: стадию чащи, стадию жердняка, а дальше стадии приспевающих и спелых насаждений. За этими, тоже утилитарного происхождения, терминами скрывается большой биологический смысл. Возраст чащи характеризует период от начала смыкания деревьев до начала резкого расчленения насаждения по классам господства; пока насаждение мало дифференцировано, оно характеризуется большой густотой древостоя, отсюда и самый термин — чаща. Когда же начинается усиленное расчленение насаждения по классам господства, тогда лесное сообщество вступает в жердневый возраст; это совпадает с периодом большого роста в высоту, и вместе с тем с возрастом, когда насаждение имеет наибольшую хворостяную и листовую массу. Иначе говоря, возраст жердняка есть стадия в жизни насаждения, когда становится заметным естественное изреживание насаждения, когда происходит усиленное выделение угнетенных классов, когда кульминирует прирост в высоту, и достигает максимума количество хвороста, что, в свою очередь, влечет за собой наибольшую потребность в зольных элементах и наибольшую требовательность к составу почвы. По всей вероятности, в этом же возрасте и в наибольшей мере замечается иссушающая роль насаждения, а также достигает максимума влияние насаждения на почву по двум причинам: во-первых, потому, что в этой стадии скопляется наибольшее количество мертвого покрова, а во-вторых, потому, что внутренняя среда в это время наиболее отчетливо, наиболее резко выделяется. Когда период большого роста приходит к концу, насаждение начинает плодоносить и к этому времени обычно бывает уже достаточно в естественном процессе жизни изрежено для того, чтобы, если не на всем протяжении, под пологом, то хотя бы в окнах создать благоприятные условия для восприятия потомства. Борьба за существование между деревьями идет в это время менее энергичным образом, и как бы взамен этой борьбы возникает новая борьба между материнским пологом и подростом, борьба, которая отчетливее всего видна уже в спелом возрасте.

В разновозрастных насаждениях, как чистых, так и смешанных, возрасты обыкновенно распределены по группам; это разъединение по группам имеет такое же большое значение для сохранения каждой отдельной группы одной какой-либо породы в борьбе ее с соседними группами той же породы, как и в том случае, когда групповая структура характеризует смешанные насаждения. В пределах каждой группы происходит свое расчленение по классам господства, своя борьба за существование, которая, однако, не ведет к уничтожению данного вида или данной породы; каждая группа отстаивает себя от соседней, с возрастом каждая группа становится малочисленней и к возрасту спелости насаждение может приобрести совсем иную структуру: здесь может случиться смешение деревьев поствольное или иногда гнездовое; но такой характер смешения в спелом возрасте еще ничего не говорит о том, каков характер смешения был в возрасте более молодом. Такая групповая структура, и по возрасту, и по породам, создает лесу большую устойчивость, большую консервативность формы и постоянство внутренней среды. Оттого, быть может, только в разновозрастных насаждениях мы находим подходящий резонансовый материал, от которого требуется равномерность строения годичных колец.

Познакомившись с разными формами насаждений, быть может, вполне естественно спросить, какие же из них более совершенны и какие менее? Если мы вспомним, что в исключительных условиях роста, как, например,

на очень бедных почвах или на солонцеватых или же на почвах с избытком влаги и т. п., только и могут произрастать чистые насаждения той или иной породы, то так специально поставленный выше вопрос может показаться совершенно праздным.

В исключительных условиях почвенных и климатических не может быть ни смешанных, ни сложных насаждений, и чистые насаждения там вполне устойчивые образования.

Но если мы отвлечемся от этой вполне законной точки зрения и поставим вопрос в более отвлеченном виде, то на него можно ответить таким образом: тем сообщество лесное будет совершеннее, чем оно в большей мере использует всю географическую обстановку, т.-е. и климат, и почву; с этой точки зрения, конечно, смешанные, сложные и разновозрастные насаждения будут объектами более совершенными, чем насаждения чистые, одноярусные и одновозрастные; но само собой разумеется, что эта степень использования будет находиться в связи и зависимости от степени добротности климата и почвы. Чем благоприятнее последние, тем большее число конкурентов растений может претендовать и может использовать данную обстановку; но чем больше претендентов, могущих образовать сообщество, тем сложнее становятся и их взаимные отношения, тем резче проявляется между ними борьба, тем резче также дают себя знать и другие стороны взаимной жизни: сотрудничество, взаимная защита и взаимное приспособление друг к другу. Чем же больше точек соприкосновения между членами одного сообщества, чем разнообразнее их взаимное отношение, тем устойчивее такое сообщество в биологическом отношении, тем более обеспечено возобновление такого леса и тем легче он залечивает раны, причиняемые или человеком, или разными стихийными бедствиями, как, например, пожаром или нападением насекомых. Чем больше биосоциальных кругов входят в состав сообщества, взаимно влияя друг на друга, тем лесное сообщество будет более устойчиво.

IX.

Заключительная глава о природе сочетаний деревьев в насаждениях.

Заканчивая настоящий отдел учения о лесе, который можно озаглавить «о биосоциальной природе леса», я полагаю, что будет небесполезно воскресить все те новые факты, с которыми мы ознакомились, а вместе с тем собрать воедино и те обобщения, которые мы сделали и которые мы имели право сделать на основании приведенных фактов. Такое краткое повторение я считаю полезным потому, что оно должно укрепить в нас цельность представления о лесе, а цельность такая, на мой взгляд, является очень важным фактором для уяснения природы любого предмета.

Итак, мы видели, во-первых, что деревья, выросшие вне леса на полной свободе, имеют другой облик, чем деревья, выросшие в лесу; иной облик носит их крона и ствол, который и короче, и более сбежист, чем ствол дерева в лесу. Происходит это от иных условий питания дерева на свободе, по сравнению с деревом, выросшим в лесу. Дерево на свободе пользуется большим количеством света, большим количеством осадков, большей влажностью почвы, большим объемом почвы и грунта, большим количеством зольных элементов, — и все это благодаря отсутствию конкурентов, если не считать, конечно, представителей травяного покрова, которые могут занимать территорию вокруг свободно стоящего дерева. Но этого мало: мы видели, кроме того, что дерево на свободе отличается большим плодоношением, несколько иным анатомическим строением древесины; оно больше испаряет влаги, чем дерево

в лесу, которое всегда защищено от ветра и инсоляции и окутано более холодной и более влажной атмосферой. Таким образом, мы видим, что дерево на свободе обладает иным ростом, иной формой, несколько иными физиологическими и биологическими отправлениями; мы лишним раз убеждаемся в правоте общего положения биологии, что с формой тесно связаны отправления и что с иной формой и отправлением, в свою очередь, тесно связана иная обстановка жизни.

Анализируя только что упомянутые факты, мы не могли не прийти к тому выводу, что все они обязаны своим существованием наличности социального момента в лесу или отсутствию такового у свободно стоящего дерева. Только такой социальный момент, или момент взаимодействия организмов друг на друга, влечет за собой и иные условия питания и иные условия жизни вообще и потому мы вправе рассматривать эти измененные условия, как явления вторичные, а социальный фактор, как явление первичное. Мы видели, что социальный фактор не ограничивается изменением внешности растений и условий его жизни, но проникает и вглубь организма, изменяя как анатомическое строение, так и, до известной степени, внутренние отправления, питание, испарение, плодоношение.

Исходя из сказанного, мы можем далее утверждать, что лес есть совокупность измененных древесных растений, что перед нами своего рода социальный индивидуум. Вот первый ряд фактов, который послужил нам основанием для утверждения, что лес не есть простая совокупность или простое множество деревьев, а такое соединение их, в котором обнаруживается совершенно реально, совершенно осязаемо их взаимодействие друг на друга.

Далее мы видели, что деревья в лесу, даже в лесу одновозрастном, при равномерном распределении их на площади в лесу, происшедшем, например, путем посадки, тоже неодинаковы, что они расчленяются по своему росту и облику на классы господства. Мы различили пять классов господства и видели опять-таки, что и здесь дело не ограничивается различием в росте и внешнем облике, но что момент взаимодействия проникает глубже, изменяя анатомическое строение, питание, испарение и плодоношение; мы видели, кроме того, что не только кроны и стволы при сличении деревьев разных классов господства различны, но что в такой же мере различна у них и корневая система. Мы познакомились затем с явлением общим для всякого леса, где бы он ни существовал, именно с фактом уменьшения числа стволов с возрастом и с законом соперничества, или еще иначе, с законом борьбы за существование. Мало того, лесоводство, обнаружив это явление, вскрыло вместе с тем и закономерность его, показав на весьма и весьма многочисленных примерах, что ход борьбы за существование зависит, с одной стороны, от внутренних свойств данной породы, с другой, — от внешних условий, затем от возраста насаждений, густоты его, формы и т. д. Между социальными явлениями, с одной стороны, и географической средой, с другой — существует глубокая связь; социальные условия определяют развитие организмов, с одной стороны, с другой — внутренние свойства организма определяют социальные явления.

Таким образом, в живой жизни мы видим, что три момента тесно связаны друг с другом, именно — внутренние свойства организмов, внешняя, или географическая, среда и среда социальная. Какое бы явление в жизни леса мы ни взяли, мы всегда неизбежно встретимся с влиянием этих трех моментов: будь то внешний облик дерева или рост древесных пород, размножение их, возобновление леса, смена пород, характер почвенного покрова — везде и всюду мы в состоянии будем обнаруживать совокупное влияние этих трех координат жизни. Всякая жизнь на земле есть прежде всего явление, принадлежащее к биологии, затем оно всегда есть и явление биогеографическое

и, наконец, оно всегда есть явление биосоциальное. Всякая жизнь, в том числе и жизнь леса, есть явление биосоциальное и биогеографическое. Далее мы видели, что, кроме борьбы за существование, в лесу наблюдаются и другие виды взаимодействия древесных пород, как-то: взаимное покровительство и сотрудничество, защита и взаимное приспособление. Вместе с тем, мы старались показать, что в живой действительной жизни указанные явления изолированно не существуют, мы старались показать, что это лишь разные стороны одной многогранной жизни, что мы можем, конечно, оторвать эти грани, обособить их в целях лучшего изучения и исследования, но что в действительной жизни соперничество тесно связано с защитными влияниями. Такого рода отдельные стороны социальных воздействий являются друг в отношении друга как бы антагонистами, и, как это ни странно на первый взгляд, эти противоречивые явления, эти антагонистические силы и создают в конце концов взаимное приспособление древесных пород друг к другу и ту удивительную гармонию взаимных отношений, какую мы наблюдаем в лесу.

Познакомившись с явлением взаимодействия древесных пород друг на друга, мы затем довольно подробно остановились на другой коренной черте леса — на способности его претворять, изменять занятую им среду. И количество осадков, проникающих сквозь полог леса, и количество лучистой энергии, которую лесной полог пропускает в свои недра, и задерживающее влияние ветра, количество и качество подстилки, состав и характер живого покрова и т. д., и т. д., — все это зависит, во первых, от состава леса или, иначе говоря, от внутренних свойств древесных растений, затем от географической среды и, наконец, от моментов самого лесного сообщества, т. е. будет ли оно густое или редкое, молодое или старое, простой или сложной формы и т. д. Лес, как мы знаем теперь, создает свою собственную внутреннюю среду, а то видоизменение облика дерева, то изменение внутреннего его строения, те перемены в физиологических отправлениях, та угнетенность роста, которая свойственна всякому дереву в лесу и которую в наибольшей степени мы наблюдали у подростка, — все это мы вправе рассматривать, как приспособление наших организмов к этой внутренней социальной среде. Доказательством этого положения являются такие факты, как появление суховершинности у деревьев, внезапно выставляемых на простор, как гибель подростка, если он опять-таки не постепенно, а сразу будет выставлен на свободу. Деревья в лесу, начиная от господствующих классов и кончая угнетенными и подростом, все в разной степени приспособлены к окружающим условиям внутренней среды леса. Итак, деревья в лесу не только приспособлены к внешней географической среде, т. е. к климату, почве, грунту и т. д., но и к своей собственной внутренней среде и друг к другу.

Все рассмотренное нами касается взаимных отношений древесных растений друг в отношении друга, но в пределах, если можно так выразиться, одного социального круга. Факты, с которыми мы ознакомились, однако, показывают нам еще иное, а именно, что в лесу мы можем наблюдать не только взаимное влияние деревьев друг на друга, но и взаимное скрещивание или взаимное влияние разных социальных кругов. Мы видели влияние верхнего или материнского яруса на подрост, мы видели также, как влияет верхний ярус на подлесок и обратно, как влияет подлесок на вышележащие его ярусы. Мало того, мы видели также, что травяной или живой покров в лесу опять-таки несет на себе в своем составе и экологическом характере следы влияния верхнего яруса или отпечаток внутренней среды леса; мы видели, что живой покров в лесу состоит преимущественно из растений теневыносливых и приспособленных к тем внутренним условиям, какие создаются разнообразным и коллективным влиянием полога. Мало и этого: мы показали, кроме того, что в лесу, состоящем из совокупности насаждений, последние не просто

находятся бок-о бок друг с другом, по опять-таки взаимно влияя друг на друга; в особенности сильны эти влияния, конечно, на той периферии, где соприкасаются два лесных сообщества между собою. И как в деле взаимного влияния деревьев друг на друга элементы борьбы оказываются неразрывно связанными с элементами защиты, так и здесь во взаимном влиянии одного социального круга на другой мы вновь сталкиваемся с тем же влиянием, — мы видим и здесь сочетание тех же явлений — и характера борьбы, и характера защиты. В тени южной стены леса создаются благоприятные условия для появления нового леса, так как всходы могут не опасаться сильного нагрева, опала шейки и т. п., но когда всходы подрастут, они на-ряду с этим благотворным влиянием защиты будут испытывать и конкуренцию в отношении зольных веществ и других моментов со стороны корней материнского

*Кривая возобновления на лесосеке шири-
ной 60 м. в типе „бор по невысоким холм.“*

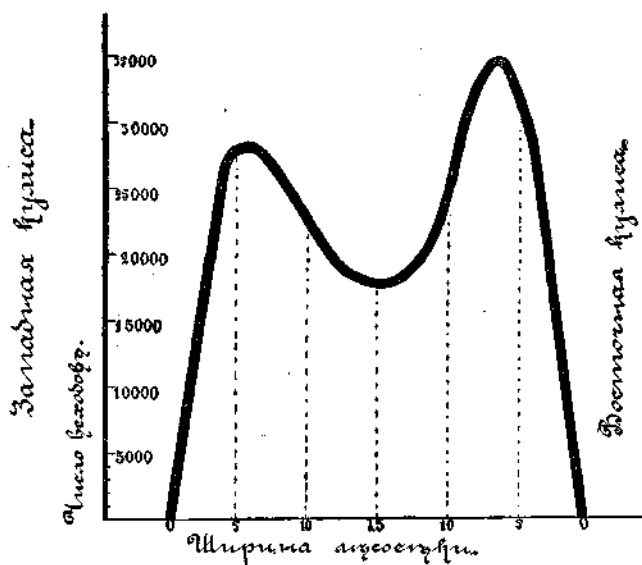


Рис. 84.

насаждения или прилегающей стены леса. Сумма этих обстоятельств, могущая влечь неравномерность роста деревьев на лесосеке, уже отмечалась нами выше (см. рис. 55, 56, 57). Обсуждая примеры влияния стены леса на прилегающие молодняки, мы в своем месте убедились, поскольку при приближении к стене высказывается отсталость в развитии молодых деревьев. Отличным примером, что подрост терпит ущерб и в количественном отношении, могут служить данные, полученные моим учеником В. Желтолаповым, который исследовал возобновление сосновых насаждений Голодаевской дачи, Казанской губ. Он приходит к выводу, что в типе «бор по невысоким холмам» возобновляется та продольная полоса лесосеки, которая находится на таком расстоянии, что семена свободно залетают сюда, т.-е. та полоса, которая хорошо отеняется бросаемой стенами тенью, значит меньше инсолируемая, на которой, кроме того, не проявляется конкурирующее влияние корней деревьев предстоящих стен (рис. 84 и 85).

Таким образом, в какой бы лес мы ни отправились, какое бы место ни наблюдали, везде и всюду мы встречаемся с одним и тем же основным явлением — взаимодействием организмов между собою и взаимодействием между их сообществами, иначе говоря, центральный пункт нашего внимания — биосоциальный феномен. Мне кажется, мы достаточно обосновали реальность его, во-первых, и закономерность его проявления, во-вторых. У нас остается один пробел — указание на то, что жизнь животных в лесу тоже тесно спаяна со свойствами леса, тоже представляет собою приспособление к социальной среде леса, тоже находится как в зависимости от леса, с одной стороны, так, с другой стороны, влияет на жизнь леса. В лесу стихийном или девственном нет ни полезных, ни вредных животных, — там все полезно для леса; и белка и сойка и другие животные, поедающие жолуди, не являются, однако, в силу этого истребителями дуба, а, наоборот, агентами распространения его, — факторами жизни и возобновления леса. Лес не есть только общежитие древесных растений, он представляет собою общежитие более широкого порядка; в нем не только растения приспособлены друг к другу,

Кривая возобновления на лесостепи шириной 40 км в типичной «борьбе» между лесом и степью

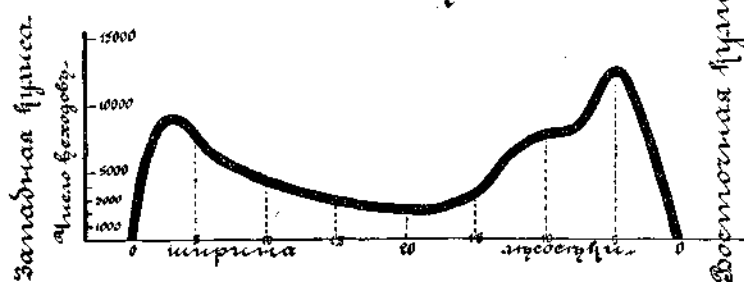


Рис. 85.

но и животные к растениям и растения к животным; все это взаимно приспособлено друг к другу, и все это находится под влиянием внешней среды, под властью земли и неба. Это взаимное приспособление всех живых существ друг к другу в лесу, в тесной связи с внешними географическими условиями, создает в этой стихии свой порядок, свою гармонию, свою устойчивость и то подвижное равновесие, какое мы всюду наблюдаем в живой природе, пока не вмешивается человек. Такое широкое общежитие живых существ, взаимно приспособленных друг к другу и к окружающей среде, получило в науке — зоогеографии — удачное название **биоценозы**, — и лес есть не что иное, как один из видов такой биоценозы.

Итак, лес или часть его — лесное насаждение — есть некое социальное единство, есть сообщество, есть реальная совокупность, есть биоценоза, есть, наконец, ландшафт. Перечисляя эти наименования, я хочу подчеркнуть те разнообразные источники, из которых возникают новые пути к новой науке, к социальной биологии или биологии коллективов, биологии сложных организмов. В одинаковой мере можно было бы назвать эту нарождающуюся науку и социальной биогеографией, так как географическая обусловленность биосоциальных явлений после сказанного не может подлежать сомнению. Дарвин был первый ученый, понявший жизнь, притом всякую жизнь, как явление социального порядка. Рядом с Дарвином следует поставить дру-

гого автора, не менее крупного и много сделавшего для социальной биологии, но автора, который до недавнего времени был мало известен, скрывался в тени и не был популярен. Имя этого автора — лесоводство, т.е. коллектив, коллективные усилия целого ряда поколений лесоводов; они создали нам колоссальный материал, они подметили закономерности и они, в тиши лесов незаметные, создали глубоко поучительную главу социальной биологии, учение о лесе, как о сообществе. Это и не могло быть иначе, так как лесоводство само, как увидим впоследствии, есть социальное растениеводство и нужды этого благородного искусства — и бессознательно и сознательно, но одинаково неудержимо — влекли лесоводов на путь социальной биологии. Далеко до создания экологической географии растений лесоводы владели и ими добытыми фактами, и ими вскрытыми закономерностями, и только назывались все эти явления не экологическими, а лесоводственными. Лесоводство самобытно, самостоятельно создало свою собственную науку — учение о лесе или отрасль социальной биологии. На-ряду с Дарвином и лесоводством надо поставить и другие источники этой новой области человеческого знания; сюда принадлежат и новейшие течения в биогеографии, в частности учение о ландшафтах; сюда примыкает и зоогеография с своим учением о биоценозах, затем экологическая география растений и, наконец, новейшее течение в области статистики — учение о реальных совокупностях. И прежде чем идти нам дальше, я позволю себе остановиться на справедливости сказанного, т.е. приведу примеры из литературы, показывающие внутреннее сродство таких разнообразных дисциплин, какие упомянуты были выше.

В числе определений леса я назвал его уже реальной совокупностью. В замечательных очерках по теории статистики А. А. Чупрова находим мы чрезвычайно интересные для нас и чрезвычайно важные разъяснения, касающиеся леса, как одного из примеров реальной совокупности. Совокупностям, создаваемым нами и не существующим вне нашего сознания, например, число рождений и смертных случаев и т. д., могут быть противопоставлены совокупности реальные, создаваемые жизнью. Это уже будут не только коллективные понятия, но и коллективные существа. Деревья в лесу, — говорит Чупров, — стоят в прочных взаимоотношениях друг к другу и образуют нечто единое, независимо от того, подвергаются они объединению в групповое понятие или нет. Дать, однако, точную формулировку содержания реальной совокупности представляется по Чупрову задачей нелегкой; элемент взаимодействия между входящими в совокупность единицами Чупров считает признаком недостаточным, так как и куча песка, где между отдельными песчинками действуют силы взаимного притяжения, тоже на основании этого определения представляла бы собою реальную совокупность. По Чупрову, важным дополнением должно являться указание на то, чтобы здесь усматривать именно такого рода взаимодействия, которые отличаются прочностью и длительностью, иначе говоря, устойчивостью. Куча песка, раз разрушенная, не в состоянии возобновить себя без нашей помощи, тогда как лес, испытавший какие-либо изменения под влиянием человека или какой-нибудь внешней силы, сам собой, в силу собственной самодетельности и способности к возобновлению, примет снова современным прежнюю свою форму и восстановит прежние свойства в своем составе. Мне кажется, однако, что к этому указанию на устойчивость взаимодействия можно прибавить еще одно обстоятельство, характерное для живых реальных совокупностей, на какое Чупров не указывает. Песчинки, испытывая взаимное притяжение, не изменяются в своем внутреннем строении и в своей внешней форме, тогда как деревья в лесу, под влиянием взаимодействия, как мы видели выше, приобретают особую внешнюю форму, некоторые особенности внутреннего строения и, кроме того, испытывают особые изменения в своих физиологических

отправлениях. Вот это-то глубокое внедрение взаимодействия в жизненное поведение организма, превращение дерева в лесу в особый физиологический социальный индивидум и составляет, по-моему, коренную черту реальной совокупности и дает нам право рассматривать явления, наблюдаемые в лесу, как явления биосоциального порядка. Я указывал также на то, что социальный фактор является общим фактором в жизни, свойственным всякой жизни, а не только человеческой, и что Дарвин был первый — и показавший нам это, и доказавший нам это.

Чрезвычайно интересные для нас мысли такого же рода находим мы в сочинении Эспинаса — «Социальная жизнь животных». Я позволю себе привести некоторые выдержки из этого труда, вполне совпадающие с теми мыслями, которые мне хотелось высказать. Указывая на факт существования животных обществ, Эспинас указывает на то, что «ни одно живое существо не бывает одиноким», мало того, совместная жизнь в животном царстве не составляет случайного явления — *«она есть нормальный, постоянный и всемирный факт»*. «От самых низших ступеней лестницы, — продолжает он, — и до самых высших все животные в известный момент их существования входят в состав какого-нибудь общества; социальная среда составляет необходимые условия сохранения и обновления жизни; это биологический закон, который бесполезно будет выяснить как можно лучше». «Социальные факты, — продолжает Эспинас, — подчинены законам и эти законы одинаковы повсюду, где только они проявляются, так что общественный мир образует в природе значительную область, имеющую свое обособленное единство и составляющее однородное целое, гармонически связанное во всех своих частях». «Если все это верно, — продолжает свою мысль автор, — то каждый согласится, что было бы крайне интересно установить путем наблюдений всеобщность факта социальной жизни и отыскать ее *общественные законы*».

Мы видели всеобщность социальной жизни также в жизни у растений; мало того, мы не только видели конкретные факты у растений, но и закономерности в их проявлениях. Если бы нас спросили, какие же законы социальной жизни вы знаете у растений, мы бы в ответ на это указали, что борьба за существование протекает не беспорядочно, не случайно, а вполне закономерно, — завися от внутренних свойств организма, с одной стороны, и от свойств внешних, или географической среды, с другой. И, подобно этому, и все другие нами уже указанные социальные явления, будь то взаимодействие между элементами одного сообщества или взаимодействия между сообществами, — безразлично, каждый раз мы в состоянии были бы показать, что явления этого рода находятся в зависимости от упомянутых уже лесообразующих факторов, т.-е. пород и среды.

Мы упоминали уже, что вопросы, нас интересующие, разрабатываются также и современной географией. Наш известный географ Л. С. Берг в своей статье «Предмет и задачи географии» высказывается по этому поводу следующим образом: «География изучает с точки зрения распространения не отдельные единичные объекты, а всегда известную совокупность предметов и явлений в их взаимоотношениях; география не есть хронология отдельных предметов и явлений, если можно так выразиться, а есть хронология сообществ их, т.-е. хронология взаимных групп нравов людей, животных, растений, форм рельефа и т. п. на земле». «Что же представляют собою закономерные группировки предметов органического и неорганического мира на поверхности земли? — спрашивает тот же автор, и отвечает, — это есть ландшафты».

В зоогеографии помимо уже указанного труда Эспинаса есть целый ряд работ, имеющих в виду исследование животных сообществ. Мёбиус,

если не ошибаюсь, был первым, который назвал общежитием или биоценозой такой подбор живых существ по числу видов или индивидов, который в среднем соответствует условиям существования в данной среде. (Цитирую по книге П о л о в ц е в а: «Основы общей методики естествознания».) При этом все существа такого общежития взаимно обуславливаются в своем существовании и в течение ряда генераций пребывают на одном и том же ограниченном участке. Сделав эти краткие указания из соседней области, я должен еще сослаться на развитие в последние два десятилетия соответственной литературы и в области ботаники. Не имея возможности останавливаться на этом вопросе в подробностях, я ограничусь указанием на самое популярное руководство датского ботаника В а р м и н г а, которое в двух переводах явилось на русском языке, — одно из них под заглавием «Ойкологическая география растений», другой перевод под именем «Распределение растений».
