

637.615

C-82

-2354-

π

0

2354

Л

В. Н. СУКАЧЕВ

Профессор Ленинградского Лесного Института

У

631.615

С-89

Handwritten signature

БОЛОТА

ИХ ОБРАЗОВАНИЕ РАЗВИТИЕ и СВОЙСТВА

ТРЕТЬЕ ДОПОЛНЕННОЕ
И ИЛЛЮСТРИРОВАННОЕ ИЗДАНИЕ

107

2354-

Handwritten signature

Handwritten mark

И

0

ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛЕНИНГРАДСКОГО ЛЕСНОГО ИНСТИТУТА

ЛЕНИНГРАД—1926—ЛЕСНОЙ

70/100
18-7

1/2

1824

Уч. Тип. 1-го Дома Коммуны, Мойка, 54.
Ленинградский Гублит № 6168—6.000 экз.—9 п л.

Введение.

В то время, как в Западной Европе болота уже давно не только энергично разрабатываются, но и деятельно изучаются, у нас в СССР до самого недавнего времени интересовались ими очень мало. Лишь в самые последние годы они начинают привлекать к себе все большее и большее внимание, и этот интерес к ним обострился особенно в связи с бывшим топливным кризисом. Болота представляют собою хранилище огромных количеств прекрасного топлива. Это их свойство и явилось той главной причиной, что ныне они приобрели такое исключительное государственное значение.

Нельзя забывать, однако, и о другом важном значении болот, именно, как запасного земельного фонда. Болота после осушки и других соответствующих мелиораций могут дать не только хорошие лесные, сенокосные и пастбищные угодья, но часто и площади, могущие быть занятыми как огородной, так и полевой культурой. Поэтому за счет наших обширных болот и заболоченных пространств может быть увеличена площадь культурной земли. Если принять во внимание, что на долю, так называемых, „бросовых земель“, т.е. не используемых ныне площадей, которые в северной половине СССР почти целиком и являются болотами или заболоченными пространствами, приходится в губерниях Приозерного края от 13 до 20% всей площади их, что в одной Новгородской губ. (вместе с Череповецкой) болот до 2 миллионов десятин, а в других губерниях Севера заболоченность немногим уступает названным, станет понятным, что использование болот в этом направлении может иметь большое значение для увеличения посевной площади и для поднятия производительности сельского хозяйства северной половины Европ. части СССР.

При этом нельзя не отметить также то, что на севере, где животноводству предстоит и впредь играть особенно важную роль, уже теперь чувствуется недостаток в кормовой площади, который в дальнейшем еще более будет усиливаться; болота же сравнительно легко могут быть обращены в хорошие сенокосы или пастбища.

Помимо этого, торфяные залежи болот дают и ряд других ценных для сельского хозяйства материалов: прекрасную торфо-моховую подстилку, материал для компоста и торф, идущий непосредственно для удобрения. В технике же торф дает целый ряд важных продук-

тов технической и химической переработки (смолистые вещества, креозот, метиловый спирт, парафин и проч.). Наконец, во время войны на болотный мох, сфагнум, обращено серьезное внимание как на перевязочное средство. Этот мох, оказывается, должен стоять на первом месте в качестве перевязочного суррогата при отсутствии ваты и лигнина.

Таким образом, наши обширные болотные пространства, ныне не приносящие никакой пользы, могут быть весьма разнообразно и продуктивно использованы.

Болота, однако, должны привлекать наше внимание не только возможностью их использования в тех или других целях, но также и тем, что болота, пока они являются таковыми, пока они не осушены, приносят большой вред. Во-первых, болота охлаждают климат тех местностей, где они развиты в больших количествах. Они много теряют тепла, как путем излучения, так и испарением. Местности болотистые поэтому обычно сильно страдают от заморозков. В Швеции, напр., производились в большом масштабе осушительные работы на средства правительства не только для использования болот в хозяйственных целях, но и для обеспечения земледелия на соседних минеральных почвах, так как осушение болот отепляет и прилегающие места. Поэтому, можно ожидать, осушка болот нашего севера будет содействовать распространению далее к северу культур сельскохозяйственных растений.

Во-вторых, наши северные леса страдают от заболоченности. Как первые путешественники по северу Европейской России и Сибири, так и отчеты лесоустроительных партий единогласно свидетельствуют, что на равнинных пространствах лес имеет строевой характер почти исключительно только в непосредственном соседстве с реками, дренирующими прилегающие пространства. Но лишь несколько удаляясь от них к водоразделам, лес сменяется или чистыми болотами, или мелким дровяным, мало ценным лесом по болоту. Но даже там, где ныне еще растет хороший лес, можно наблюдать процессы заболачивания, обесценивающие его. Нередко также обширные площади лесосек и пожарищ подвергаются также усиленному заболачиванию, чем прекращается возобновление леса.

Осушка северных лесов не только непосредственно улучшит условия роста и возобновления древесных пород, но также улучшит пути сообщения на севере, облегчит в частности конный вывоз лесных материалов, а проведение осушительных каналов даст новые сплавные пути.

В-третьих, болота приносят большой вред в гигиеническом отношении. Богатые болотами местности своими нездоровыми условиями получили печальную известность. Некоторые болезни как человека (малярия, колтун и др.), так и домашних животных (ящур и др.) в своем распространении имеют тесную связь с болотами.

Таким образом, болота во всех отношениях заслуживают самого серьезного отношения к ним.

Однако, болота чрезвычайно разнообразны, различен их торф, различно их значение для сельско-хозяйственного и другого использования, разное они относятся и к осушке. Также различны способы их возникновения и пути развития, знание которых важно для выработки правильных мер борьбы с заболачиванием.

Поэтому болота мы только тогда сможем наиболее продуктивно использовать и наиболее успешно с ними бороться, когда их изучим. Знакомство со свойствами болот, со способами их происхождения и развития равно необходимо, как для инженера, их мелиорирующего, так и для сельского хозяина и для лесовода, обращающего их под сельско-хозяйственную и лесную культуру, и для техника, использующего торф на топливо или для технологической химической переработки.

Но болота, помимо практического интереса, представляют также высокий чисто научный интерес, равный как для геолога, почвовед, климатолога и ботаника, так и для географа и археолога.

Болото, будучи крайне своеобразным физико-географическим явлением, особенно интересует ботаника, так как чрезвычайно оригинальные условия среды в болоте приводят к созданию весьма своеобразной растительности, связанной совершенно особыми, не повторяющимися больше нигде взаимоотношениями, как между собою, так и с условиями существования. Торф, будучи хорошим консервирующим веществом, хранит в себе в мало измененном виде, как различные растительные и животные остатки, так и предметы человеческой культуры, попавшие в него в течение его образования. Так как многие болота существуют не одно тысячелетие, то изучение погребенных в торфяниках этих остатков дает ценные факты, освещающие историю развития не только флоры и фауны данной местности, а тем самым и вопрос об изменении климата в последнюю геологическую эпоху, но также разъясняющие часто историю человеческой культуры. Изучение торфяников в этом отношении в Западной Европе, особенно в Швеции, дало чрезвычайно ценные результаты.

Все это вызвало то, что изучение болот, начавшееся уже более 150 лет тому назад, особенно быстрыми шагами пошло в последние годы.

Настоящая книжка имеет задачей дать общее представление о болотах, их свойствах, происхождении и развитии, т.-е., о болотах, как об определенном географическом явлении. Она должна служить введением в изучение болотоведения, на котором должны строиться все мероприятия, как по использованию болот, так и борьбе с ними, как с вредным явлением природы. Поэтому, давая общую естественно-историческую характеристику болот, вопросы чисто технического характера здесь мы не затрагиваем¹⁾.

¹⁾ В первом издании эта книга представляла собою в расширенном виде лекции, читанные мною на III повторительных курсах для лесничих в Ленинградском Лесном Институте в 1914 г. В настоящем издании сделаны многие дополнения

Болотоведение, или „Тельматология“, как назвал это учение еще более 30 лет тому назад Клинге, имеет своей задачей изучение происхождения, развития, свойств и типов болот и их распределение по лику земли. Болото есть определенный ландшафт, понимая под последним участок земной поверхности, в котором „характер рельефа, климата, растительного покрова сливаются в единое гармоническое целое, типически повторяющееся на протяжении известной зоны земли“ (Л. С. Берг). И если географию определять, согласно господствующему ныне взгляду как науку, изучающую не столько распространение отдельных объектов, а изучающую, главным образом, известную совокупность предметов и явлений, закономерные группировки предметов органического и неорганического мира на поверхности земли, т. е. как науку о ландшафтах, то, понятно, болотоведение, или „тельматологию“, подобно родственному озероведению, или „лимнологии“, необходимо рассматривать, как отдельную ветвь вообще географии.

Рассматривая болото, как определенный тип земной поверхности, где факторы литосферы, педосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы в своем взаимодействии создают одно целое, один определенный ландшафт, нельзя согласиться с Каяндером (Cajander, 1913), что „болота можно определять различно в зависимости от геологической или биологической исходной точки зрения: геологически — болота суть естественные отложения торфа; биологически — болота представляют собою торфообразующие растительные формации“. Еще менее удачно определение болота, предложенное известным германским болотоведом К. А. Вебером (C. A. Weber, 1907), который пишет: „Болото есть часть земной поверхности, покрытая от природы слоем торфа толщиной не менее 20 см. в осушенном состоянии и не содержащая в себе заметных на глаз или на ощупь в значительном количестве минеральных частиц“. Хотя это определение и является наиболее распространенным, ср., напр., постановление немецкой, т. наз., гумусовой комиссии, а также книгу Берша „Культура болот“ (1912), тем не менее оно не может быть названо удачным, во-первых, потому, что является односторонним, во-вторых, потому, что выдвинутое в нем, как основной признак болота, отложение торфа, далеко не всегда является необходимой принадлежностью болота, как это было отмечено Зендтнером (Sendtner), еще в 1854 г. Таковы же определение болота Вольни (Wolny, 1897) и Потонье (Potonié, 1911), которые также отождествляют болото с торфяником. Фрю и Шрөтер (Früh und Schröter, 1904), принимая во внимание, что болота

на основании изучения болот за последние годы, особенно у нас в России, а также внесены некоторые другие изменения.

Рисунки в данной книге частью заимствованы из других изданий, частью оригинальные. Пользуюсь случаем выразить искреннюю благодарность Р. И. Аболину, Г. И. Ануфриеву, Т. Л. Ефимовой и В. М. Афонасьевой, которым я обязан разрешением напечатать некоторые из неопубликованных данных их исследований и поместить их фотографические снимки.

могут быть и без торфа, предлагают различать, во-первых, болото в широком смысле слова, т. е. относительно гидрофильные растительные сообщества с богатыми углеродом отложениями на почве, начиная с почти минеральной почвой и кончая собственно торфом, и, во-вторых, болото в узком смысле слова, или торфяник, с значительным накоплением торфа. Здесь опять таки не выражена географическая точка зрения.

Нельзя назвать также удачным и определение, данное болоту А. Ф. Флеровым¹⁾ (1914). Он пишет: „Болотом называется растительное сообщество, господствующую роль в котором играют водноболотные, болотные и прибрежноводные растения, требующие для своего развития максимальной или избыточной влажности грунта или даже водной поверхности, независимо от присутствия или отсутствия слоя из отмерших болотных и водноболотных растений (торфяной слой)“. В данном случае, рассматривая болото исключительно с ботанической точки зрения, автор является односторонним и не стоит на географической почве.

Таким образом болото есть определенное географическое явление, определенный „ландшафт“. Аболин (1914), обозначая совокупность всех ландшафтов, образующих одно сложное комплексное целое на земной поверхности, „эпигенемой“, а слагающие ее отдельные ландшафты—„эпитипами“, рассматривает и болото, как известный эпитип.

Ближайшим же условием появления и развития этого ландшафта, этого эпитипа, является пресыщенность в течение большей части года поверхностных слоев земной коры водою; причем этой воды то так много, что она выступает на поверхность почвы, то она лишь в изобилии напитывает ее. Это обилие влаги и есть то, что составляет основную черту всякого болота, что и определяет, по преимуществу, все его свойства. Обилие воды вызывает появление определенных растительных сообществ, требующих или мирящихся с этим количеством ее; обилие влаги приводит к особому почвенному процессу, изменяющему определенным образом выходящую на дневную поверхность горную породу и вызывающему накопление одних веществ в почве и удаление других; наконец, обилие влаги прежде всего создает условия большого накопления неразложившихся растительных (отчасти животных) остатков и приводит к образованию особой горной породы торфа. Все же это вместе вызывает создание на болоте особых климатических, или, вернее, микроклиматических условий, особенно в отношении режима тепла как в почве, так и в нижних слоях атмосферы, и влажности воздуха. Торфяник же является частным случаем такого болота, когда происходит отложение в нем торфа.

Однако, возможность накопления достаточного для образования болот количества воды определяется целым рядом других факторов,

¹⁾ Флеров, А. П. „Изучение и исследование болот“. Вестн. Торфяного дела. 1914 г. № 1, стр. 11.

срели
именно: климатом, рельефом, геологическим строением и характером горных пород местности. Если определенный рельеф и трудно проницаемый для воды грунт способствуют накоплению влаги, то особенное значение в этом процессе играет климат страны, именно, количество выпадающих осадков и относительная влажность воздуха, вернее испаряемость. При ничтожной испаряемости болота могут возникать даже при таких условиях рельефа и грунта, где казалось бы, совершенно исключена к этому возможность, напр., на крупных склонах гор.

Связь между, с одной стороны, испаряемостью и количеством выпадающих осадков и, с другой стороны, развитием болот наглядно выступает при рассмотрении распределения болот по поверхности Земного Шара и картам гидрометеоров. Это заметно не только на схематической карте болот всего Земного шара, даваемой Фрю и Шретером (Früh и Schröter, 1904), но и в пределах хотя бы Европейской части СССР. При взгляде, напр., на карту среднего распределения атмосферных осадков за год Небольсина¹⁾ (1916) мы видим, что наибольшие количества их (до 600 и 650 мм. в год) наблюдаются в Финляндии, Приозерном крае и в районе, тяготеющем к Полесью, где как раз мы имеем и наибольшее развитие болот. Отступление представляет собою север, особенно северо-восток, где годовое количество осадков падает до 300—450 мм., а болота, как известно, распространены там весьма сильно. Но это объясняется тем, что здесь при относительно небольшом количестве осадков наблюдается малая испаряемость.

Нет сомнения, если бы мы располагали точными данными о распространении болот в России и о площади их по губерниям, то связь их с указанными выше факторами особенно выделилась бы рельефно. К сожалению, однако, до сих пор наши сведения на этот счет крайне скудны. Обычно при определении площади болот пользуются данными результатов обследования Центрального Статистического Комитета в 1887 г. Однако, этими данными, как совершенно правильно указывает А. Т. Кирсанов (1918)²⁾, пользоваться по существу очень трудно. Прежде всего данные Центр. Стат. Ком. относятся к площади неудобной земли. Сюда же включены овраги, пески и проч. Поэтому такие сведения по отношению к южной половине России совершенно не дают представления о площади болот там; но и для северной половины, где, конечно, подавляющая часть неудобных земель относится к болотам, все же нельзя забывать, что часть болотных пространств могла попасть в рубрики сенокосных и лесных площадей. В Архангельской же губернии и в нынешней Автономной Области Коми к неудобным землям относятся также и тундры, которые далеко не всегда представляют собою болота. Наконец, при оценке приводимых цифр надо помнить, что и масштаб точности работ 1887 г. не мог быть сколько-нибудь значителен.

1) Небольсин, С. В геофизическом сборнике. III. 1916.

2) Кирсанов, А. Т. Культура болот. Москва. 1918. Стр. 74.

Но если бы даже и это учесть, все же остается то обстоятельство, что за прошедшие с того времени 38 лет площадь болот должна была значительно измениться, с одной стороны, в силу прогрессивно идущего процесса заболачивания, с другой, благодаря осушке уже заметного количества болот и обращения их в другие уголья.

Насколько велики расхождения цифр 1887 г. с ныне наблюдаемыми могут говорить следующие примеры. По данным Центр. Статистического Комитета в Вологодской губернии значится неудобных земель около двух миллионов десятин. Спарро же, обследовавший лишь казенные лесничества этой губернии (в прежних размерах), занимающие около 90% всей площади, обнаружил свыше семи миллионов десятин болот. Или, напр., в Кашинском у. Тверской губ. по данным Центр. Ст. Ком. болот значится около 9 тысяч десятин, исследование же Спарро дало более 20.000 десятин. Для Минской губ. указывалось в 1887 г. около 1.600.000 десятин (21,70% от общей площади) неудобных земель; Е. В. Оппоков же на основании позднейших данных дает 2.322.000 десятин (28%) неудобных земель.

Мы видим, как велики расхождения цифр в этих примерах. Надо думать, что для других губерний дело обстоит не лучше. А. Т. Кирсанов, учтя возможные поправки, считает, что для Европейской части СССР можно говорить круглым числом о 22 миллионах десятин болот, как объекте мелиорации.

Чтобы все же судить об относительной степени заболоченности наших северных губерний, я приведу следующие данные, основываясь на указанной переписи Центр. Статистического Ком. в 1887 г.

	Площадь болот в десятинах.	% болот от общей пло- щади губер-
Вологодская губ.	1.910.788	5,25
Пермская "	2.077.269	6,95
Вятская "	450.582	3,25
Олонецкая "	1.464.564	12,9
Новгородская "	1.944.244	19,4
Костромская "	596.053	7,95
Тверская "	677.482	12,2
Владимирская "	327.485	7,75
Ярославская "	212.019	6,9
Московская "	166.184	5,6
Ленинградская "	624.884	16,5
Псковская "	615.715	16,8
Могилевская "	655.615	15,3
Витебская "	679.626	17,8
Смоленская "	446.175	9,22

Что эти данные в общем преуменьшены даже для тех губерний, где % заболоченности показан высокий, как, напр., для Олонецкой губ. и Ленинградской губ., говорит то, что в соседней Финляндии площадь болот в среднем около 30% всей площади губернии, а в отдельных губерниях и того больше (напр., Куопинской—36,7%, Вазаской—39,6%, Улеаборгской—34,8%).

Обычно принимается, что в СССР болот около 7% от всей площади (Вихляев ¹⁾, 1919). Для сравнения приведу данные и для некоторых других государств (пользуясь сведениями из цитированной только что книги И. И. Вихляева).

	Абсолютная площадь болот в десятинах.	% пл. болот к общей площади.
✓ СССР	34.200.000	7,0
Германия (вся)	2.064.578	4,24
Пруссия	1.800.000	5,7
Швеция	4.618.615	12,5
Норвегия	1.440.000	5,0
Дания	212.400	6,2
Ирландия	427.500	6,8
Сев.-Ам. Соедин. Штаты.	2.700.000	—
Голландия	82.350	—

Эти данные показывают, что СССР занимает первое место по общей площади болот и одно из первых по процентному отношению площади болот к общей территории.

Но, как выше было указано, сведения, которыми мы располагаем о площади болот СССР, крайне ненадежны. Одной из первых и важных задач изучения болот СССР является более точное выяснение занимаемых ими пространств.

¹⁾ Вихляев, И. И. Торфяные залежи России. Москва. 1921.

Образование болот.

Выше были отмечены те факторы климатические и почвенные, которые содействуют развитию болот. Их образование, однако, происходит различным способом.

Более обычные случаи болотообразования могут быть схематически сведены к двум основным типам: 1) к последовательному уменьшению влаги и 2) к постепенному ее увеличению. Первый процесс имеет место в том случае, когда уже имеется воды больше, а во втором случае, когда ее меньше, чем бывает в развитом болоте. Поэтому тот и другой процесс идут лишь до известного предела, когда в одном случае уменьшающееся, а в другом случае увеличивающееся в верхнем слое субстрата количество воды более или менее сравнивается. Первый случай наблюдается тогда, когда развитие болота ведет свое начало от водоема с открытой водной поверхностью, второй—есть развитие болота на месте, ранее бывшем сухим. Помимо этого встречается случай, когда сразу имеются количества воды, более или менее свойственные болоту. Это бывает тогда, когда болота образуются у места выхода ключей и ими питаются. Рассмотрим теперь ближе эти два главных способа образования болот.

1. Заторфовывание водоемов. ♥

Образование болот на месте раньше бывших озер, прудов или рек и ручьев с медленно текущей водой есть очень распространенное явление и состоит в сущности в том, что водоем все более и более заторфовывается¹⁾ и покрывается растительностью, пока вовсе не исчезнет открытая водная поверхность. Остановимся ближе на рассмотрении жизни водоемов.

Представим себе озеро, в котором еще не успела развиться растительная и животная жизнь, озеро молодое. Такие озера имели место, например, после отступления ледников в северной половине России, а в исключительных случаях могут встречаться и в настоящее время.

¹⁾ Термин „заторфовывание“, впервые начал употреблять в этом смысле Л. Г. Раменский.

В это время откладывались на дне таких озер осадки, почти начисто состоявшие из минеральных веществ, которые вносились в озеро либо реками и ручьями, либо ветрами в виде пыли, либо попадали в воду при размывании волнами берегов. В наиболее глубокие части водоемов относился более тонкий озерный ил, который и осаждался повсеместно по озерному ложу. Часто при этом смывалось с берегов или ручьями вносилось то меньшее, то большее количество извести в виде двууглекислого кальция, в значительной части в растворе, который постепенно также осаждался на дно. В силу этого первые озерные слои очень часто заключают много извести, бурно вскипают от кислоты и представляют собою, так называемый, озерный мергель. Поэтому нередко на дне озер под слоем ила лежит слой озерного мергеля; то же можно встретить и на дне глубоких торфяников, развившихся путем зарастания озер. Но такие почти исключительно минеральные отложения накапливаются очень недолго. Вскоре же в озере пробуждается органическая жизнь. У берегов селится прибрежная растительность, а еще раньше и богаче развивается, так называемый, планктон, т. е. свободновзвешенные в воде растительные и животные организмы; причем последние играют несравненно более значительную роль, чем первые. Среди растений наиболее распространены в планктоне водоросли, грибы же и бактерии отступают на второй план. Впрочем, роль бактерий здесь временами может быть очень велика, но она в настоящее время далеко еще не достаточно выяснена.

Из водорослей можно прежде всего отметить синезеленые, которые часто своим массовым появлением вызывают, т. наз., цветение водоемов (напр., *Anabaena flos aquae*, *Aphanizomenon flos aquae* и др.). Значительную роль подчас играют в планктоне диатомовые и зеленые водоросли (напр., *Chlamydomonas*, *Volvox*, *Eudorina*, *Pandorina*, *Pediastrum*, *Scenedesmus* и др.). Из животных распространены корненожки (впрочем, главн. образом, в морском), коловратки и особенно различные ракообразные. Эти организмы, отмирая, падают на дно и смешиваются с минеральными отложениями. Постепенно они, однако, начинают все более и более доминировать в составе отлагающихся слоев и спустя некоторое время озерные отложения почти начисто состоят из трупов этих организмов.

Таким образом образуется на дне отложение, носящее по-шведски, название гиттии (*Gyttja*), или, по-немецки, „печиночного торфа“ (*Lebertorf*), Вебером же называемое „мудде“ (*Mudde*). Некоторое участие в этом отложении принимают также остатки выших растений. С течением времени на дне водоемов (если они не слишком глубоки) начинают развиваться некоторые цветковые растения, харовые водоросли и мхи; развивается, так называемый, „бентос“. Мхи при этом иногда появляются на очень значительной глубине (напр., *Thamnum* на глубине 660 м. в Женевском оз.). В бентосе появляются из цветковых роголистник (*Ceratophyllum demersum*), *Najas minor* и др. Затем сюда могут заноситься тече-

нием или волнением куски стеблей и листьев у берега растущих растений, их семена, плоды; наконец, с суши ветром в озеро могут приноситься те же части сухопутных растений, а также пыльца, особенно таких растений, как сосна и ель, которые, как ветроопыляемые растения, развивают массу легкой, сухой пыльцы, далеко уносимой ветрами.

Но все эти остатки в этом отложении не играют большой роли, в большей части оно состоит из остатков планктонных растительных и животных организмов, особенно же прошедших через пищеварительный канал мелких водяных животных и отложившихся в виде экскрементов (v. Post)¹⁾. Насколько значительно здесь количество экскрементов, может говорить исследование Трибома, произведенное над подобными отложениями в Финляндии. Он обнаружил, что на долю не прошедших через пищеварительный канал растительных остатков приходится 5%, на долю таких же животных остатков также 5%, на долю глины и тонкого песка 15%, а экскременты составляли 75%²⁾.

Все эти вещества гниют здесь в совершенно иных условиях, чем на суше. Потонье³⁾, называя процесс, который происходит при этом битуминизацией, характеризует его как восстановительный, в результате которого образуется вещество, называемое им сапропелем. Более старый сапропель, часто являющийся уже полуископаемым и принявший твердотуднеобразный характер, Потонье называет сапроколлем. В отличие от настоящего торфа сапропель, образовавшись из планктонных организмов, относительно более богатых белковыми и воскообразными веществами и жирами, и сам содержит последних значительно больше, чем торф, будучи относительно богатым N. Однако мнение Потонье, что в сапропеле большую роль играют жиры, оспаривается Вебером⁴⁾. Все те отложения, в которых преобладает сапропель и в которых минеральная часть, если она есть, носит иловатый характер, Потонье предлагает назвать сапропелитами. Этого названия мы и будем придерживаться дальше.

Таким образом сапропелит есть продукт главным образом планктона, остатки которого падают на дно и накапливаются постепенно. Происходящий при этом процесс носит своеобразные черты. Как указывает Омелянский, сначала белки подвергаются энергичному разложению с образованием H_2S , NH_3 и других продуктов глубокого распада белковой частицы, с одной стороны, и каких-то устойчивых азотистых соединений — с другой. Образовавшийся, таким образом, сапропель представляет собой достаточно устойчивое образование даже при свободном доступе воздуха. Причиной указанной

1) Post v. H. B. Kgl. Svenska Vet.-Akademiens Handlingar. IV. 1861/62 Stockholm. 1864.

2) Andersson. Studier öfver Finlands Torfmoosar (Bull. de la commission géologique de Finlande. 1898. № 8). Стр. 25 и 185.

3) Potoné. Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Bd. I. 1908.

4) Weber in Engler's Bot. Jahrbücher. 1907. XL. Beiblatt № 90, p. 21.

устойчивости его. Потонье считает недостаток кислорода и задерживающее влияние высоких давлений на больших глубинах под значительной толщей воды. Однако, Омелянский указывает, что вряд ли эти причины имеют здесь место, так как, во-первых, в отсутствие кислорода могут проявлять свое действие анаэробные гнилостные виды, а, во-вторых, высокое давление может проявить губительное действие на бактерии лишь в очень глубоких водоемах. По исследованиям Омелянского гнилостные бактерии встречаются в сапропеле, откладывающемся в озерах, во всей его толще и до значительных глубин. По его мнению причиной замедления гнилостных процессов в сапропеле может служить накопление в застойных водоемах вредных продуктов обмена, препятствующих деятельности гнилостных бактерий. Разложение в этом случае не доходит до конца, так как среда становится непригодной для дальнейшего произрастания микробов и проявления их биохимизма.

Верхний слой этих отложений в водоеме, в котором (слое) много живых форм, было предложено называть биопелем, т. е. живым илом (С. Вислоух) или сапрогеном (Б. В. Перфильев) ¹⁾.

Сапропелит представляет почти однородную массу, первоначально мягкой консистенции; впоследствии же на дне торфяников делается он плотным и приобретает желатинообразный, упругий характер, в изломе несколько маслянистый. Чаще всего он оливкового цвета, но иногда встречается с красноватым оттенком или почти светлосерый. Обилие извести делает его почти белым. Будучи высушенным, он сильно темнеет, уменьшается в объеме, делается твердым, как камень, и снова уже не размягчается при намачивании. Нередко куски сапропелита, будучи подвергнуты действию мороза и высушены, распадаются на тонкие слои. Это прекрасно видно на сапропелитах, добываемых со дна торфяников при разработке болот под Ленинградом. Отложения сапропелита иногда бывают значительной толщины, достигая до 10—15 и более метров. Такие толщи известны в Германии, в России же пока наибольшая толщина ископаемых сапропелитов была констатирована в 5 метров.

Сапропелиты вообще до сих пор были мало изучены. Лишь в последнее время на них обращено значительное внимание, между прочим и у нас в СССР. При Академии Наук имеется Сапропелевый Комитет, ныне Сапропелевый отдел Комиссии по изучению естественных производительных сил, поставивший своей задачей объединение научных работ по сапропелитам и содействие их организации. Этот комитет организовал специальную станцию для изучения сапропелитов близ ст. Академической Окт. жел. дор. (близ г. Бологое).

¹⁾ См. ст. В. Н. Таганцева: „Проблема сапропеля“. Нефтяное и сланцевое хозяйство, 1920. № 4—8. Стр. 73. В этой обстоятельной статье дается подробная характеристика свойств, распространения и практического применения этого образования.

Наиболее изучен из наших сапропелитов сапропелит из Толполовского болота под Ленинградом. Г. И. Ануфриев дает ему следующую характеристику.

„Сапропелит Толполовского болота отличается весьма характерными свойствами. Он представляет собой однородную массу плотно-студнеобразной консистенции, довольно легко разделяющуюся на горизонтальные слои, толщиной в несколько миллиметров. Масса сапропелита легко режется ножом, причем вырезанные куски прочно сохраняют форму. В свежем состоянии сапропелит иногда пахнет сероводородом, не пристает к рукам, не пачкает и в тонких прослойках слегка просвечивает. При намачивании сапропелит не изменяет заметно ни объема, ни консистенции; при медленном высушивании чрезвычайно сильно сокращает объем, чернеет и становится твердым, как камень. При высушивании, соединенном с промораживанием, легко расслаивается на тонкие листочки, последние волнообразно искривляются, местами отстают друг от друга, но в общем вырезанный кусок сохраняет свою форму и не распадается. В зависимости от толщины высушенных слоев (толщина их колеблется от нескольких миллиметров до десятых долей м/м), последние или принимают вид прочных и твердых корочек, или превращаются в тончайшие листочки, легко ломающиеся при прикосновении.

Посторонних примесей в сапропелите очень мало; изредка встречаются вертикальные тонкие корешки тростника, а на поверхности слоев иногда имеются отпечатки листьев березы, осины, ив. Минеральных примесей также немного, зольность сапропелита в некоторых пробах равнялась всего $8,42\%$, чаще $15-20\%$. Влажность около 80% .

В состав сапропелита входят, главным образом, остатки и продукты разложения водных животных и водорослей; среди последних довольно часты диатомовые и десмидиевые. Кроме того, в нем обнаружены, по сообщению Б. В. Перфильева, остатки водоросли *Gleocapsa*.

Цвет сапроколла обычно красновато-бурый, довольно чистого тона, но нередко внизу, при приближении к минеральному грунту, эта окраска сменяется на оливко-бурую. Впрочем, такое соотношение наблюдается не везде; иногда вся толща сапроколла до грунта окрашена в красноватый цвет, а изредка оливковый сапроколл налегает на красноватый или переслаивает его. В общем слой оливкового сапроколла там, где он присутствует, обладает незначительной мощностью, всего в несколько сантиметров.

Относительно альгологического состава обоих слоев имеется лишь краткое указание в цитированной уже заметке Вл. Т-ва¹⁾, что по исследованиям С. М. Вислоуха в красноватом сапроколле преобладают десмидиевые водоросли, тогда как в нижнем оливковом много сине-зеленых и диатомовых.

1) Вл. Т-в. „О Толполовском сапропелите“. Нефт. и Сланц. хоз. 1920. № 4—8.

Фауна обоих слоев, по данным В. М. Рылова, носит почти однородный характер и не дает оснований для их подразделения. В нижнем слое сапроколла, в непосредственной близости к минеральному грунту, сильно возрастает примесь минеральных частиц, содержание которых доходит до 80%. Здесь же сосредоточена большая часть дрифтового материала растительного происхождения; изредка встречаются обломки древесины, обрывки тканей водных растений, сосновые шишки, плодики *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus* и др., *Scirpus lacustris* и семена *Comarum palustre*. Наряду с остатками водорослей, этот слой содержит небольшие количества пыльцы сосны, ели, березы, а также иглы губок.

Средние слои сапроколла, окрашенные большею частью в красноватый цвет, являются наиболее чистыми и однородными. Посторонние примеси встречаются редко; среди них можно отметить минеральные частицы, плодики *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*, *P. lucens*, *P. pusillus*, *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar luteum*, кусочки древесины сосны, очень редко остатки гипновых и сфагновых мхов. Большая часть примесей, особенно минеральные частицы и крупные растительные остатки, располагаются на поверхности слоев, как-бы перестилая сапроколл. В таких случаях чаще всего попадают прекрасно сохраняющие очертания и нервацию отпечатки листьев древесных растений, как береза, ива и осина.

По мере приближения к верхней границе, сапроколл обогащается сначала тонкими вертикальными корешками, а затем и корневищами *Phragmites communis* и, наконец, переходит в слой, промежуточный между чистым сапроколлом и вышележащим тростниковым торфом. Этот переходный горизонт чаще всего имеет характер сапропелевого торфа со слоистым строением, т. е. полосчатого торфа (по терминологии Потонье), так как он состоит из тонких слоев сапроколла, чередующихся с прослойками остатков тростниковых корневищ. От нижней границы переходного слоя к верхней количество тростника все увеличивается и соответственно утончаются полоски сапроколла; наконец, сапропелевый торф незаметно переходит в чистый тростниковый.

Переходный слой отличается чрезвычайно грубой структурой зависящей от скопления крупных и широких тростниковых корней светложелтого цвета, очень хорошо сохранившихся. Часто он весь пронизан густым войлоком корешков тростника, а в некоторых случаях обнаруживает более однородное строение, причем сапроколл и торфянистые остатки перемешаны без слоистости. В последнем случае он приближается к разновидности сапропелевого торфа, обозначенной Потонье, как *Sumpftorf*.

Мощность сапропелевого торфа в разных местах болота различна, большей частью 20—25 см., с колебаниями от 10 до 40

Химический состав сапропелитов вообще довольно не постоянен. Для иллюстрации можно привести анализы, сообщенные в р

боте В. Н. Таганцева ¹⁾ для сапропелитов двух озер Вышневолоцкого у. Тверской губ.

	САПРОПЕЛИТЫ.	
	оз. Белое	оз. Перегородное
Общее содержание золы на сухое вещество сапропелита	17,35 ⁰ / ₀	78,19 ⁰ / ₀
Вещества, нерастворимые в HCl (кремнезем и др.).	72,8 ⁰ / ₀	8,8 ⁰ / ₀
Fe ₂ O ₃	15,1 ⁰ / ₀	3,4 ⁰ / ₀
CaO	8,8 ⁰ / ₀	72,5 ⁰ / ₀
MgO	1,5 ⁰ / ₀	2,4 ⁰ / ₀
SO ₃	3,0 ⁰ / ₀	3,2 ⁰ / ₀

При образовании сапропелита биологические процессы с глубиной прекращаются, судя по уменьшению количества гнилостных и иных микроорганизмов (Омелянский), но продолжают идти процессы векового гео-химического характера. О тех изменениях, которые происходят при этом, могут дать следующие данные анализа сапропелита из разных глубин со дна оз. Белого Вышневолоцкого у. Образцы были добыты при бурении на льду озера зимою 1916 г. ²⁾.

Глубина от поверхности ила	На зольное воздушно-сухое вещество			
	С	Н	Зола	Гигроск. вода
Поверхностный ил	40,51	6,20	18,60	12,19
3 1/2 м.	36,2	5,02	27,64	11,53
4 1/2 "	33,10	4,63	32,72	10,20
5 1/2 "	25,36	3,15	48,28	8,34
6 3/4 "	18,28	3,18	58,14	6,70

¹⁾ Таганцев, В. Н., I. с., стр. 76.

²⁾ Таганцев, В. Н., I. с., р. 80.

2354

2354

Приведу еще данные для ископаемого сапропелита из Толповского торфяника (по данным Бызова).

C — 50,68; H — 3,55; N — 4,42; S — 2,88 и O — 38,47.

Крайне интересные сапропелевые образования описывает В. Толмачев ¹⁾ в торфяниках у оз. Шигирского близ Нейво-Рудянского завода Свердловского уезда.

Здесь при исследовании искусственных разрезов и при закладывании шурфов обыкновенно под торфом находят мощные слои сапропелитов (по местному, бузга), подстилаемые серо-голубыми глинами (мяснига). Среди собственно сапропелитов различаются обычно два слоя: „озернуга“ — студневидная, несколько землистая, оливковая масса и „трясуга“ — желтоватая или розоватая также студневидная масса.

Озернуга занимает верхние горизонты и мощность ее 0,25—1,8 м., медленно высыхает, значительно уменьшается в объеме и весе, в высушенном состоянии имеет твердость свежей кости. Трясуга имеет мощность 0,35—0,70 м., при высушивании очень медленно теряет воду; в сухом виде приобретает твердость сухой глины и светлосерый цвет. Интересны химические анализы, исполненные Е. П. Сысоевой и приводимые Толмачевым.

	„Озернуга“	„Трясуга“
Кремнезем (Si O ₂)	38,04 ⁰ / ₀	2,56 ⁰ / ₀
Окись железа (F ₂ O ₃)	4,63 ⁰ / ₀	0,51 ⁰ / ₀
Глинозем (Al ₂ O ₃)	5,27 ⁰ / ₀	1,52 ⁰ / ₀
Известь (CaO)	2,72 ⁰ / ₀	40,64 ⁰ / ₀
Магнезия (MgO)	0,92 ⁰ / ₀	1,17 ⁰ / ₀
Окись марганца (MnO)	следы	—
Серная кислота (SO ₃)	2,80 ⁰ / ₀	0,26 ⁰ / ₀
Органические вещества и вода . . .	45,48 ⁰ / ₀	51,81 ⁰ / ₀

Интересно выделяется для озернуги обилие кремнезема, а для трясуги извести. Первая приближается к тому, что называет Потонье „сапропелевый песок“, а вторая — „известковый сапропель“. Впрочем в данном случае можно говорить и о сапроколлах, так как и озернуга и трясуга встречаются в этих торфяниках в полуископаемом состоянии. Трясуга обычно имеет явно слоистый характер из слоев разных оттенков.

Окраска цветных слоев этих сапропелитов, по мнению Толмачева, обязана присутствию красящих веществ тех глин, которые встречаются в бассейне озера. Однако мною был найден однажды при бурении болота среди песков в Бузулукском бору Самарской губ. под торфом сапропелит интенсивно розового цвета, цвет которого поставить в связь с коренными породами данной местности

¹⁾ Толмачев, Владимир. Древности Восточного Урала. Озеро Шигирское. Записки Уральск. Общ. Люб. Естествознания. 34. 1915. Вып. 11—12.

нельзя. Эти своеобразные сапропелиты заслуживают большого внимания.

Интересно, что в сапропелитах Шигирского торфяника наряду с богатейшими остатками доисторического человека найдены и кости таких вымерших животных, как мамонт, носорог (*Rhinoceros tichorhinus*) и *Bos priscus*.

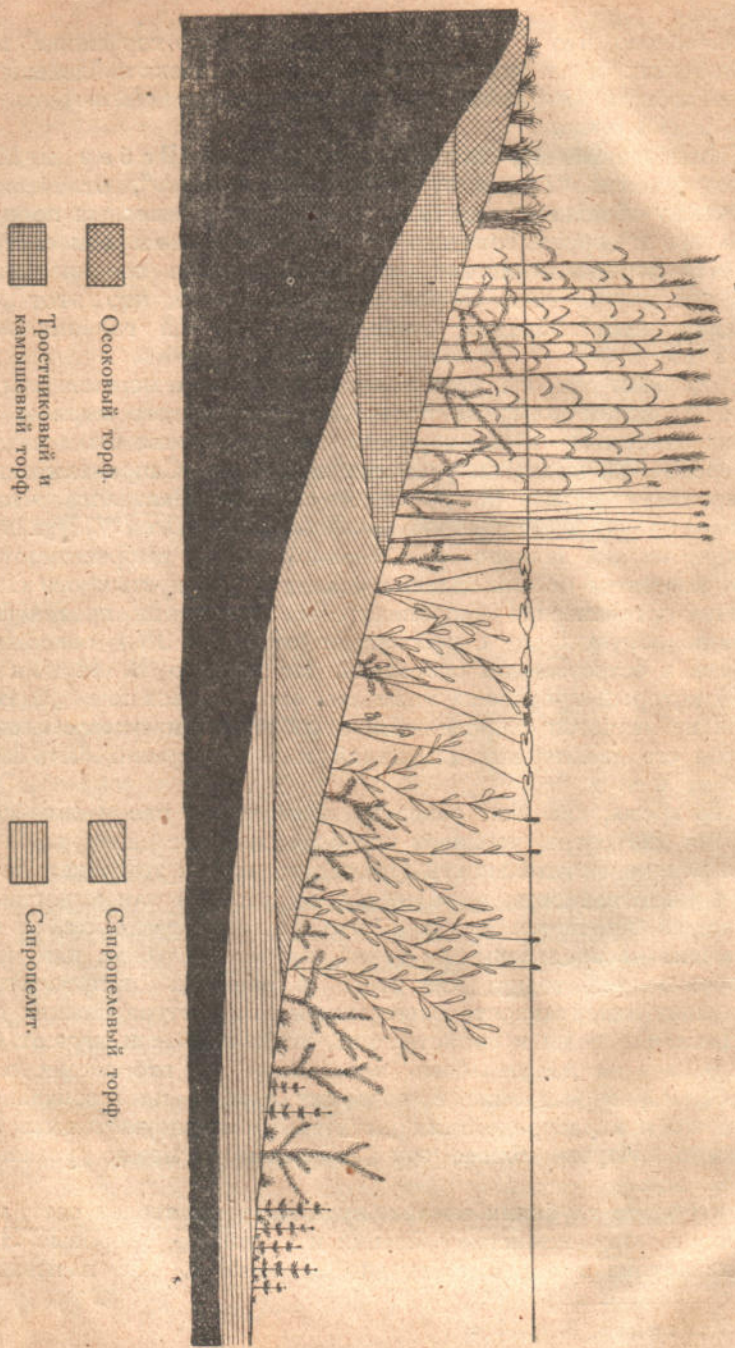
Своеобразный вид сапропелита описывают Вебер и Минсен под именем "Leuchttorf" или „Pollenmudde“, отличающийся чрезвычайно обильным содержанием пыльцы древесных пород. Он желтоватого и серожелтоватого цвета, в воздушносухом состоянии отличается особенной легкостью. Минеральными соединениями он беднее, чем другие виды сапропелита. Интересно, что этот „пыльцевой сапропелит“ обладает наибольшей теплотой горения (Minsen, 1913).

К озерным сапропелитам генетически близки морские илы, развитые в Азовском море, на побережье Балтийского моря и проч. Сюда же относится та своеобразная корка, которая была находима на побережье оз. Балхаша, у залива Ала-Куль. Сапропелитовый ее характер был выяснен М. Д. Залесским. Оказалось, что она образована планктонной водорослью, *Botriococcus Braunii*. Эти осадки, оседающие на дне заливов, при сильной волне выбрасываются на берег и заносятся песком. Здесь в условиях полупустынного климата Семиречья органические сапропелитовые отложения превращаются в резиноподобную корку с небольшим (от 1 до 3%) содержанием воды даже в естественном состоянии. По мнению В. Н. Таганцева,¹⁾ который предложил называть это образование „балхашитом“, он не является сапропелитом в собственном смысле слова, но продуктом его дальнейших изменений и превращений, быть может, в озокерит и т. д.

В то время, как идет развитие планктона и накопление сапропелитов на дне озера, начинает все более и более развиваться прибрежная водная растительность. Присматриваясь к тому, как распределяется растительность в водоемах со стоячей или медленно текущей водою, бросается в глаза, что главным фактором, от которого зависит распределение растений, является глубина или, что то же, высота водной толщи. От этого, а равно и от прозрачности воды зависит интенсивность освещения и температура нижних слоев воды. Движение воды и свойства дна, хотя подчас и играют большую роль, все же должны быть поставлены на второе место. Так как в общем распределение в водоемах глубин идет зонально, то понятно, что и в распределении растительности замечается известная зональность. Изучая ближе эту зональность, можно установить несколько зон.

В наиболее глубоких местах, куда мало проникает свет, могут существовать лишь немногие растения и то низшие споровые. Здесь, кроме планктона в толще воды, дно покрывают, так называемые,

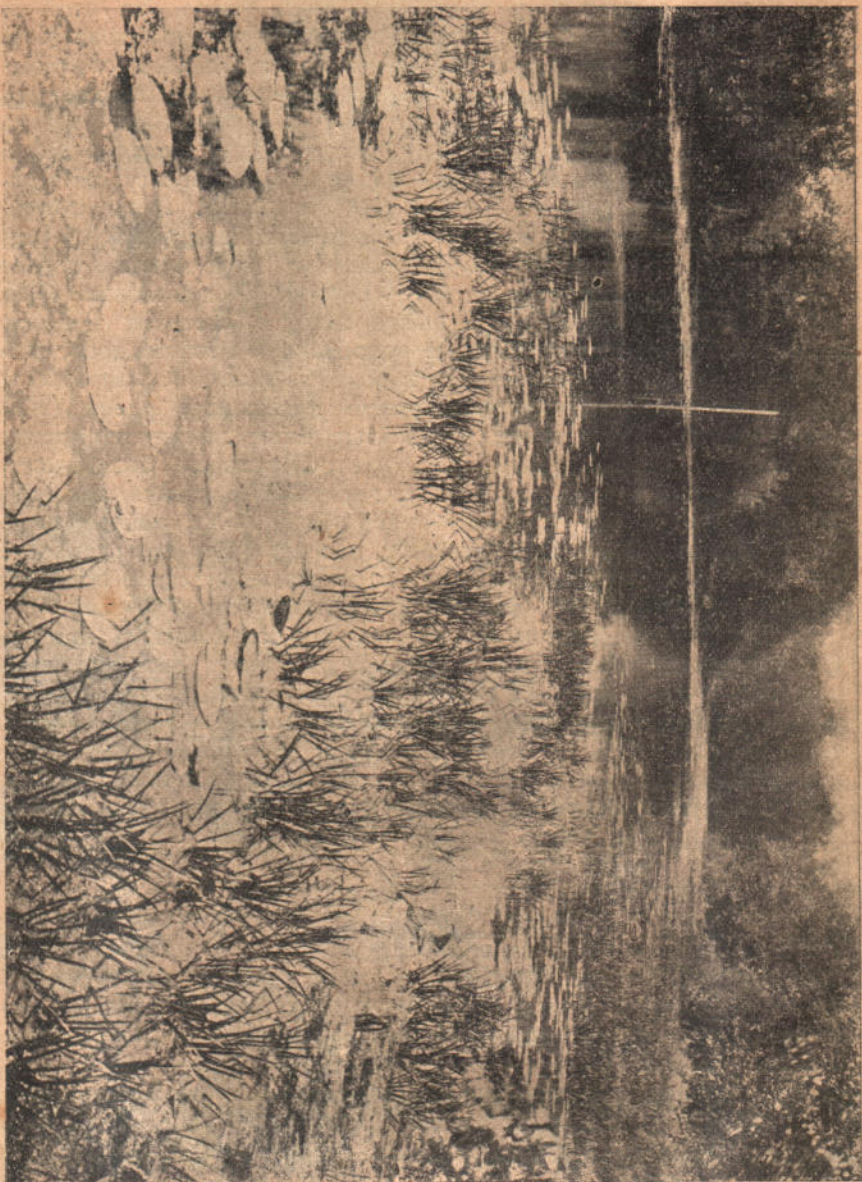
¹⁾ Таганцев, В. Н. I с.



Фиг. 1. Схема зарастания озера.

микрофиты, главн. образом, синезеленые водоросли, немногие зеленые и диатомовые. На несколько более мелких местах находим уже более богатую растительность из крупных растений, но также исключительно споровых—здесь больше играют роль зеленые водоросли, *Vaucheria*, *Cladophora* и др. Как та, так и другая растительность образуют одну зону—зону микрофитов. За этой зоной ближе к берегу идет зона, так называемых, макрофитов, т. е. растений более крупных, частью споровых, а главным образом уже цветковых. Здесь находим целые подводные луга из харовых водорослей (*Chara*, *Nitella*), роголистника (*Ceratophyllum demersum*), узколистных рдестов (*Potamogeton obtusifolius*, *P. micronatus*) некоторых мхов (*Calliergen giganteum*). Еще ближе к берегу следует зона широколистных рдестов (*Potamogeton perfoliatus*, *P. praelongus*, *P. lucens*). Здесь глубина воды не более 4—5 метров, чаще же меньше. Кроме рдестов, которые часто образуют очень густые подводные заросли, здесь растут уруть (*Myriophyllum*), ежеголовка (*Sparganium natans*) а также сюда часто заходят растения предыдущей зоны, как роголистник, харовые водоросли. В этой же зоне, в более мелких ее частях, развиваются и водяные лилии (*Nymphaea*) и водяные кувшинки (*Nuphar*), а также плавающий рдест (*Potamogeton natans*). Если ранее упомянутые виды имели погруженными все свои части, за исключением цветов, которые большинство из этих растений выставляло из воды, то такие растения, как водяные лилии и кувшинки, а также плавающий рдест, имеют листья с широкими округлыми пластинками, которые бывают распространены по поверхности воды. Иногда эти растения растут столь обособленно от рдестов, что можно сказать, они образуют особую зону.

Но это все растения, которые не возвышаются над водою. Следующая же зона, зона камышей, включает растения высокие, надводные части которых значительно возвышаются над водою; это будут тростник (*Phragmites communis*), камыш (*Scirpus lacustris*), трэзубка (*Scolochloa festucacea*), водяной хвощ (*Equisetum limosum*) и др. Сюда впрочем могут заходить и растения предыдущей зоны, если заросли камышей не слишком густы. Обычно здесь не глубже 2—3 метров. На конце между этой камышевой зоной и урезом воды имеем мелководную зону, ее глубина редко превосходит 1 метр. Состав растительности менее постоянен, более разнообразен; обычны здесь, например, осоки (*Carex gracilis* и др.), ситник, (*Heleocharis palustris*), стрелолист (*Sagittaria sagittifolia*), водяной подорожник (*Alisma Plantago*), водяная гречиха (*Polygonum amphibium*), кизяк (*Naumburgia thyrsiflora*), рдест (*Potamogeton gramineus*), водяные лютики (*Ranunculus circinnatus* и др.), водяная сосенка (*Hippuris vulgaris*) и многие другие. Кроме этих растений, распределенных в общем зонально, в водоемах почти всегда имеются растения, которых нельзя отнести ни к какой зоне. Это растения, не прикрепленные к дну, а свободно плавающие. Одни из них погружены целиком в воду (за исключением лишь цветов), как, напр., пузырчатка (*Utricularia*), турча (*Hottonia palustris*), другие плавают



Фиг. 2. Заростающее озеро. На первом плане тейорез, водная лилия и ряска. (Фот. С. Охлябина.)

на поверхности воды, как напр., ряски (*Lemna*), особенно *L. minor* и *L. polyrrhiza*, лягушечник (*Hydrocharis morsus ranae*). Сюда же принадлежит телорез (*Stratiotes aloides*), который над поверхностью воды выставляет концы своих острозубчатых листьев. Эти растения помещаются там, где тихо, где нет волнения. Таким образом, если оставить последнюю категорию растений в стороне, то мы можем наметить следующие 6 зон растительности:

1. Мелководная зона.
2. Зона камышей.
3. Зона водяных лилий.
4. Зона широколистных рдестов.
5. Зона макрофитов.
6. Зона микрофитов.

Мы видели, что в озере за озерным мергелем начинается сапропелит; в более глубоких озерах его отложение может продолжаться очень долго. Место отложения сапропелита будет соответствовать зоне микрофитов или макрофитов, если растительность в этой зоне не густа. В каждой из следующих зон будет итти отложение уже совершенно другого рода. Если в зоне макрофитов очень часто остатки планктонных организмов еще доминируют над остатками растений, свойственных этой зоне, так что по своим физическим и химическим свойствам отложение этой зоны еще мало отличается от чистого сапропелита, то уже в зоне широколистных рдестов, а тем более в зоне водяных лилий остатки высших растений начинают брать решительно верх над остатками планктонных организмов. Хотя здесь также остатки листьев и стеблей таких растений, как рдесты или водяные лилии, в значительной степени измельчены водяными животными, тем не менее, химический состав этих отложений иной, здесь преобладают углеводы, жиров же и протеинов относительно меньше, а потому они беднее азотом. Если вспомнить, что здесь места в водоеме более мелкие, что доступ кислорода относительно несколько легче, то станет ясно, что здесь уже теряются условия необходимые для битуминизации, которая приводит к сапропелю, здесь мы имеем начало тех процессов, благодаря которым получается торф. В этих двух зонах мы имеем как бы смешение двух процессов, битуминизации и торфообразования, и условия здесь таковы, что эти процессы могут быстро сменять друг друга, как в пространстве, так и во времени. Поэтому в общем отложение, здесь образующееся, имеет промежуточный характер между сапропелем и настоящим торфом и его можно назвать сапропелевым торфом (по Веберу *Torfmudder*, по шведски *Dytort* или *Dyrtorf*, по Потонье доплеритовый сапропель). Он состоит из сапропеля со значительной прибавкой гумусовых кислот и намытого и отмученного торфа, причем последний происходит из торфа, залегающего на берегу, а первый образовался из намытых частей высших растений. Обычно сапропелевый торф имеет вид темного ила, иногда почти черного, далеко не такого однородного,

как сапропелит, в нем попадают подчас значительные куски отдельных частей растений, а иногда целые куски корневищ (напр., *Nymphaea* и *Nurhar*) и плоды. Он не обладает такой желатинообразной консистенцией, как сапропелит.



Фиг. 3. Заросание *Phragmites communis* и *Nymphaea candida* в Псковской губ. (Фот. Г. Ануфриева).

В следующей зоне камышей количество падающих на дно остатков стеблей и листьев тростника и камыша столь велико, что остатки не только планктонных организмов, но и других растений этой зоны совершенно теряются среди них. Здесь уже образуется настоящий торф, чему способствует и меньшая толщина водного слоя в этих местах. Так как обыкновенно тростник и камыш не образуют смешанных зарослей, а растут чистыми сообществами ¹⁾, то торф бывает составлен из остатков либо одного камыша, либо одного тростника, т. е. образуется либо камышевый, либо тростниковый торф. Крупные неразложившиеся остатки этих растений, переполняющие такой торф, позволяют уже простым глазом различать эти два вида торфа.

В мелководной зоне точно также, мало помалу, на дне накапливается слой из отмерших остатков населяющих ее растений. Так как наибольшее количество растительной массы дают осоки, то

¹⁾ О растительных сообществах и ассоциациях см. книжку автора: „Растит. сообщества“. 3-е изд. Издат. „Книга“. 1926.

часто торф, откладывающийся в этой зоне, является осоковым. Он обыкновенно в свежем состоянии представляет собою буро-желтую волокнистую массу, состоящую в значительной части из остатков стеблей, листьев и корневищ осок, а также других растений, свойственных этой зоне.

Таким образом мы видим, что каждой зоне или, вернее сказать, каждой растительной ассоциации в озере соответствует определенный вид отложения; в начале откладываются сапропелевые слои, а затем торф. При этом, понятно, что этот процесс постепенно ведет к смене растительных ассоциаций в озере. Так, в зонах микрофитов и макрофитов с течением времени накапливается столько сапропелита, что здесь начинают селиться отдельные представители зоны широколиственных рдестов, которые, отмирая, дают большую массу остатков, в силу чего поднятие дна идет быстрее и представители этой зоны все успешнее и успешнее развиваются. Но затем усилившееся накопление сапропелевого торфа на дне делается столь значительным, и дно так поднимается, что здесь находят возможным селиться уже представители следующей зоны, зоны растений с плавающими на воде листьями. В начале появляется здесь водяная лилия (*Nymphaea*) или водяная кувшинка (*Nuphar*) единично, но затем, по мере дальнейшего поднятия дна, они начинают господствовать и вытеснять зону широколиственных рдестов. Остатки массивных корневищ, стеблей и листьев этих растений, накапливаясь на дне, еще более ускоряют процесс обмеления в этом месте водоема, чем они сами подкапываются под свое существование, так как на глубине 1—1½ метра они уже вытесняются камышом и тростником. Густой лес стеблей этих растений дает еще большую растительную массу, падающую к концу лета на дно водоема, и кроме того задерживает взмученный в воде и наносимый волнами ил как растительный, так и минеральный, создавая этим условия для внедрения сюда элементов мелководной зоны, осок, ситника, болотного хвоща и других растений. Таким образом мы видим, что каждая зона в конце концов подготавливает почву для следующей зоны, и в силу этого наблюдается постепенное надвигание растительности вглубь озера. Если последнее не слишком глубоко, то в конце концов наступает момент, когда растительностью сплошь зарастет озеро и на месте открытой водной поверхности будет расстилаться болото, в котором будут господствовать осоки и другие однодольные растения, реже двудольные. Этот момент совпадает с полным заторфовыванием озера. В это время вода покрывает сплошным слоем поверхность почвы только в исключительных случаях, либо весною после таяния снегов, либо после сильных дождей. Так возникает на месте озера или ему подобного водоема осоковое или травяное ¹⁾ болото. Нарисованный выше

¹⁾ Некоторые авторы, напр., А. Ф. Флеров, вместо слова „травяное“ употребляют выражение „травное“. Я совершенно не вижу для этого оснований, так как русскому языку последнее выражение совершенно несвойственно. В научной литературе также всегда писали „травяной“, а не „травной“ (Бекетов, Танфильев, Кузнецов, Коржинский и др.).

процесс в некоторых своих частях несколько схематизирован. В природе наблюдается нередко, что некоторые зоны вовсе выпадают, местами совмещаются две зоны [в одну или же, напротив, одна из описанных зон ясно расчленяется на две или несколько новых. Различен также темп этого процесса. На скорость его влияют многие условия: глубина водоема, волнуемость, состав воды, характер дна, принос минеральных или органических веществ ручьями и речками и пр.

Часто среди описанных выше слоев озерных и болотных отложений вклиниваются торфянистые слои из остатков, не отложившихся *in situ*, а принесенных сюда реками и ручьями или намытых прибоем. Такой намытый торф имеет часто очень неопределенный состав, то в нем могут преобладать обработанные водой остатки травянистых растений, то окатанные куски древесины, то остатки мхов.



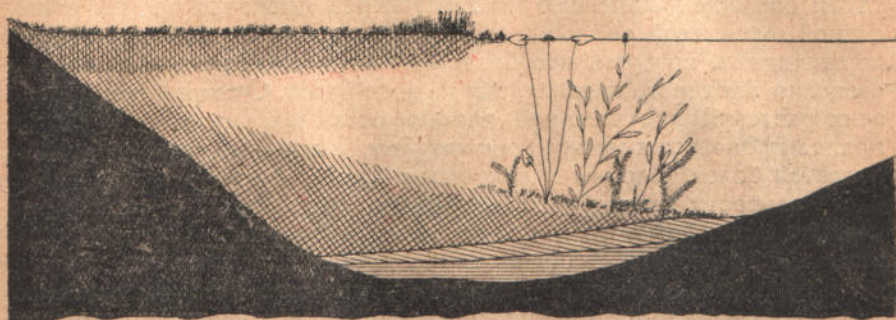
Фиг. 4. Заростающее озеро. (Из кн. Крюденера).

В заростающих озерах иногда можно встретить свободно плавающие на воде острова, покрытые той же растительностью, что растет у берега, или же почти голые. Повидимому, такие плавучие острова возникают следующим образом. При процессе разложения растительных остатков на дне водоема в торфянистых отложениях накапливаются газы, благодаря которым слои этих отложений, осо-

бенно, если они связаны корневищами растений, поднимаются на поверхность воды и некоторое время плавают на ней. Впрочем могут возникать такие острова и иным путем, о чем я скажу ниже.

Заторфовывание таким способом может происходить и в ручьях и речках. Понятно, что медленность течения в них является необходимым для этого условием.

Этот способ образования болот может быть назван заростанием, так как здесь процесс заторфовывания идет параллельно с зарастанием растительностью, главным образом корнящегося в дне водоема. Но заторфовывание водоема и превращение в болото может происходить и другим способом, к рассмотрению которого теперь и переходим.



Торф сплавины.



Сапропелевый торф.



Мутта.



Сапропелит.

Фиг. 5. Схема нарастания сплавины на озеро.

В более северной половине СССР, а также и в некоторых других местах, в заполнении водоемов торфом и превращении их в болото играют часто роль растения, не корнящиеся в дне, как выше было описано, но образующие плавающий на поверхности воды ковер. Чаще всего этот процесс начинается, во-первых, там, где значительная сразу от берегов глубина мешает развиваться таким растениям, как осоки, тростник, камыш, и, во-вторых, там, где водоем или по крайней мере части его защищены от ветров, вызывающих волнение. Начало этого процесса кладут либо такие растения, как трифоль (*Menyanthes trifoliata*), сабельник (*Comarum palustre*), белокрыльник (*Calla palustris*) или осоки, либо мхи из родов *Calliergen*, *Drepanocladus*, *Sphagnum* и др. Наиболее обычен тот случай, когда в авангарде надвигающегося ковра идут либо трифоль, либо сабельник, реже бело-

крыльник. Эти растения, поселяясь первоначально у берега, близ самого края воды, простирают свои длинные, горизонтально стелящиеся стебли на встречу открытой водной поверхности. Корни, отходящие от междузлий этих стеблей, свешиваются в воду, не укореняясь в дне водоема. Эти стелящиеся стебли, сплетаясь друг с другом, дают возможность на них поселиться другим растениям, чаще всего осокам (*Carex rastrata*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*), водяному хвощу (*Equisetum limosum*), кизляку (*Lysimachia thyrsiflora*), болотному лютику (*Ranunculus Linqua*), веху (*Cicuta virosa*), болотному папоротнику (*Aspidium Thelypteris*), реке ирису (*Iris Pseudacorns*), стрелолисту (*Sagittaria sagittifolia*), водяному подорожнику (*Alisma Plantago*), шлемнику (*Scutellaria galericulata*) и некоторым другим. Надвигающиеся на водную поверхность *Menyanthes* и *Comarum* готовят таким образом дальнейшее поступательное движение полосы с описанной смешанной растительностью. Все представители ее обладают корневищами, которые, все более и более сплетаясь, придают постепенно плотность плавающему на воде коврику. Отмирающие остатки этих растений значительной частью остаются на этом ковре, заполняя промежутки между корневищами, и таким образом этот ковер делается более толстым и сплошным. По мере того, как эта полоса растительности завоевывает все новые и новые части водной поверхности, на ее место приходит уже другая растительная ассоциация, несравненно более бедная видовым составом, чем полоса впереди ее. Обыкновенно не много растений, чаще всего 1 и 2, господствуют и дают фон этой ассоциации, не много видов и среди подчиненных растений; то в этой ассоциации берут верх осоки, образуя постепенно сплошное осоковое болото, то, напротив, большинство растений вытесняются либо мхами *Calliergon* и *Drepanocladus*, либо *Sphagnum*, т. е. развивается либо осоковое болото, либо гипновое.

Однако, нередко в авангарде растительности, затягивающей водную поверхность идут прямо виды *Hypnaceae* или *Sphagnum*. Их нежные стебли, плавая на воде или у поверхности воды, вначале дают лишь весьма зыбкий, очень непрочный ковер, но, с течением времени, по мере их большего развигия, на них поселяются осоки, чаще всего *Carex limosa*, шейхцерия (*Scheuchzeria palustris*), реже другие растения. Под влиянием корневищ этих растений, первоначально очень слабый моховой ковер, делается более плотным и на нем постепенно поселяются обычные представители гипнового и сфагнового болота. Значительно реже наблюдается, чтобы в авангарде растительности шли непосредственно осоки.

Причины, которые определяют собою участие того или другого растения в авангарде плавающего на воде коврика, получившего название „сплавины“¹⁾, в настоящее время не вполне еще нам известны. В общем, на основании имеющихся данных, можно сказать,

¹⁾ В Черниговской и Полтавской губ. сплавины называют „плавами“ (Оп-поков, Е. В. Речн. долины Полтавской губ., ч. 2, стр. 128. Он же. Матер. по исслед. болот. Чернигов. губ. 1905 г., стр. 7).

что моховая полоса нарастания связана с постоянно спокойной водной поверхностью, так как нежные ковры, образуемые этими растениями, совершенно не могут выдержать подчас даже слабого волнения. С последними более успешно могут справиться крепкие стебли и корневища таких растений, как *Menyanthes*, *Comarum*, *Calla* или осок. Участие сфагнома и гипнума определяется, нужно думать, химизмом воды. Сфагнум может развиваться лишь в особенно мягких водах (об этом см. ниже), напротив, многие гипнумы могут выносить более жесткую воду.



Фиг. 6. Вахта (*Menyanthes trifoliata*) впереди сплавины.

Если сравнительно слабое волнение уже исключает возможность нарастания мохового ковра, то более сильное вовсе не дает возможности развиваться сплаvine. Хотя этот способ образования болота на месте водоема, способ, который можно назвать нарастанием, в отличие от ранее рассмотренного заростания, и приурочен к более защищенным местам от ветра, тем не менее и заростанию может также мешать сильное волнение. Поэтому в общем замечается, что в озерах, более открытых, заростание или нарастание начинается на стороне, откуда дуют господствующие ветры в данной

местности. Так, в северо-западной части СССР и в Прибалтийских государствах заростание и наростание начинаются с северо-западной части озер, так как здесь господствующими летом ветрами являются северо-западные. Такие ветры катят волны с СЗ на ЮВ, и волны, ударяясь о юго-восточный берег и размывая его, мешают расти прибрежным растениям. Такой берег будет песчаный от вымытого и выброшенного прибоем песка. Эта зависимость в направлении наростания и заростания озера от направления господствующих ветров первоначально была замечена Клинге¹⁾ в Прибалтийских губерниях и поэтому получила название „закона Клинге“.

Сплавина из болотных растений, разрастаясь все более и более в ширину, в то же время и приобретает большую толщину, благодаря ежегодному наростанию растений. Часть остатков растений в нижних слоях сплавины разбухает от воды и, становясь тяжелее воды, опускается на дно под ковром сплавины.

Эти оторвавшиеся растительные остатки, имеющие уже торфянистый характер, накапливаясь на дне, образуют слой мелкого бурого ила, называемого карелами „муттой“²⁾. Понятно, что эта мутта откладывается либо прямо на минеральное дно бассейна, либо на слой уже известных нам сапропелита или сапропелевого торфа.

Таким образом, ход заполнения водоема торфом при наростании сложнее, чем при заростании. Заторфование идет от берега внутрь водоема и от поверхности к дну, а одновременно и отложение торфянистых остатков под сплавинной повышает дно.

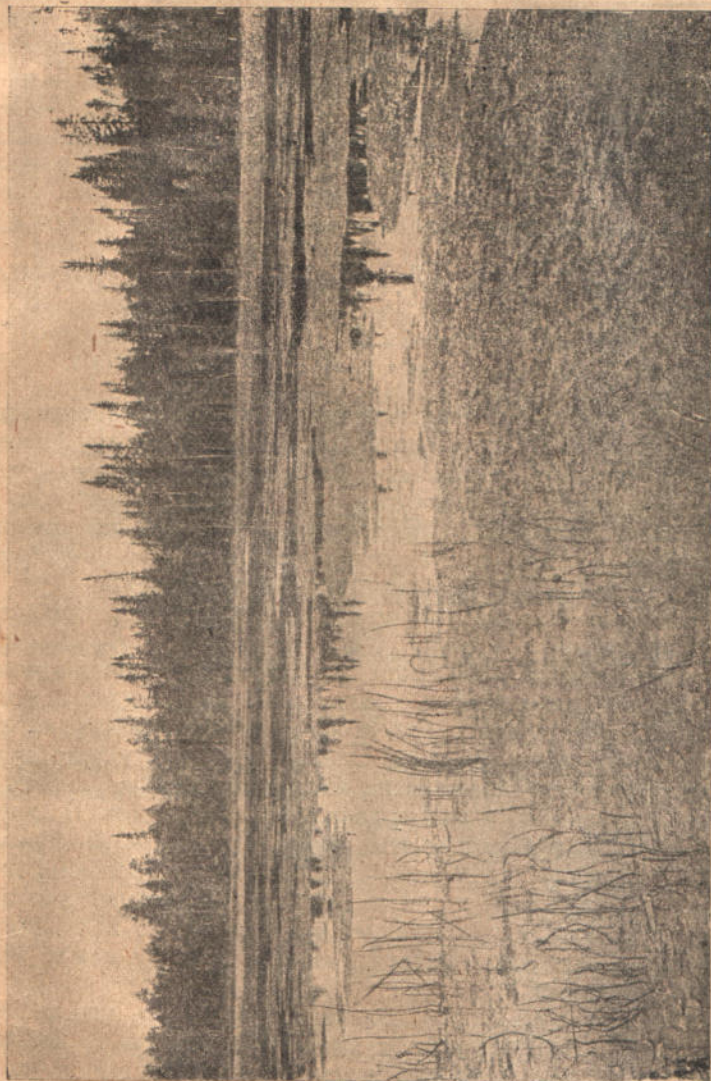
Этот процесс заторфовывания еще осложняется и следующим обстоятельством.

В более открытом или значительном по величине озере, где есть возможность разгуляться волнам, последние, ударяясь о берега, вымывают из почвы мелкие или более легкие частицы глины или органических веществ, а также неразложившиеся еще остатки растений, попавшие в воду, и выносят в озеро. Если бы прибой равномерно действовал на все берега, то эти вымытые частицы падали бы на дно более или менее равномерно. Но, как отмечено выше, по крайней мере во многих местах этого нет, господствующие летом ветры, гонят волны по преимуществу в одном направлении, противоположном от сплавины. Но, понятно, что на ряду с таким движением воды должно быть обратное подводное течение, которое и несет отмытые от юго-восточного берега частицы. Глубина этого нижнего обратного течения зависит от высоты взволнованного слоя воды и в том случае, когда озеро очень мелко, это обратное течение может касаться дна, в противном же случае глубокие части водоема должны остаться в покое. По исследованиям на оз. Пестово,

¹⁾ Klinge. Engler's Bot. Jahrbücher. Bd. 11. 1889.

²⁾ См. нижецитированную ст. Г р и м м а. Впрочем, муттой в других местах приозерных губерний называют вообще озерный ил.

Новгор. губ. О. Гримма ¹⁾, обратившего, насколько мне известно, впервые на это внимание, главная масса уносимых от места прибой взвешенных в воде частиц сносится к противоположному берегу, в



Фиг. 7. Нарастание гипнового ковра по поверхности озера в Архангельской губ. (Фот. Г. Ануфриева).

данном случае—западному, и только более тяжелые и крупные части постепенно падают на дно на всем протяжении озера. Механический

¹⁾ Г р и м м, О. Из Никольского Рыбоводного Завода, № 9. 1904. (Обстоятельное изложение образования сплавин).

анализ мутты из под сплавины и сапропелита со дна озера на глубине 15 м., произведенный К. К. Гидьзеном, дал следующие результаты.

	Удельный вес	Крупнозем в мм.			Мелкозем в мм.			Корешки в крупноземе
		3—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	Ниже 0,01	
Сапропелит	2,214	11,40	13,08	30,50	22,96	13,26	5,72	2,75
Мутта . . .	1,157	0,14	6,25	8,39	1,42	43,13	21,20	19,47

Как можно видеть, эти данные вполне подтверждают описанную выше последовательность отложения отмытых частиц по дну водоема. Таким образом у того берега, где расположена сплавина, отлагаются на дне не только остатки отмерших растений, растущих на сплавине, но и тот материал, который приносится нижним течением во время волнений. Конечно, этот процесс в той или иной мере имеет место не только при нарастании, но и зарастании.

При выяснении состава отложений на дне водоема при нарастании необходимо иметь в виду, что в не слишком глубоких водоемах, одновременно с развитием от берегов сплавины на дне могут произрастать растения не только зоны микрофитов и макрофитов, но, если глубина позволяет, и зоны широколиственных рдестов и, даже, *Nymphaea* и *Nuphar*. Поэтому нередко можно видеть впереди надвигающейся сплавины на воде разбросанные листья водяных лилий и кувшинок, а под водою заросли рдестов и других растений. Поэтому и бывает, что мутта отлагается на довольно мощном слое сапропелевого торфа. И так как по внешнему виду мутта похожа на последний и так как в мутту подводным течением могут заноситься остатки планктонных организмов, то в отдельных случаях чрезвычайно трудно бывает провести границу между этими двумя видами отложений.

Поперечный разрез через сплавину показывает, что часть ее плавает на воде, другая часть, ближайшая к берегу, то покоится на дне водоема при малом уровне воды, то поднимается и лежит на воде, в случае подъема последней. И так как такие колебания уровня воды в озерах встречаются нередко, то прибрежная часть сплавины часто подвержена разрыву и нарушению связного растительного покрова; поэтому в этом месте она бывает лишена растительности и представляется при низком уровне воды полосой бурой, топкой грязи.

Так как на „мутту“ до сих пор еще мало обращали внимания, то считать не лишним привести некоторые данные о ней, на основании исследования ее О. Гриммом и К. Гильзенем.

Извлеченная со дна мутта имеет темно-коричневый цвет со слегка оливковым оттенком, в высушенном же состоянии — темно-коричневый. Сырая мутта представляет собой вязкую, весьма липкую массу, в которой легко отличимы остатки высших растений. При растирании ее между пальцами ощущаются комочки и стебельки, зернистости же не замечается. При взбалтывании в воде она дает густую, темную, долго не оседающую муть. Высушенная на воздухе, она образует трудно разламываемые комья, причем края излома их неровные, с торчащими частями растений. Камешков и крупных кварцевых зерен в ней незаметно; она трудно растирается в порошок. Анализ мутты, произведенный А. А. Лебединцевым, показал, что органических веществ в ней до 75,83^{0/0}, общее количество N (по Кюельдалю) 5,78^{0/0}, т. е. оказывается, что при большом количестве в ней гумуса, в ней также значительное количество азота. Это обстоятельство вместе с общей характеристикой мутты заставляет сблизать ее с сапропелевым торфом и допускать участие в образовании ее планктонных организмов, заносимых сюда извне.

Наблюдая сплавины в озерах, можно иногда видеть, как куски их волнением отрываются и затем ветром носятся в виде плавучих островов по озеру. В этом случае, следовательно, происхождение плавучих островов будет иное, чем описанное нами выше.

Если озеро не подвержено слишком сильному волнению, то сплавина, развиваясь все больше и больше, может покрыть почти всю поверхность озера, и о прежнем ее существовании будут свидетельствовать лишь разбросанные среди такого-качающегося болота окна, или окнища. Понятно, что подчас, при ничтожной величине таких окон глубина их может быть чрезвычайно велика. Качающийся болотный ковер обыкновенно лишь в самой первой своей молодости настолько непрочен, что не выдерживает тяжести человека. Но впоследствии, хотя и сильно качаясь под ногами, тем не менее он не представляет большой опасности при хождении по нем. С течением времени может наступить момент, когда и эти окна исчезнут, озеро умрет вовсе, и лишь слой воды под сплавинной говорит о существовании здесь ранее открытой водной поверхности. Но пройдут годы, и этого слоя воды не станет; все под ковром будет выполнено торфом, когда накапливающийся на дне слой мутты сомкнется с торфяным слоем сплавины. Так, в конце концов на месте озера путем нарастания сплавины, образуется сплошное болото.

Далеко не всегда эти два способа заторфовывания являются резко разграниченными. Часто можно видеть, что в пределах даже одного какого-либо озера или вообще водоема в разных его частях развиты оба эти процесса, в пограничных местах смешиваясь.

Образование сплавин представляет собою очень частое явление не только на севере, где, казалось бы, этому больше благо-

приятных условий, но и на юге. Так, в Курской губ., в, так называемых, Зоринских болотах Обоянского у. мною ¹⁾ обнаружено было, что под слоем сфагнового торфа находится вода или жидкий торф, ниже которой залегает мутга, подстилаемая сапропелитом. Следовательно, здесь имело место заторфовывание водоема образованием сплавины. Такое же строение торфяников и их образование описывает Е. М. Лавренко и в Харьковской губ. ²⁾

При рассмотрении процесса заторфовывания озер, нельзя не отметить еще следующего обстоятельства. Когда идет накопление растительных (а также животных) остатков в озере и этим его дно повышается, то естественно озеро понемногу выходит из своих берегов и его водная поверхность делается больше, что вызывает большую потерю воды путем испарения. Это явление не может не отразиться на общем режиме воды в озере, что в свою очередь влияет на ход заторфовывания его.

2. Заболачивание. ✓

Рассмотренный нами выше процесс образования болот из озер и других водоемов путем их заторфовывания является довольно изученным. Нередко высказывают мнение, что это наиболее распространенный способ образования болот, и склонны видеть в обширных наших северных болотах результат зарастания озер. Однако исследование наших северных торфяников показывает, что, хотя зарастание водоемов представляет собою нередкое явление, однако большая часть площади наших болот образовалась путем заболачивания сухих мест. Но этот способ образования болот еще мало изучен, очень часто о ближайших причинах, вызывающих постепенное превращение леса или луга в болото, мы весьма мало знаем. С практической точки зрения эти явления заслуживают особенного внимания. На севере во многих местах слышен вопль местных жителей, что „мох лезет на пашню, луг или лес“, что там, где еще недавно была культурная земля, теперь расстилается болото. Этот процесс во многих местах происходит прямо на глазах. Понятно, чтобы успешно бороться с этим злом, необходимо знать причины, его вызывающие. Поэтому является крайне важным обратить внимание на это явление и у нас России. Что заболачивание сухих мест значительно меньше изучено, чем зарастание озер объясняется частью тем, что этот процесс в Германии и Швейцарии, где болотоведение получило особенное развитие, не столь распространено, как в более северных местах.

¹⁾ Сукачев, В. Н. Материалы к изучению болот и торфяников степной области Южн. России. Зоринские болота Курской губ. Изв. Ленингр. Лесного Инст. XIV. 1906.

²⁾ Лавренко, Е. М. Сфагновые торфяники Харьковской губ. Дневники 1-го Всер. съезда ботаников в Петрогр. 1921. Стр. 25. Его же статья в „Вест. Тор. дела“ 1929 г.

Поэтому такие знатоки болот, как Вебер, Фрю и Шрөтер (Früh и Schröter), Потонье (Potonié), уделяя много внимания изложению процесса зарастания озер, лишь в общих чертах касаются вопроса о заболачивании суши. В этом отношении лишь Гребнер¹⁾ (Graebner) дает весьма ценный материал. Больше сделано на этот счет в Швеции, где, напр., есть ценные исследования Гессельмана²⁾ (Hesselman) и Haglund. У нас в России еще в 1891 г. Танфильев³⁾ обратил большое внимание на заболачивание суши и дал, хотя и в кратких словах, но очень ясную картину возникновения болот на ранее сухих местах. Флеров⁴⁾ описывает подобное же возникновение болот и во Владимирской губернии. Много в этом отношении сделано для Финляндии, где работа Каяндера (Cajander) подробно рассматривает различные случаи заболачивания лесов⁵⁾.

Этими работами установлены случаи, когда происходит заболачивание сухих мест, и выяснена достаточно обстоятельно смена растительности при этом процессе, но остаются все же неясными во многих случаях внутренние причины, повлекшие к столь значительному накоплению влаги в верхних слоях почвы, что могли возникнуть чисто болотные растительные ассоциации и начаться отложение торфа. Это объясняется тем, что такое изучение представляет большие трудности.

Уже в настоящее время можно сказать, что заболачивание ранее сухих мест может происходить различными путями и вызывается различными причинами. Рассмотрим главнейшие случаи.

1. Заболачивание лесов. Несмотря на то, что заболачивание лесов представляет собою очень обычное явление и было неоднократно описываемо в литературе, тем не менее в этом процессе еще очень много темного. Наиболее часто наблюдается заболачивание сосновых или еловых лесов в северной половине СССР. ✓

Сплошь и рядом можно видеть такие заболачивающиеся леса в соседстве с уже существующими болотами и можно наблюдать, как в данном случае заболачивание леса есть результат разрастания болота. Это явление столь обычно, что может возникнуть вопрос, возможно ли вообще заболачивание лесов вне связи с существующими уже болотами. Наблюдение как первых стадий заболачивания, так и строения уже развитых болот, ясно говорит нам, что действительно, заболачивание лесов может происходить и вне связи с болотами.

1) Graebner. Handbuch der Heidekultur. 1904.

2) Hesselman. В Geolog. Förhandl. Bd. 29. 1907.

3) Танфильев. О болотах Петерб. губ. Гр. Вольн. Эконом Общ. 1888 и 1889 г.

4) Флеров, А. В. „Землеведение“. 1899 г.

5) Cajander. Studien über die Moore Finlands. 1913.

Заболачивание наших хвойных лесов может происходить различными путями, но, конечно, необходимо для этого, чтобы создались условия накопления и застоя влаги. Последнее обыкновенно имеет место при водонепроницаемости почвы. Каяндер, на



Фиг. 8. Заболачивающийся сфагнумом еловый лес в Архангельской губ.
(Фот. Г. Ануфриева.)

основании своих исследований в Финляндии, считает вообще водонепроницаемость почвы необходимым условием всякого заболачивания леса. При этих условиях при равнинности рельефа или в понижениях при его всхолмленности легко создаются условия для

накопления влаги в верхних слоях почвы, что влечет за собою замену лесной растительности болотной.

В еловых лесах по мнению некоторых авторов (Флеров) этому содействует густота самого леса, тенистость, отсутствие свободного доступа света и ветра, которые уменьшают испарение с поверхности почвы. В еловых, а иногда и сосновых лесах повидимому одним из наиболее частых случаев является тот, когда начало этому процессу кладет поселение под пологом ели кукушкина льна, *Polytrichum commune*. Появляясь сначала среди обычных представителей мохового покрова хвойного леса (*Hylocomium*, *Hurmit*) небольшими дернинками, этот мох постепенно их вытесняет и в течение довольно короткого времени может занять сплошь почву. Густые дернины этого мха начинают накапливать темного цвета торф, который характеризуется яснозаметными, трудно разложимыми, блестящими стеблями мха. Этот вид торфа поэтому легко отличим от других. Обыкновенно, когда слой этого торфа достиг некоторой высоты, среди кукушкина мха появляются дерниночки *Sphagnum*'а, белого торфяного мха. Появление этого мха позволяет заключить, что дальнейшее развитие болота обеспечено.

Уже густые дернины кукушкина льна обладают способностью задерживать попадающую к ним влагу из атмосферы, чему у них способствует ряд полосок клеток, тесно расположенных параллельно друг другу на верхней стороне листа. Этой способностью гораздо в большей степени обладает сфагнум, что объясняется его крайне своеобразным строением. Так, если рассматривать лист его под микроскопом, то мы увидим, что ткань его слагается из двух родов клеток: больших, бесцветных и пустых, называемых гиалиновыми, и прилегающих к ним узких, удлинённых, наполненных живым содержимым. Стенки больших гиалиновых клеток внутри снабжены обыкновенно утолщениями в виде колец или спиралей, между которыми образуются отверстия или поры округлой или овальной формы. Стебли сфагнума снаружи одеты, т. наз., коровым слоем, состоящим из очень крупных также бесцветных и пустых клеток с крупными порами на стенках, а изнутри нередко со спиральным или кольчатым утолщением, т. е. здесь имеются такие же гиалиновые клетки. Стебель сфагнума сильно ветвится, образуя наверху густое собрание ветвей вроде головки. Нижние же ветви, большею частью, загибаясь вниз, плотно прикладываются к главному стеблю и образуют около него как бы покров.

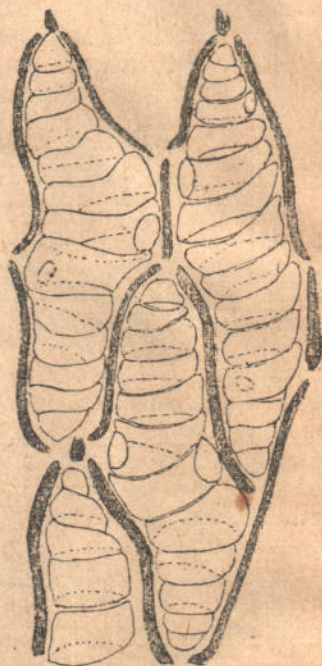


Fig. 9.
Polytrichum commune.
Женская особь с коровочкой.
(По Lützelow'y).

Таким образом все мертвые клетки листьев и стеблей имеют строение, приспособленное к энергичному впитыванию воды. Так как все эти клетки на коре, стебле и на листьях плотно прижаты друг к другу, то благодаря такому устройству плотная сфагновая дернина образует массу, чрезвычайно обильную капиллярными пространствами и поэтому очень легко и быстро всасывающую воду.



Фиг. 10. *Sphagnum acutifolium*. Общий вид и отдельно лист (по Lützow'y).



Фиг. 11. Клетки листа *Sphagnum cymbifolium*. Увелич. в 200 раз (из Генрици).

Поэтому, если погрузить нижний конец стебля сфагнума в стакан с водою, то вода быстро поднимается по стеблю и ветвям вверх. Также, если дернину этого мха полить водою, то она быстро напитается ею, как губка. На огромную влагоемкость сфагнума указывал еще Лескере (Lesquereux), который констатировал, что воздушно-сухой сфагнум при напитывании водою в 17 раз увеличивал свой вес. Дюггели (Düggeli) получал в своих опытах почти в 24 раза увеличения веса мха¹⁾. Для сравнения влагоемкости

¹⁾ Цитирую по Früh и Schröter'y, стр. 73.

сфагнома с другими растениями можно привести следующие данные Цайлера и Вилька (Zailer и Wilk ¹⁾).

100 частей воздушно-сухого растения поглощали следующие количества воды:

	Частей воды.
<i>Sphagnum acutifolium</i>	2.010
„ <i>cymbifolium</i>	2.016
„ <i>cuspidatum</i>	1.877
<i>Hypnum stramineum</i>	1.751
„ <i>scorpioides</i>	1.521
<i>Polytrichum strictum</i>	371
<i>Carex</i> (виды осок)	300
<i>Phragmites commnuis</i>	235

В последнее время Пауль ²⁾ приводит на этот счет также интересные данные; так, напр., у него 10 гр. абсолютно сухого вещества свежего сфагнома впитывали воды:

	Сколько раз больше по весу.
<i>Sphagnum molluscum</i>	в 26,8
„ <i>papillosum</i>	„ 25,3
„ <i>medium</i>	„ 23,2
„ <i>cymbifolium</i>	„ 23,1
„ <i>rubellum</i>	„ 22,1
„ <i>squarrosum</i>	„ 22,0
„ <i>fuscum</i>	„ 19,3
„ <i>acutifolium</i>	„ 18,6
„ <i>recurvum</i>	„ 17,7
„ <i>teres</i>	„ 16,6

Весьма обстоятельные данные о водопоглотительной способности разных видов сфагнома (19 видов) получены в исследованиях Э. Ф. Руофф ³⁾. Не приведя всех относящихся сюда данных, укажу лишь на наиболее интересные цифры. Она в одних случаях экспериментировала со свежим сфагнумом, в других с хорошо высушен-

¹⁾ По Potonié, III, стр. 17.

²⁾ Paul. В Mittel. der K. Bayer. Moorkulturanstalt. Heft. 2. 1908.

³⁾ Ruoff, S. „Das Aufsaugungsvermögen des Torfmooses und seine Verwendbarkeit als Verbandstoff“ Mittel. d. Vereins zu Förderung der Moorkultur in Deutsch. Reiche. Heft 14—15. 1918.

ным на воздухе сфагнумом. Ниже приводятся данные того, во сколько раз больше собственного веса поглощали сфагнумы воды:

	Свежий		Высушен на воздухе	
	Воздушно сухой	Абсолютно сухой	Воздушно сухой	Абсолютно сухой
<i>Sphagnum fuscum</i> .	—	—	23,1	25,1
„ <i>rubellum</i>	24,8	26,4	21,0	24,8
„ „	—	—	26,5	33,7
„ <i>acutifolium</i>	23,2	27,9	18,5	21,8
„ <i>squarrosum</i>	—	—	27,5	32,6
„ <i>Dusenii</i> . .	—	—	25,8	30,5
„ <i>obtusum</i> .	21,7	23,5	18,8	22,3
„ <i>amblyphyllum</i> . .	—	—	20,5	25,4
„ <i>recurvum</i> .	—	—	20,1	25,5
„ <i>cuspidatum</i>	—	—	26,1	31,4
„ <i>molluscum</i>	30,7	35,7	25,3	29,7
„ <i>subsecundum</i> . . .	—	—	23,5	26,7
„ <i>contortum</i>	20,1	23,7	16,7	19,8
„ <i>platyphyllum</i> . . .	—	—	19,6	23,5
„ <i>cymbifolium</i>	—	—	31,0	38,8
„ <i>papillosum</i>	—	—	22,5	27,8
„ <i>subbicolor</i>	25,0	21,2	22,2	26,4
„ „	—	—	26,2	32,6
„ <i>medium</i> .	—	—	26,0	30,7

Эти данные показывают, что в отдельных случаях сфагнум способен принимать свыше, чем в 38 раз больше воды, нежели он весит в обезвоженном состоянии.

солнечный и дождливый дни поглотили следующее количество воды в %:

	11 ч. дня.	12—1 ч. ночи.	3—4 ч. утра.	Дожд. день.
<i>Sphagnum fuscum</i> . . .	3,83	13,34	15,89	31,32
„ <i>papillosum</i> . . .	5,50	13,20	17,20	21,4
<i>Polytrichum commune</i> . . .	0,0	5,25	8,09	15,43
<i>Aulacomnium palustre</i> . . .	2,06	10,64	—	16,32
<i>Hypnum Schreberi</i> . . .	0,0	8,63	—	11,30
Относит. влажность . . .	54	80—95	90—95	100

Эти данные хотя и указывают, что такое поглощение идет, но его величина не очень велика, и большого значения в процессе заболачивания оно не имеет. Другое дело выше приведенные цифры влагоемкости сфагнома; они ясно говорят, что этот мох по сравнению с другими обладает этой способностью в особенно большой степени.

Однако, один факт большой влагоемкости сфагнома еще сам по себе не решает вопроса о его роли в заболачивании. Необходимо при этом принять во внимание и другие его свойства по отношению к влаге. Так, старые данные *Oltmanns'a* (1887) показали, что сфагнум в 5 раз больше испаряет, чем открытая водная поверхность и что количество испарившейся воды не изменяется, будем ли иметь живой или мертвый сфагнум.

Однако, по сообщению *Д. Т. Герасимова*, опыты, поставленные в болоте „Галицкий мох“ в Тверской губ., дали иные результаты, а именно (по данным 1924 г.) ¹⁾:

На 500 кв. см. площади.

С 8/VI по 22/IX.
(За 107 дней).

Выпало дождя	9140 кв. см.
Испарил сфагновый ковер	9139 „ „
Испарила свободная водная поверхность в плошках	7494 „ „
Отношение выпавших осадков к испарению сфагнома	1.00

Эти цифры показывают, что в летние месяцы разница между испарением свободной водной поверхности и испарением сфагновой дернины выражается следующими цифрами: принимая испарение первой за 100, получаем для сфагновой поверхности 122. Расхождение с данными *Ольтманса* объясняется *Герасимовым* тем, что у *Ольтманса* брались маленькие дернинки живого мха ($\frac{1}{4}$ кв. децим.), опуская нижние концы стеблей в сосуд с водой. Вышеприведенные

¹⁾ Герасимов, Д. А. Из результатов стационарных исследований на верховом болоте. „Торф. Дело“, № 6. 1925 г.

же данные иллюстрируют испарение нетронутой сфагнутой поверхности в болоте.

Эта испаряемость сфагнума, хотя бы в размерах сообщаемых Герасимовым, как бы значительно понижает его заболачивающую роль. Но нужно вспомнить, что в лесу, а в особенности еловом, сильно понижено испарение. Кроме этого необходимо принять во внимание, что сфагнум хотя и много испаряет, однако, скорое высушивание дернины распространяется на небольшую глубину, всего лишь на 0—5 см. от поверхности. Ниже же слой мха и торфа остается влажным и теряет влагу с трудом, так как верхний высохший слой мха предохраняет ниже следующие слои от высыхания. Таким образом в результате, благодаря сфагнуму, в торфянистом горизонте мало-по-малу все более и более накапливается влаги. Сфагнум все лучше развивается и болото растет.

Может быть покажется странным, что в лесу при наличии такого большого водного насоса, каким является древесная растительность, тем не менее возможно заболачивание. Но для объяснения этого приходится также принять во внимание следующее обстоятельство. Слой кукушкина льна и его торфа, а особенно сфагнума и сфагнового торфа, благодаря той же своей большой водопоглотительной способности, задерживают в своей дернине большую часть выпадающих осадков и лишь незначительная часть их попадает в почву, а то и почти вовсе не достигает ее. Это приводит к тому, что по крайней мере большая часть влаги, впитанной мхами и торфом, не потребляется корнями древесных пород и поэтому не уносится из почвы.

Еловые, сосновые или сосново-еловые леса чаще всего таким способом и заболачиваются, при чем может случиться, что прямо сфагнум поселяется на почве без стадии кукушкина льна. По крайней мере можно видеть в природе, как в сосновом или в еловом лесу начинается среди *Hypnum Schreberi* и *Hylocomium splendens* поселяться сфагнум и вытеснять постепенно их вовсе. Подобные случаи можно видеть хотя бы в пределах Охтенского лесничества под Ленинградом. Там во многих местах в сосновом или сосново-еловом лесу, где уже в значительной степени развит сфагновый ковер, делая разрез почвы, видим, что под слоем живого мха в 7—10 см. мощностью следует торф, мощностью до 10—20 см.; сверху торф еще мало разложился и стебли сфагнума хорошо сохранились, ниже торф темно-серо-коричневого цвета, уже значительно разложившийся. Далее непосредственно следует темно-серый гумусовый горизонт до 30 см. мощностью, переходящий в подзолистый или глеево-подзолистый слой. Исследование разложившегося слоя торфа, лежащего на гумусовом горизонте, ясно свидетельствует, что он образован сфагнумом. Таким образом здесь заболачивание началось прямо с развития сфагнума.

При таком заболачивании мы часто видим, что лес, который первоначально состоял из смеси сосны и ели или даже с решительным преобладанием последней, уже при начале сфагнового заболачивания

чивания, начинает постепенно переходить в чисто сосновый. Ель вскоре принимает очень жалкий вид и исчезает вовсе. Это заболачивание связано с обеднением почвенных вод кислородом. Прекрасные исследования Гессельмана (Hesselman, 1910) в Швеции показали, что пробы воды, взятые с глубины уже 20 см. в заболачивающихся насаждениях оказывались совершенно лишенными кислорода. С этим фактором в связи, оказалось, стоит и рост еловых лесов. В плохо растущих еловых лесах кислородом воды крайне



Фиг. 12. Ель на сфагновом болоте в Архангельской губ. (Фот. Г. Ануфриева).

бедны, напротив они им более богаты в хорошо растущих ельниках. Обеднение кислородом заболачивающихся почв зависит между прочим и от способности накаплиющихся торфянистых отложений жадно поглощать кислород. Вначале сосна еще мирится с заболачиванием, но по мере увеличения слоя торфа ее рост делается хуже и хуже, приближаясь к обычному виду сосны по моховому болоту. Это зависит от того, что хотя ель и является породой, предпочитающей более влажные места, чем сосна, но она более чувствительна к недостатку кислорода в почве и избегает моховых болот, на которых сосна может еще расти.

Таким путем сосновый или еловый лес может превратиться в моховое сфагновое болото. В общем можно сказать, что такое заболачивание повидимому чаще встречается в еловом лесу, чем в сосновом.

Причина, которая определяет, чем начнется заболачивание, кукушкиным ли льном или сфагнумом, лежит в свойстве почв. Как мы увидим ниже, сфагнум растет только при условии почти полного отсутствия извести в воде. Поэтому понятно, что в лесу прямо на минеральном грунте только тогда поселится сфагнум, когда почва в достаточной степени выщелочена. В противном случае сначала разовьется кукушкин лен, который отложит слой торфа, на котором затем уже может селиться сфагнум, будучи отделен от почвы этим слоем торфа.

В рассмотренном случае заболачивания соснового или елового леса начало развития болота ознаменовывалось появлением мха *Polytrichum*, сменяющегося затем *Sphagnum*'ом, или же прямо *Sphagnum*'а. В том и другом случае болото неизменно переходило в моховое сфагновое болото, при чем древесная растительность претерпевала следующие изменения. Если первоначально была только сосна в растительном сообществе, то замечалось постепенное ухудшение ее роста и постепенно формировалось обычное сфагновое болото, с корявой низкорослой сосною. Если же в первоначальном лесу была ель, то она вскоре уступала место сосне, и спустя известное время также развивалось моховое сфагновое болото с корявой сосною. Но есть указания в литературе, что еловый или смешанно-еловый лес может, заболачиваясь, превращаться в луговое травяное болото с осоками, злаками (*Calamagrostis*), сабельником (*Comarum palustre*) и другими растениями. Связывают такой ход заболачивания с наличием особенно богатой почвы, а следовательно и водного раствора, в котором приходится жить растениям. Ближайшие причины возникновения этого типа заболачивания, однако, еще неясны. Все-таки нет сомнения, что этот процесс требует несравненно большего первоначального обилия влаги на поверхности почвы или в ее верхних слоях, чем при заболачивании кукушкиным льном, а тем более сфагнумом. На таком травяном болоте, где питание растений минеральными веществами находится в лучших условиях, ель дольше удерживается. Вместе с нею, а иногда и без нее развивается береза. Таким способом заболачиваются часто смешанные леса, в которых кроме ели присутствует береза или осина.

Все эти три способа заболачивания леса наблюдаются в том случае, если первоначально есть условия для застоя воды в силу, с одной стороны, водонепроницаемости грунта, с другой подходящего рельефа, определяющего отсутствие стока воды. При этом может быть, что в процессе развития растительности и отложения ею не вполне разложившихся остатков или в силу завала деревьями или кустарниками, ложбина стока, ранее успешно действовавшая, становится неспособной в достаточной мере отводить воду, что и может повести к заболачиванию.

Выше уже было отмечено, что часто ближайшим поводом к заболачиванию леса является присутствие рядом болота. Остановимся еще несколько подробнее на этом. Как мы дальше увидим, почти всегда болото, раз возникнув, начинает дальше разрастаться на счет окружающей его сухой почвы, безразлично будет ли это луг или лес. Поднятие уровня воды в непосредственной близости с болотом или стекание ее с поверхности болота и застаивание ведет к заболачиванию.

В таких случаях можно видеть, как по периферии болота сфагнум насильственно внедряется в еще живой лес. Крупные деревья при этом скоро отмирают, подгнивают и, обваливаясь, образуют целые груды валежника. Как с ¹⁾ описывает, напр., по берегу озера Дулова в Псковской губ. такой быстро заболачивающийся еловый лес. Здесь у самого края болота рос крупный еловый лес местами с примесью осины и березы, а в подлеске с лещиной, липой и жимолостью. И хотя густая травяная растительность из ясменника (*Asperula odorata*) ландыша (*Convallaria majalis*), бора (*Milium effusum*), свидетельствовала о сравнительном богатстве почвы, тем не менее на лес прямо надвигался сфагнум. По всей границе соприкосновения леса с болотом, надвигание последнего на лес шло с поразительной быстротой, — настолько быстро, что целой полосой стояли громадные мертвые осины и березы, еще покрытые корой и ветвями. В той же полосе на сплошном ровном сфагновом ковре находятся молодые живые ели, как бы сразу прекратившие свой недавний хороший рост. На их сильное угнетение указывают еще лишайники, которыми сплошь все ветви обвешаны.

Одной из основных причин заболачивания лесов часто выступают образование в почве трудно проницаемого для воды слоя, так называемого, ортштейна. Образование ортштейна есть следствие подзолистого типа почвообразования. В более северной, лесной части СССР, почвенный процесс протекает в кислой среде, в силу чего из верхних слоев почвы вымывается ряд веществ, главным образом, полуторные окислы железа и алюминия и частью гумусовые вещества, которые относятся в глубже лежащие слои. Там, где почва в известное время года периодически пресыщается водою и затем наступает относительно сухое время, когда кислород проникает в почву, там наступают такие условия, что на некоторой глубине вещества, вымытые из верхних горизонтов, откладываются и образуют плотные скопления, получившие название ортштейна. Ортштейн, развиваясь значительно, может вызвать застаивание воды в верхних слоях почвы, что и поведет к заболачиванию. В западно-европейской литературе, особенно в Германии, этому фактору придают большое значение.

Что касается того, насколько часто у нас в СССР заболачивание лесов является следствием ортштейнообразования, имеется

¹⁾ Какс, А. Р. В „Материалах по изуч. болот Псков. губ.“ под редакцией В. Н. Сукачева. III. 1914.

очень мало данных. Скорее есть основание думать что этот процесс у нас далеко не играет той роли, которую ей приписывают некоторые германские болотоведы. Так, Кааяндер (l. c.) в Финляндии ортштейнообразованию не придает большой роли. Из других частей СССР имеется чрезвычайно мало достоверно известных мест, где можно было бы утверждать, что образование ортштейна вызывало заболачивание. Если это и указывается, то только для понижений среди песчаных почв. В большей же части севера СССР, где почвы по преимуществу глинисты или суглинисты, заболачивание вовсе не связано с появлением ортштейна.

2. Заболачивание лесосек и пожарищ. Если мы видели, что тенистость и влажность в лесу, особенно в еловом, может быть обстоятельством, способствующим заболачиванию, то с другой стороны уничтожение леса тем или иным способом и оголение почвы, тоже может послужить причиной к заболачиванию местности, ранее бывшей достаточно сухой. В числе причин, влекущих за собою оголение лесной почвы, прежде всего необходимо назвать вырубку и лесные пожары.

Заболачивание лесосек и пожарищ еще в 1888 году обстоятельно изучил Г. И. Танфильев (l. c.) в Ленинградской губернии. Впоследствии эти явления были предметом неоднократного изучения, особенно в Швеции, Финляндии и у нас в СССР, как Европейской, так и Азиатской частях.

Остановимся сначала на вырубках и вырубках притом сплошных. Такая рубка по сравнению с лесом представляет то существенное отличие, что здесь лучи солнца, а также и ветер получают возможность непосредственно действовать на почву. Это прежде всего отражается на растительности. Виды теневыносливые уступают место светолюбивым. Это происходит постепенно. В первый год после срубки леса на лесосеке еще сохраняются теневые представители лесной флоры и лишь со второго года и в последующие они вовсе уступают место светолюбивым. То обстоятельство, что удаление древесной растительности обнажает почву, казалось бы, должно играть роль, мешающую заболачиванию, так как оно повышает испарение влаги почвою. Однако, в действительности сплошь и рядом наблюдается иное. Часто после вырубки лесосека начинает заболачиваться. Так, Танфильев (l. c.) описывает в Лисинской даче Ленинградской губернии следующий ход заболачивания лесосеки. Лес, где были заложены изученные лесосеки, был развит на песчаной почве и не имел следов заболачивания. Но рядом, в расстоянии всего 1—2 сажени, при той же почве на лесосеке прошлого года уже видно начало заболачивания; кукушкин лен (*Polytrichum commune*) заглушает настоящие лесные мхи, как *Hylocomium splendens*, *H. triquetrum*, *Hypnum Schreberi*, а также чернику и бруснику. Местами *Polytrichum* уже образовал сплошную щетку. На лесосеках 3-летнего возраста к сплошному ковру из кукушкина льна присоединяется уже *Sphagnum*, образующий отдельные подушки, число которых с каждым годом все увеличивается.

В других случаях, напр., при заболачивании лесосеки из подлиственного или елового леса, процесс развития болота идет иначе. Лесосека в ближайшие же годы зарастает густыми дернинами *Calamagrostis* (вейника). Остатки дернин этого злака вместе с другими растительными остатками образуют на почве довольно мощный слой войлока, который под давлением снега уплотняется. По мнению Танфильева такой слой как защищает почву от испарения, так и способствует образованию торфа, а затем и появлению настоящих болотных растений, как, напр., некоторых осок (*Carex ampullacea*), сабельника (*Comarum palustre*) и даже *Sphagnum*'а. Подобные данные имеются и из многих других мест, где отмечалось возникновение болот на месте вырубок. Однако, скольконибудь детальных исследований в СССР, кроме приведенных выше Танфильева, произведено не было. Но известны случаи, когда после вырубки леса на лесосеке, раньше сухой, возникало мелкое озеро, существовавшее несколько лет и постепенно превращавшееся в болото.

Понятно, что далеко не всякая лесосека, хотя бы даже в северной части Европейской России, будет заболачиваться. Для этого необходимы другие условия, благоприятствующие этому; кроме общих климатических условий необходимо, чтобы и первоначально почва в верхних слоях была уже достаточно влажна. Если этой влаги не хватало для возможности заболачивания леса, то небольшое увеличение ее при вырубке леса оказывается достаточным для начала образования болот.

Аналогичное вырубкам влияние на образование болот оказывают пожары в лесу. И здесь, часто там, где ранее не было болота, после пожара начинается процесс заболачивания. Танфильев (l. c.), описывая заболачивание лесов Ленинградской губернии, говорит, что на пожарищах прежде всего появляются мхи *Funaria hygrometrica* и *Marchantia polymorpha*. Первый из них селится обыкновенно на разбросанных по пожарищу кусочках угля, плотно задерновывая даже очень большие площади. За этими растениями появляется злак *Deschampsia flexuosa*, образующий также плотные дернины. Вскоре появляется кукушкин лен, за которым может последовать и *Sphagnum*.

Приблизительно такую же смену растительности при заболачивании отмечает и Флеров (l. c.) для Владимирской губернии. Имеются данные о заболачивании пожарищ и не только для севера Европейской России, но и для Сибири (Левицкий, Сукачев, Кузенева). В Швеции *Haglund* пожарам придавал особенно большую роль при заболачивании. *Cajander* (l. c.) считает, что это имеет место и в Финляндии. У нас в северо-западной России сплошь и рядом на дне болот, чаще моховых, можно найти углистые прослойки. Под самым Ленинградом в Охтенской даче Целлариус¹⁾ указывает часто под слоем сфагнома и сфагнового торфа

¹⁾ Целлариус. В Изв. Лесн. Инст. XX. 1910.

темные по виду углистые прослойки. Исследование некоторых из них показало, что мы имеем здесь действительно уголь.

Таким образом заболачивание пожарищ, как и лесосек представляет собою очень распространенное явление.

Танфильев в этом отношении придает большое значение тому, что уже у *Funaria* густостоящие ножки коробочек, образуя сплошную щетку, прекрасно задерживают дождевые капли и росу, передавая их стеблевым органам, образующим плотные, подобные войлоку дернины, препятствующие высыханию почвы. Высыхание почвы, по его мнению, не мало затрудняет также и листообразные пластинки простертого по земле печеночника, *Marchantia*. Плотные дернины *Deschampsia caespitosa* также служат прекрасным собирателем выпадающей атмосферной влаги и проводником ее в почву. Кукушкин лен, как мы видели, этой способностью обладает еще в большей степени.

Флеров полагает, что образованию болот после пожаров действует сильное уплотнение грунта, притяжение влаги образовавшейся золой и недоступность происшедшей таким образом почвы для многих растений в силу избытка растворимых солей в почве. Это обстоятельство, однако, вряд ли играет роль. Во-первых, не приходится говорить об уплотнении почвы после пожара, так как этого вовсе не наблюдается, во-вторых, трудно думать, чтобы зола притягивала столько влаги, чтобы могло начаться заболачивание, тем более, что эта влага в значительной части снова испаряется на открытом месте.

Что же касается роли растений, являющихся пионерами на пожарищах, то не отрицая значения их в задержке и накоплении влаги, нужно все же сделать несколько оговорок. Во-первых, необходимо принять во внимание, что эти растения также испаряют задержанное количество влаги, что при доступе ветра и лучей солнца, а особенно в первые годы, когда их дернина не может быть толста, количество испарившейся воды должно быть велико. В настоящее время нет данных, как велик тот остаток, который получается из воды, накапливающейся в этих дернинах и под ними, за вычетом испарившегося количества ее. По крайней мере в первые годы этот остаток должен быть очень невелик. Во-вторых, следует заметить, что пожарище, как и лесосека, далеко не сразу густо покрываются указанными выше растениями, напротив, обыкновенно в первый год, а то и во второй, все эти растения не достигают той мощности развития, которая могла бы играть роль в смысле накопления влаги. В то же время обыкновенно заболачивание начинается немедленно, после уничтожения леса либо вырубкой, либо пожаром. Уже в первый год часто ясно бросается в глаза более влажная почва на открытом месте, чем рядом под лесом. Еще Докучаев указал, что результатом пожаров в лесах бывает часто появление после следующей за пожарами весны озер, иногда в несколько десятин поверхностью. Большое значение в этом явлении играет то, что

удаление леса вырубкой и пожаром уничтожает тот насос, который, естественно, осушает почву, как сильный испаритель.

Эбермайер¹⁾ в 1900 г. указывал, что сырые местности под влиянием леса обсыхают и наоборот после вырубки снова заболачиваются и связывал это с дренирующей ролью леса. П. В. Отоцкий²⁾ показал, что под лесом стояние уровня грунтовых вод ниже, чем на безлесном пространстве при тех же условиях. Последние исследования С. А. Яковлева³⁾ над уровнем грунтовых вод к северу от Ленинграда свидетельствуют, что уровень грунтовых вод под лесом, поднимаясь медленнее, чем вне леса, в весеннее время и спадает медленнее до первых чисел июня (за исключением мест резкой депрессии в поверхности подземного потока, обусловленной характером рельефа); но с первых чисел июня и в течение остальной части лета уровень грунтовых вод под лесом понижается, тогда как вне леса в августе месяце наблюдалось второе поднятие грунтовых вод. Эта депрессия кривой под лесом, достигающая наибольшей величины по сравнению с другими месяцами, должна быть отнесена на долю транспирации влаги лесом. С начала октября, когда уже кончается вегетационный период, уровень грунтовых вод медленно поднимается, тогда как уровень грунтовых вод вне леса падает, и в декабре месяце уровни во всех колодцах сближаются в силу исчезнувшего расхождения, вызванного транспирационной деятельностью леса.

Учитывая, что под лесом стояние грунтовых вод ниже, чем на безлесном пространстве Левицкий⁴⁾ также видит в этом причину заболачивания пожарищ в лесах Амурского края. Этим же объясняет заболачивание пожарищ в Швеции и Haglund. Кааяндер (l. c.), присоединяясь к этому, добавляет, что это возможно лишь тогда, когда уровень грунтовой воды лежит вообще близко к поверхности почвы. Таким образом можно думать, что основной причиной заболачивания лесосек и пожарищ является самый факт уничтожения леса, т. е. *уменьшение испарения воды из почвы*. Дернистые же растения, а также и кукушкин лен и сфагнум впоследствии лишь могут усиливать этот процесс.

Этим же главным образом объясняется и заболачивание ветровальных мест. Здесь, однако, весьма возможно, что не малую роль играет завал почвы стволами и ветвями упавших деревьев, прикрывающий отчасти почву и этим понижающий ее испарение, а также иногда затрудняющий естественный сток воды с данной площади.

Принимая во внимание это, нередко рекомендуют, как одну из мер борьбы с заболачиванием лесосек и пожарищ, уборку или сжигание на лесосеке остатков от заготовки леса (ветвей, коры и

1) Ebermaier. Einfluss der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit. 1920.

2) Отоцкий. „Грунтовые воды“. Тр. Оп. Леснич. 1905.

3) Яковлев, С. А. Наблюдения над влиянием леса на грунтовые воды в течение 1904 г. Извест. Гос. Инст. Оп. Агрон. Т. III. № 2—4. 1925.

4) Левицкий. В „Почвоведении“. 1910 г.

проч.) и валежника на пожарищах. Вредное влияние на заболачивание этих остатков от лесозаготовки и валежника весьма вероятно, но вообще это влияние до сих пор точно не учтено и не выяснена степень его вреда.

3. Заболачивание лугов. Сплошь и рядом в наших северных губерниях можно слышать жалобы на то, что луга, ранее бывшие хорошими, дававшие большие урожаи, в короткий срок заболачиваются и делаются крайне низкими по качеству. В дальнейшем они превращаются в настоящие болота.

Подобная участь часто постигает, как суходольные, так и поемные луга и может быть следствием разных причин. В настоящее время в этом процессе еще очень много темного и часто непосредственные ближайшие причины его нам неизвестны.

Проф. В. Р. Вильямс¹⁾ вообще считает, что всякий луг в силу изменения почвенных условий самой же растительностью неизбежно переходит в болото. По его мнению пышное развитие луговых растений, особенно рыхлокустовых и корневищных злаков, ведет к постепенному накоплению в почве луга корневых остатков, а на ее поверхности отмерших стеблевых частей, особенно в местах хотя бы временно сильно увлажняющихся. Развивающийся в силу этого плотный дерн лишает почву доступа воздуха в достаточном количестве и приводит к развитию в почве свободных перегнойных кислот, появлению закисных соединений и накоплению неразложившихся органических остатков, что ведет к гибели всех луговых растений, кроме плотнокустовых злаков и осок, и появлению мхов. Появление мхов уже знаменует собою начало заболачивания. Идущий под влиянием этого прогрессивный процесс накопления органических остатков изменяет почву в том же направлении в столь сильной степени, что луг сменяется сначала травяным болотом, а затем моховым.

Главную роль в этой смене растительности при заболачивании играет, надо думать, не уменьшение собственно аэрации, а изменение состава почвенного воздуха. Как мы видели выше, накопление гумусовых веществ ведет к сильному поглощению кислорода и обеднению им почвы, что и отражается на растительности. Не отрицая того, что иногда это изменение состава воздуха идет параллельно с уменьшением вообще аэрации, нельзя утверждать, что это всегда бывает. Наблюдения Л. И. Успенской²⁾ на заболачивающихся суходольных лугах близ Княжедворской Обл. С.-Х. Опытной Станции в Новгородской губ. показало, что заболачивание их не отражается сколько-нибудь на аэрации почвы, подразумевая под

¹⁾ См. ст. Бушинского и Дмитриева в юбилейн. сборнике в честь проф. В. Р. Вильямса. 1914, а также „Курс почвоведения“ В. Р. Вильямса П. 1916 и его же „Общее земледелие“. П. Естественнo-исторические основы луговодства. 1922. Критический разбор этих взглядов см. В. Сукачев „О теории дернового процесса“ журн. „Почвоведение“. 1916.

²⁾ Успенская, Л. И. „К вопросу о заболачивании суходольных лугов“. Изв. Рос. Гидрологического Института. 1924 г.

этим общее количество воздуха в почве, но весьма вероятно состав почвенного воздуха, особенно содержание в нем O и CO_2 сильно меняется. Здесь необходимы детальные работы по анализу почвенного воздуха. Понятно, что подобный ход развития болота чаще будет иметь место на лугу суходольном, чем пойменном, так как на последнем ежегодные разливы рек, чем пойма на луг взвешенные частицы ила, откладывают их на почву и этим обогащают ее и изменяют физические и химические свойства ее верхних слоев. Однако, нужно заметить, что в настоящее время такая смена луга болотом еще далеко не изучена сколько-нибудь подробно, и есть голоса, восстающие против признания ее.

Я. Я. Гетманов¹⁾ на основании тщательного изучения явлений заболачивания в Лужском у. в связи с сопоставлением исторических данных и прежних планов и карт пришел к заключению, что в Заплюсском районе заболачивание суходольных лугов происходит только в силу гидрологических условий, с увеличением влажности почвы, вследствие поднятия уровня грунтовых вод, благодаря росту близлежащих болот в высоту. По его мнению чистые и свободные от кустарника и леса покосы могут бесконечно долго такими оставаться, достигнув переходной разнотравной ассоциации. Лишь в исключительных условиях, напр., при сильно обедненной почве, указанный выше процесс развития луга, может повести к разрастанию на почве мхов и образованию болота на суходоле без участия в этом самого болота.

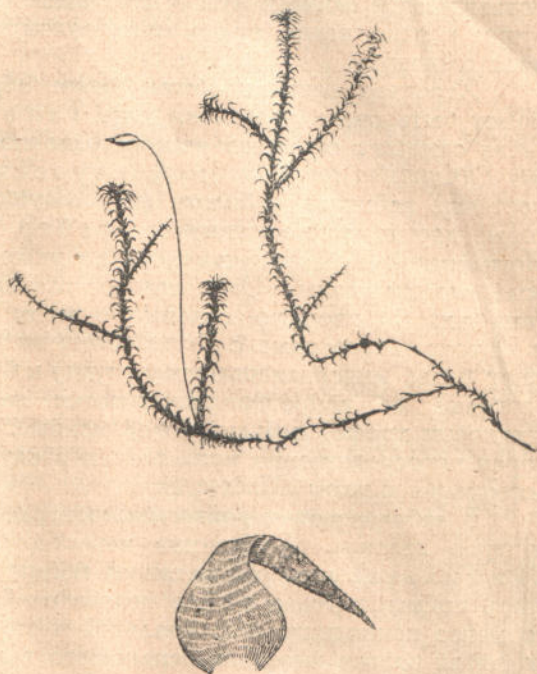
В отдельных случаях можно уже ясно указать причины, способствующие развитию процессов заболачивания на лугу. Без сомнения у нас большое значение в этом отношении имеет нерациональная пастьба скота на лугах. Неумеренная пастьба скота, особенно тогда, когда поверхность луга еще сильно влажна, вызывает значительное уплотнение почвы, что и ведет к застаиванию воды на ее поверхности. На таких местах селятся мхи и начало процесса заболачивания уже налицо. Часто неравномерное уплотнение приводит к развитию кочкарников. Между обтоптантыми кочками по понижениям вода также застаивается и появляются мхи. Кочки же являются препятствием для поверхностного стока воды, замедляют его и этим еще более вызывают заболачивание.

Есть основание думать, что на суходольных лугах по отношению к заболачиванию играет роль еще следующее обстоятельство. На них не наносится ежегодно ил, а следовательно не удобряется их почва. Если же регулярно идет пользование лугов путем ли сенокосения или пастьбой скота, то мало по малу луг так истощается, что не в состоянии питать хорошие, но и более требовательные луговые травы, травостой изреживается, создаются условия для появления растений, мирящихся с бедностью почвы, в числе которых значительное место занимают мхи, чаще всего *Hylocomium*

¹⁾ Гетманов, Я. Я. К вопросу об эволюции лугов и болот. Заплюсский Болотный Массив. Гео-ботан. исслед. 1922—25 г. Ленинград. 1925.

squarrosus, *Thuidium abietinum* и даже кукушкин лен. Эти мхи, как и в выше рассмотренных случаях, задерживают влагу в нижних частях своего слоя и ведут к дальнейшему процессу заболачивания и появлению либо болотных осок, либо, что, повидимому, бывает чаще, к развитию болотных гипнов или сфагнов.

Если, таким образом, суходольные луга часто могут переходить в болота, то с поемными лугами это реже случается. Помимо того, что, как я выше уже отметил, ежегодные разливы рек и связанные с этим наносы взмученного в воде материала затрудняют развитие этого процесса, нужно еще принять во внимание, что поемные луга в своем естественном развитии стремятся сделаться суше, а не более влажными, как это имеет место на суходольных лугах. Постепенное повышение уровня поемного луга над меженным уровнем воды в силу ежегодного наноса ила и углубления уровня реки под влиянием размывания ее русла приводит к тому, что каждый поемный луг делается все более и более высоким и более сухим.



[Фиг. 13. *Nulocomium squarrosus*. •Общий вид и отдельно лист. (По Lützwow'y).

В тех же случаях, когда пойма еще очень мало возвышается над уровнем воды, когда все время или большую часть лета наблюдается подтоп речными водами почв поймы, то весьма легко создаются условия для развития болот на таких поймах, болот обычно травяного типа, реже ольшатников, т. е. болот, покрытых черной ольхой (*Alnus glutinosa*). Такие болота, получая проточную воду с питательными веществами, в том числе и с известью, обыкновенно покрыты разного рода осоками, а иногда и гипнами, но не сфагнами. Подобного рода болота особенно сильно развиты, как известно, в Полесье, где большинство полесских рек имеют долины сплошь от самых истоков до устья заболоченными и русло их местами вовсе теряется среди болот. Заростание рек с таким течением вызывает еще большее замедление стока вод и этим разливание

✓ реки, затопление и заболачивание ее берегов. Этому очень часто способствуют различные искусственные сооружения, как мельничные плотины, заколы и т. п. преграды, поднимающие уровень воды в реках.

✓ Черный ¹⁾ однако указывает, что помимо этого десятки мелких причин действуют так же, как плотины и заколы, напр., повалившаяся ольха в русло небольшой речки задерживает все плывущее в реке, ветви, сучья, сено, солому и проч. и создает своего рода плотину.

Характер развивающихся таким образом в пойме рек болот может быть очень различен. Еще Танфильев ²⁾, напр., для Полесья отмечает огромное распространение там тростниковых болот (из *Phragmites communis*); Доктурский указывает для тех же мест еще вейниковые болота (из *Calamagrostis lanceolata*) и некоторые другие, также травяные. Крейер ³⁾ подробно описывает для Могилевской губернии в таких же условиях болота, где большую роль играют гипны. Он различает главным образом два основных типа их: 1) хвощево-осоковые с мхом *Drepanocladus vernicosus* и 2) травяно-осоковые с *Acrocladium cuspidatum*. Последние отвечают более минерализованному грунту и будут более сухие, хвощево-осоковые же напротив развиваются на органическом субстрате (гипновом торфе) и будут более мокрые. В этой узкой полосе, которая непосредственно прилегает к руслу реки, развивается особая ассоциация с мхом *Mnium Seligeri*, *Carex gracilis* и др. осоками.

В заболачивании поймы часто играет большую роль еще следующее явление. Давно уже известно (Докучаев, Никитин, Танфильев), что, рассматривая поймы рек, можно видеть, что та часть поймы, которая в виде полосы окаймляет русло реки то более, то менее приподнята над остальной частью поймы. Иногда эта приподнятая полоса имеет вид сплошного вала. Танфильев описывает так возникновение этого вала: во время разлива река отлагает приносимый материал по всей своей пойме, но когда появится растительность, то та ее часть, которая ближе растет к руслу реки, часто кустарники, подобно сити, задерживает взмученные в воде вещества и способствует их осаждению у самого берега, так что подальше от реки вода будет чище и осадков здесь получится меньше. С течением времени береговая полоса может от ежегодных наносов, закрепляемых деятельностью растительности, значительно повыситься. Вот этот-то барьер играет роль при заболачивании поймы. После разлива реки, когда вода спадает, не вся она снова может обратно войти в русло реки; значительная часть поймы воды остается за барьером в пониженной части поймы и этим будет способствовать заболачиванию местности. Подобное явление в России повидимому очень широко распространено; напр., оно указывается для Полесья (Танфильев и др.) и Архангельской губ. (Спесивцев) и др. местах.

¹⁾ Черный. В Ежегоднике Департ. Земл. за 1913 г.

²⁾ Танфильев, Г. И. Болота и торфяники Полесья. 1895 г.

³⁾ Крейер. В "Болотоведении". 1914 г.

3. Образование болот у выхода ключей.

Вышерассмотренными способами далеко не исчерпываются все возможные случаи образования болот. Так, не малую роль в этом отношении играют ключи, выходящие на поверхность земли. Постоянное увлажнение местности вызывает развитие определенной растительности, накапливающей торф, и таким образом получается настоящее болото. Характер растительности будет на таких болотах весьма различен, что будет определяться составом воды, вытекающей из ключа. Так как ключевые воды почти всегда то в большей, то в меньшей степени заключают известь, то сфагнум, как избегающий ее, на таких болотах непосредственно не развивается. Сперва обычно развивается либо тростник (*Phragmites communis*), либо осоки, иногда разрастаются прямо виды гипновых мхов. Такой характер растительности может очень долго сохраняться и накапливаться больше толщи торфа. Лишь тогда, когда накопится такое количество торфа, что поверхность болот будет находиться в условиях питания только атмосферной влагой, поселяется сфагнум. В ключевых болотах мы имеем нередко развитие древесных зарослей. Среди них чаще всего встречаем заросли ольхи — ольшатники, реже березняки и ивняка. Часто воды ключей выносят много закисного железа, которое в воздухе окисляется и отлагается в болоте в виде бурых скоплений.

Когда ключи выходят на склоне, то, несмотря на подчас значительный уклон, могут развиваться болота. Ключи увлажняют постоянно нижерасположенную часть склона, на ней поселяются болотные растения, которые затем могут разрастаться и даже вверх по склону, особенно, если здесь поселились мхи. Подобные „висячие болота“ однако, могут развиваться и без увлажнения склона водою ключей. Так, в горах в более высоких зонах при условии значительной влажности воздуха, благодаря которой склоны находятся большую часть времени увлажненными, могут развиваться на породах, где нет извести, сфагнумы и образовать с течением времени большие выпуклые подушки. Такие болота, напр., очень нередко можно встретить по склонам Северного Урала.

Исследуя строение ключевых болот, иногда можно видеть, что при начале их образования откладывался ольховый торф, а затем уже осоковый и гипновый, что указывает на первоначальное существование здесь ольшатника, который сменился уже осоковым или гипновым болотом.

Этим можно закончить изложение способов образования болот и перейти к рассмотрению болот уже в готовом развитом состоянии. При этом нам прежде всего приходится познакомиться ближе с торфами, а затем уже с растительностью болот. Хотя торф и зависит от состава растительности, но с другой стороны и растительность определяется свойствами субстрата, на котором ей приходится жить, т. е. свойствами торфа. Поэтому перейдем теперь к характеристике торфа.

Торф, его образование, свойства и виды.

Прежде чем говорить о свойствах торфа, необходимо остановиться на самом процессе торфообразования. Не входя в детали химизма этого процесса, до сих пор еще недостаточно изученного, остановимся лишь на главнейших чертах его.

Вебер¹⁾, известный знаток болот, все гумусовые породы, т.-е. такие, в которых имеются продукты неполного разложения растительных и животных остатков, делит на 3 класса по содержанию в них золы, причем в 1-й класс относит гумусовые породы, бедные золой, содержащие золы менее 40% в сухой массе, различая здесь два понятия—торф и перегной.

Перегной (*Moder*) образуется там, где мертвые, упавшие на землю, части растений подвергаются медленному разрушению, т.-е. где они разлагаются при достаточном доступе кислорода, в присутствии постоянной умеренной влажности и при содействии бактерий. Процесс, протекающий при этих условиях и приводящий разложение до образования перегноя, он называет перегниванием (*Vermoderung*). Перегноем является, напр., лесная подстилка из перегнивших листьев, хвои, ветвей и т. п. частей растений.

Торф в отличие от перегноя образуется там, где имеется избыток влаги, где затруднен или вовсе отсутствует доступ кислорода. Хотя, впрочем, Вебер прибавляет также, что известны случаи, когда торф образуется на суше при обильном, по крайней мере в начале, доступе воздуха к накопившимся на поверхности земли растительным остаткам, почему и различают сухопутный торф и водный торф. Однако, будет, повидимому, более рационально под торфами понимать только последнее образование.

При процессе оторфования растительные части темнеют и получают большую частью темную окраску, при этом наблюдается часто, что куски торфа, вынутые из торфяника, имеют желтоватый или светлобурый цвет, быстро темнея, когда они входят в соприкосновение с воздухом. При оторфовании растительные остатки в

¹⁾ Weber в „Die Entwicklung der Moorkultur in den letzten 25 Jahren“ Berlin. 1908. (Есть русский перевод этой книги, а также отдельно статья эта же печатана в „Почвоведении“. 1908 № 4).

большей своей части не разрушают своей формы и хорошо сохраняют даже тончайшие детали своей структуры. Лишь в редких случаях растительные остатки так изменяются, что превращаются в более или менее однородную киселеобразную массу.

От перегной торф отличается тем, что по высыхании он дает более или менее связную или крошащуюся на куски массу, которая, будучи положена в воду, лишь слабо размачивается и во всяком случае не дает землистой массы, как перегной. Химически торф отличается, по Веберу, от перегной тем, что первый содержит гумус в форме ульминовых веществ, а перегной — в форме гуминовых веществ.

К торфам относит Вебер также и „mudde“, т.е. продукт отложения растительных и животных остатков на дне водоемов в совершенно измельченном состоянии, без доступа кислорода, т.е. то, что Потонье называет сапропелитами.

В общем можно сказать, что при образовании торфа происходит изменение состава вещества растительных остатков в том направлении, что количество углерода со временем увеличивается, а водорода и кислорода уменьшается. Так, например, по западноевропейским данным:

	Содержание.		
	С	Н	О
Сфагнум	50,0	6,5	42,4
Торф на поверхности	57,7	5,4	36,0
Торф с глуб. 2,5 м.	62,0	5,2	30,6
Торф с глуб. 4,6 м.	64,07	5,0	26,8

Исследование русских торфов в лаборатории Инсторфа при ЦУТорфе ¹⁾ также подтверждает, что содержание углерода возрастает в связи со степенью оторфованности массы и находится в пределах от 51,73% до 62,26%. Содержание водорода постепенно также уменьшается, но иногда дает высокие цифры и для хорошо разложившегося торфа. Е. С. Меньшиков это объясняет тем, что богатые водородом вещества, как, например, воск и смолы, не подвергаются в процессе оторфованности каким либо изменениям, в то время как водород клетчатки при процессе торфообразования убывает. Таким образом, эти процессы уравнивают друг друга и, поэтому, не замечается резкой разницы в процентном содержании водорода. Эти цифры лежат в пределах от 4,50% до 6,14%. Содержание кислорода в общем при оторфованности всегда уменьшается. Количество азота, напротив, при этом увеличивается. Содержание золы всегда увеличивается по мере оторфованности и ее содержание может служить отчасти признаком степени оторфованности торфяной массы. Можно привести следующие данные Минской Болотной

¹⁾ Меньшиков, Е. С. Некоторые данные о химическом составе и свойствах русских торфов. „Торфяное Дело“ № 5—6. 1924 г.

Х А Р А К Т Е Р Т О Р Ф А	Органическ. вещество	Зола
Старый сфагновый торф	89,83	10,17
" " "	93,53	6,47
Молодой " "	94,79	5,21
" " "	97,60	2,40
Осоковый хорошо разложив. торф	85,76	14,24
" средне " "	87,13	12,87

См. также ниже приводимые данные на стр. 63 и 67.

При рассмотрении тех органических соединений, которые имеют в торфе, особое внимание привлекают так называемые „гумусовые кислоты“, вызывающие, как полагают, те „кислые“ свойства, которые характерны для болотных почв. Относительно ближайшей их природы остается еще много неясного. Они, прежде всего, очень изменчивы и не представляют, повидимому, вполне определенных соединений, являясь коллоидальными веществами, и, как таковые, не кристаллизуются и плохо растворимы в воде. При замерзании раствора они выпадают в виде почти нерастворимого в воде осадка. Плохо растворимы они также в спирте и эфире, но растворимы в слабых минеральных кислотах. Водный раствор их имеет бурый цвет, чем, как известно, отличаются болотные воды. Их кислотные свойства выражаются вполне ясно. Они окрашивают лакмусовую бумажку в красный цвет; легко соединяются с основаниями. Они растворяют неорганические вещества, напр., действуют на минеральную часть почвы, образуя при этом гуматы, напр., гуминово-кислые известковые соли.

Кроме этих веществ в болотах указывают еще, так называемый, индифферентный гумус (*гумин*), который, повидимому, также представляет собою вещество с непостоянным составом.

Из других веществ, образующихся в процессе торфообразования, упомянем лишь *о доплерите*. Его происхождение объясняют тем, что свободные гумусовые вещества или их соли в нижних слоях болота осаждаются и дают черную студенистую массу с не вполне постоянным химическим составом.

Так как торф представляет собою продукт изменения растительных остатков и так как его свойства меняются в зависимости от того, какие растения дают начало ему, то поэтому различные виды торфа обыкновенно и называют по той растительности, которая приняла участие в его образовании. Не перечисляя всех видов торфа, останавлюсь только на главнейших из них, оставляя в стороне сапропелиты, о которых была речь выше. Характеризуя различные виды торфа, их очень удобно, следуя Веберу ¹⁾, разделить на три группы по содержанию в них питательных веществ. Такая классификация является в достаточной мере естественной, так как содержание питательных веществ в торфе будет зависеть от условий общего питания болот и от растительности, давшей материал для торфа. В то же время она характеризует определенную стадию в развитии болота.

1. **Торфы эвтрофные**, т.е. богатые питательными веществами.

1. **Тростниковый торф.** Образован стеблями, корневищами и листьями тростника (*Phragmites communis*); очень грубого строения. Выделяются малоразложившиеся стебли и корневища этого растения. В свежем состоянии желтого цвета, на воздухе постепенно переходящий в почти черный. Мощность его обычно не велика (20—30 см.), но в сев.-герман. болотах у моря бывает более 3-х метров мощности. Такой же мощности констатирован он и в болотах близ ст. Борок, Новгород. губ. Нередко много заключает сернистого железа, благодаря чему часто издает запах сероводорода, особенно при сжигании его в печах. Содержание золы в нем очень колеблется, но, в общем, большое.

Сырой тростниковый торф в свежем состоянии слизистый, мягкий, в руках смещивается в бесструктурную массу. При высухании плитки тростникового торфа уменьшаются до $\frac{1}{4}$ прежнего объема. Всаивающая способность к воде его в воздушно-сухом состоянии довольно значительна, в 8 раз более собственного веса. Поэтому может идти на подстилку, но все же — плохую. На топливо употребляется, но часто, благодаря большой зольности, дает топливо плохое.

2. **Камышевый торф.** Образуется из стеблей и корневищ камыша (*Scirpus lacustris*). По своему внешнему виду похож на предыдущий, почему часто и смешивается с ними. Отличается строением стеблей, слагающих его. По свойствам сходен с предыдущим.

Оба вида обыкновенно залегают на дне торфяников, чаще всего на сапропелитах или прямо на минеральном грунте.

¹⁾ Weber в сборнике „Die Entwicklung der Moorkultur in den letzten 25 Jahren. 1908. См. также перевод Е. В. Оппокова этой статьи в „Почвоведении“. 1908. № 4*. О видах торфа см. ст. Докторовского. В. С. „Виды торфа“ Вестн. Торф. дела № 3 — 4. 1915, а также Вестн. Торф. дела № 4. 1920. Приложение. Стр. 33—40.

3. Хвощевый торф. Образован стеблями, ветвями и корневищами хвоща (*Equisetum limosum*). Легко отличается по черным стеблям с хорошо сохраняющимися зубчатыми влагалищами. К нему нередко примешиваются остатки осок и других растений. Очень плотен, трудно разложим, но богат минеральными веществами. Как для подстилки, так и для топлива мало пригоден.

4. Осоковый торф. Образуется из корней и корневищ осок и представляет собою в свежем состоянии буроватожелтую волокнистую массу, темнеющую на воздухе. К нему примешиваются остатки и других растений, особенно часты семена вахты (*Menyanthes trifoliata*), имеющие вид маленьких черных чечевичек. Окраска его в свежем состоянии часто светлая, темнеющая на воздухе. Но встречаются слои, имеющие и в свежем состоянии бурую окраску. На воздухе торфяная масса легко выветривается и при культивировании верхнего пласта дает хорошую почву. В зависимости от видов осок, входящих в него, он сильно варьирует в свойствах, являясь в общем довольно богатым золою (от 6 до 11%). Как подстилочный материал этот торф не имеет большого значения, топливо же, если имеет малый % золы, дает довольно хорошего качества. Он залегает обыкновенно на дне торфяников и редко достигает значительных по мощности толщ. Бывают случаи, что в нем замечается большая примесь стволиков и веток ив.

5. Гипновый торф. Образуется из различных видов гипнума или близких ему родов мхов и представляет собою мелко сложенную, иногда слегка волокнистую массу, отличающуюся обыкновенно в изломе блеском. В свежем состоянии бурого цвета, на воздухе скоро чернеет. Крупных остатков стеблей и корневищ не включает. Высохший торф очень легкий, и дает удовлетворительное топливо; значение для подстилки не велико.

6. Ольшатниковый торф. Образуется в заболоченных лесах из ольхи (*Alnus glutinosa*). Обильны в нем остатки древесины этой породы, которые отличаются своей мягкостью. Примешиваются остатки и некоторых других деревьев, чаще ив, а также осок и других травянистых растений. Обыкновенно он имеет вид мажущейся массы темного, часто почти черного цвета. Богат питательными веществами и легко разлагается при сушке. Для топлива мало пригоден и вовсе не годен на подстилку. Иногда замечается значительная примесь еловой древесины в нем и тогда говорят о еловом торфе. При высыхании этот торф сильно трескается.

II. Торфы мезотрофные, т.-е. более бедные питательными веществами.

7. Лесной торф. Под этим именем часто объединяют несколько отдельных видов торфа. Оставляя в стороне ольшатниковый торф, который иногда также сюда относят, мы будем иметь в виду под лесным торфом — торф, образовавшийся в той стадии болота, которая именуется, как переходный лес. Он может быть то с преобладанием сосны, то березы и включает остатки многих растений, как травянистых (осоки, тростник), так и мхов (гипнум и даже в

малых количествах сфагнум). Остатки сосны (древесина и кора) трудно разлагаются, у березы же особенно стойка кора. Техническое значение этого торфа очень невелико.

8. Торф из кукушкина льна (*Polytrichum*) образует довольно плотные темные слои с ясно различимыми стеблями кукушкина льна. Большой мощности его слои не достигают. Редко встречается.

III. Торфы олиготрофные, т.-е. очень бедные питательными веществами.

9. Сфагновый торф. Сложен в главной своей массе из сфагнума. Обычно различают две разновидности сфагнового торфа, которые часто можно видеть хорошо обособившимися на разрезах наших моховых торфяниках:

I. Молодой сфагновый торф, занимающий обычно верхнюю часть толщи, мало разложившийся, в котором хорошо заметны простым глазом остатки мхов. В Западной Европе его мощность чаще всего 2—2,5 м., у нас же в исследованных болотах его мощность обычно 1—1 $\frac{1}{2}$ метра. При высыхании он сохраняет свое строение и в руках сырая масса не смешивается. При сжимании в руке выделяется слабо окрашенная желтоватая жидкость. При высыхании масса уменьшается в объеме примерно раза в три, в воздушно-сухом состоянии обладает большой всасывающей способностью, эластичен и мягок, поэтому является весьма хорошим подстилочным материалом для скота. Благодаря малой плотности и большой влагоемкости на топливо не годится.

II. Старый сфагновый торф занимает более нижние части сфагнутой толщи, является более разложившимся и имеет темно-бурую, часто почти черную окраску. В руках он хорошо смешивается и, принимая тестообразную консистенцию, при сдавливании в кулаке выдавливается сквозь пальцы. В большинстве случаев в старом сфагновом торфе мох хорошо разложился. Представляет собою прекрасный материал на топливо. На подстилку менее пригоден, но иногда будучи подвергнут действию мороза, становится более легким, рыхлым и влагоемким и тогда идет в подстилку. Мощность его в болотах обычно 2,5—3,0 мм. В зависимости от того, какие растения сопутствуют сфагнуму в торфе, можно различать еще следующие сорта сфагнового торфа:

а) Шейхцериено - сфагновый торф. В нем в большей или меньшей степени примешаны к сфагнуму стебли, корневища и листья *Scheuchzeria palustris*. Часты также семена этого растения, имеющие вид мелких муравьиных яиц, около 4—6 мм. длиной.

б) Пушицево-сфагновый торф. Значительна примесь остатков пушицы (*Eriophorum vaginatum*); благодаря малоподдающимся разложению волокнам ее, он трудно разрывается и режется, что составляет большое препятствие при ручной разработке такого торфа.

в) Собственно сфагновый торф, который также нередко можно назвать сосново-сфагновым, так как часты в нем на-

хождения остатков корявой болотной сосны. Остатки пушицы также встречаются, но значительно реже. Очень беден золою и обладает большой гигроскопичностью, почему представляет собою прекрасное топливо и хорошую подстилку. Его достоинства понижаются при значительном нахождении в нем остатков (пней) сосны и волокон пушицы.

д) Смолистый торф (смоляк). По Танфильеву представляет собою один из конечных продуктов гумификации болотных растений. Имеет вид черной аморфной массы, пронизанной тонкими вертикальными волокнами. В изломе блестящий. Сохраняются в нем ясно заметные волокна пушицы. В состав его входит сфагнум, сосна и пушица. До сих пор был констатирован лишь в Московской губ. (Танфильев) и в Псковской губ. (Юрьев).

Остановившись ближе на химических и физических свойствах торфа, мы увидим, что различные виды его могут значительно отличаться в этом отношении друг от друга.

Химические свойства. Об этом уже несколько сказано было как при рассмотрении процесса торфообразования, так и при характеристике отдельных видов торфа.

Вообще можно сказать, что химический состав торфа может быть весьма различен, в зависимости от его происхождения. Чтобы ближе охарактеризовать хотя бы некоторые виды торфов, я приведу в ниже следующей таблице данные, полученные Цайлером и Вильком¹⁾ на основании их многочисленных анализов (см. табл. на стр. 63).

Три основных типа болот, сфагновые, травяные и переходные, очень хорошо характеризуются составом образующегося в них торфа. Так можно привести следующую табличку, показывающую содержание важнейших для питания растений веществ в торфе этих трех типов болот на основании данных Гулли для болот южной Баварии²⁾.

Тип болота.	В 100 частях сухого вещества содержится.					
	Потеря от прокаля	Зольные вещества.	P ₂ O ₅	CaO	N	K ₂ O
Торф сфагнового болота. Среднее из 5 анализов .	94,39	5,61	0,157	0,285	1,81	0,042
Торф травяного болота (лугового). Среднее из 8 анализов	77,62	22,38	0,274	4,12	2,79	0,042
Торф из лесного болота (переходного). Среднее из 3 анализов	86,26	13,73	0,274	2,00	3,01	0,039

1) Zailer und Wilk в Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung. V. 1907 г.

2) Gully, E. В Mitteilungen der K. Bayr. Moorkulturanstalt. Heft 3. 1909.

Виды торфа	Органического вещества	Чистой золы	К а л и	И з в е с т и	Окиси железа и глинозема	Фосфорной кислоты	Серной кислоты	Кремневой ки- слоты и нераство- римых веществ	А з о т а
<i>Тростниковый торф:</i>									
Неразложившийся . . .	85,35	14,65	0,244	0,945	4,173	0,167	1,188	7,511	1,86
Мало разложившийся . .	88,20	11,80	0,853	3,021	1,104	0,169	1,980	5,229	2,29
Сильно " . . .	89,54	10,46	0,035	4,998	0,496	0,176	1,329	3,162	2,07
Совершенно разложивш. .	87,15	12,85	0,262	0,456	2,573	0,092	0,789	8,497	1,88
<i>Осоковый торф:</i>									
Неразложившийся . . .	96,16	3,84	0,061	1,774	0,424	0,063	0,761	0,594	2,19
Мало разложившийся . .	96,03	3,97	0,048	0,507	1,405	0,071	0,284	1,565	1,63
Сильно " . . .	96,49	3,51	0,042	1,522	0,999	0,059	0,468	0,296	2,10
Совершенно разложивш. .	94,32	5,68	0,035	2,538	1,470	0,049	0,287	1,092	1,32
<i>Гипновый торф:</i>									
Неразложившийся . . .	92,39	7,61	0,128	3,001	0,370	0,077	2,254	1,462	2,06
Мало разложившийся . .	94,27	5,73	0,088	0,432	1,780	0,089	0,426	2,739	2,25
Сильно " . . .	96,68	3,22	0,058	1,145	1,292	0,053	0,426	0,268	2,08
<i>Ольховый торф . . .</i>									
	98,40	1,60	0,055	0,543	0,347	0,046	0,320	0,208	1,37
<i>Торф из шейхерчи:</i>									
Мало разложившийся . .	96,20	3,80	0,048	0,241	0,776	0,319	0,110	2,195	2,62
С небольшим количеством волокон	97,76	2,24	0,146	0,330	0,722	0,255	0,148	0,494	2,15
<i>Торф из пушцы:</i>									
Мало разложившийся . .	99,41	0,59	0,057	0,116	0,162	0,027	0,124	0,058	0,85
С небольшим количеством волокон	99,47	0,53	0,038	0,069	0,134	0,044	0,078	0,141	1,26
<i>Сфагновый торф:</i>									
Неразложившийся . . .	98,07	1,93	0,119	0,288	0,275	0,066	0,150	0,946	0,89
Мало разложившийся . .	99,36	0,64	0,062	0,120	0,070	0,055	0,088	0,186	0,79
Сильно " . . .	96,79	3,21	0,052	1,789	0,337	0,058	0,305	0,491	1,35
Совершенно разложивш. .	96,08	3,92	0,104	0,089	0,443	0,043	0,111	3,047	0,88

Приведенные данные свидетельствуют, что состав торфа меняется не только в зависимости от его вида, но и от степени разложенности.

Мы прежде всего видим, что в отношении золы травяные торфы несравненно богаче, чем сфагновые. В таком же отношении находится и количество извести. Что же касается азота, то оказывается, что его количество вообще весьма значительно. Дрейер (Dreyer)¹⁾, напр., для болот Курляндии дает еще более высокие цифры:

Содержится азота.	В % от сухого веса.		
	Максимальное содержание.	Минимальное содержание.	Среднее.
I. Низменное болото:			
1. Верхний слой	6,12	0,42	2,99
2. Нижний "	4,50	0,87	2,82
II. Возвышенное болото:			
1. Верхний слой	2,00	0,58	0,98
2. Нижний "	1,75	0,56	0,91

Из данных по русским торфам можно почерпнуть также указания на значительное содержание N в торфах моховых сфагновых болот. Так, Е. С. Меньшиков сообщает на основании исследований лаборатории Инсторфа следующие данные:

Характер торфа.	Зола на сухое вещество в %	Азот в %
Осоковый средне разложившийся	6,55	2,57
Гипново-осоковый средне разложившийся . . .	12,66	2,31
Сфагново-сосновый средне разложившийся . .	4,52	1,85

Жегунова, М. В. дает также высокие цифры. Так, для моховых болот в южной части Мурманской ж. д. содержание N

¹⁾ Dreyer, J. Die Moore Kurlands. Hamburg. 1919. стр. 25

в торфе оказалось равным 2,09 -- 2,22% при зольности от 2,50 -- 7,60%.

Чтобы оценить это количество, достаточно вспомнить, что такая богатейшая почва, как южнорусский чернозем, заключает азота лишь 0,2--0,5%, тем не менее и о черноземе говорят, что он отличается высоким содержанием азота¹⁾). Количества же кали и фосфорной кислоты, наоборот, вообще очень невелики. При этом может показаться странным, что количество кали и фосфорной кислоты в общем уменьшается по мере разложения торфа. Это явление объясняют тем, что при разложении торфа происходит переход одних, мало растворимых соединений, в другие, более растворимые. Поэтому указанные вещества при большем разложении торфа легче вымываются.

Впрочем, травяные болота могут содержать иногда значительные количества фосфорной кислоты. Именно тогда, когда она находится в них в форме фосфорно-кислой закиси железа (вивианит), $Fe_3(PO_4)_2 + 8H_2O$ с содержанием $P_2O_5 = 28,29\%$, образующей включения в торфяную массу. Под влиянием кислорода воздуха это соединение быстро переходит в голубую фосфорно-кислую окись, которая нередко может быть найдена на стенках разреза травяного торфяника.

Приведенные выше цифры состава видов торфа еще сами по себе очень мало говорят в смысле оценки их, как субстрата для развития растительности. Дело в том, что торфы весьма бедны легкоусвояемыми соединениями. Так, фосфор и калий находятся в торфе в форме органических соединений, непосредственно не усвояемых растениями. Лишь после осушки и при разложении торфа переводятся эти вещества в растворимую форму. В отношении же фосфора нужно заметить, что он особенно с большим трудом делается доступной для растений. Точно также азот, который усваивается растениями, за исключением бобовых, почти исключительно в форме нитратов, в торфе находится главным образом в форме органических соединений. Так, Коссович приводит для мохового, сфагнового торфа из „Лесной фермы“ близ Ленинграда следующие % содержание азота в различных формах: в органическом веществе — 1,40, в NH_3 — 0,0030 и в HNO_3 — 0,0050.

При осушке же болот, особенно же при внесении извести на сфагновые болота, наблюдается изменение торфа в более благоприятную сторону. Гумусовые кислоты нейтрализуются, благодаря осушке кислород проникает в почву, развиваются обильные микроорганизмы, разложение идет гораздо энергичнее и минеральные вещества начинают переходить в удобоусвояемую форму.

Однако, при рассмотрении химических свойств болот, необходимо принять во внимание еще одно неблагоприятное обстоятельство, именно, что торфяные почвы отличаются малой поглотительной способностью к фосфору и, особенно, к солям азотной кислоты и калию, с чем приходится очень считаться при внесении удобрений на болота.

¹⁾ Коссович. Основы учения о почве, II. 1, 1911. Стр. 235.

Нельзя не упомянуть, говоря о химическом составе торфяных почв, о серном колчедане (двусернистом железе), встречающемся в них. Хотя это соединение само по себе и не вредно, но оно распадается под влиянием кислорода воздуха на сернокислую закись железа и серную кислоту — соединения вредные для растений.

Из минеральных включений, находимых в торфе, надо отметить еще бурый железняк, лимонит. Этот минерал встречается в торфе в двух разновидностях: а) в виде железной охры, желтой железной руды, болотной железной руды, озерной руды, ключевой железной руды; в) в виде бурого железняка, дерновой руды, луговой руды, триплита, бобовой руды. Железная охра — амфорная, землистая масса желто-коричневого или желтого цвета, образуется на поверхности болот или в неглубоких слоях, состоит из гидрата окиси железа, $Fe_2(OH)_6$, с некоторым количеством углекислого железа, $FeCO_3$, с примесью углекислого кальция, $CaCO_3$, окиси марганца и растительных остатков. Бурый железняк состоит из гидрата окиси железа, углекислого железа, $FeCO_3$, фосфорно-кислой закиси железа, $Fe_3(PO_4)_2$, кремнекислоты SiO_2 , песка, глины и растительных остатков. Образует амфорную, пористую, губчатообразную массу в виде желваков. Отлагается на глубине болот или в подпочве. Железная охра очень распространена в болотах, бурый же железняк встречается довольно редко.

Что же касается данных о составе торфов русских болот, то таковых пока имеется немного. К тому же данные приводятся часто в такой форме, что трудно сравнимы как между собою, так и с западно-европейскими. Кроме этого, большею частью отсутствуют не только результаты ботанического анализа, но, даже, точное определение вида торфа.

Все же я кроме выше сообщенных приведу еще некоторые данные на этот счет (см. табл. на стр. 67).

Эти данные показывают, что та общая химическая характеристика некоторых видов торфа, которая была мною приведена на основании иностранных данных, применима более или менее и к нашим торфам. Бросается, однако, в глаза высокое содержание в наших торфах азота и фосфорной кислоты.

Физические свойства. Рассматривая физические свойства торфа и торфяных почв, необходимо особенно отметить их отношение к воде и их тепловые свойства, так как это имеет наибольшее значение для растительности болот и их культуры. Необходимо также остановиться на теплопроводной способности торфа, важной при использовании его на топливо.

Прежде всего торф обладает способностью удерживать большие количества воды, его влагоемкость по сравнению с другими видами почв очень велика; поэтому часто употребляют сравнение торфа с губкой. Если принять во внимание рассмотренное нами выше строение сфагнума, то станет ясным, что сфагновый торф должен обладать такой способностью в особенно большой степени.

№	Вид торфа и его происхождение	Гигроскопическая вода	В 100 частях сухого торфа, содержится							
			Потеря от прокаливания	Зола	Азот	Веществ, перешедших в раствор 10 ⁰ /о HCl				
						P ₂ O ₅	Si O ₂	Ca O	K ₂ O	Na ₂ O
1	Сфагновый торф из „Лесной фермы“ близ Ленинграда ¹⁾	17,468	96,001	3,998	1,405	0,064	—	0,260	0,234	0,161
2	Травяной торф с древесными остатками близ Ленинградского Лесного Института ²⁾ . . .	17,660	86,057	13,942	2,325	0,263	—	0,243	0,129	0,154
3	Сфагновый торф из Заплюсского болота Лужского у. Ленинградской губ. с глуб. 25 см. ³⁾	13,82	94,29	5,71	3,11	0,137	0,150	0,669	0,030	0,030
4	Осоковый торф из „Лахвы“ Минской г. (мало разложившийся) ⁴⁾ . .	9,094	92,300	8,700	3,088	0,195	0,192	2,804	0,052	—
5	Осоковый торф из уроч. „Кукутелка“ Минской губ. (мало разложившийся) ⁵⁾	11,290	70,757	29,243	2,831	0,130	0,206	0,612	0,036	—
6	Ольхово ивняковый торф, разложившийся. Оттуда же ⁶⁾	17,500	76,811	23,189	3,888	0,462	0,277	4,500	0,005	—
7	Сфагновый торф (свежий) из быв. имения князя Радзивилла Минской г. Пинск. у. Сверху до 20 см. глуб. ⁷⁾	13,72	95,857	4,143	0,480	0,103	0,114	0,364	0,080	—
8	Сфагновый торф из того же разреза, но с глубины 20—60 см. ⁸⁾	12,28	93,351	6,649	1,157	0,093	0,108	0,317	0,0	6

^{1), 2)} Анализы сделаны в лаборатории П. С. Коссовича П. Г. Лосевым („Отчет с-х. лаборатории М. Э. и Г. И. Вып. II. 1901. Стр. 78—79).

³⁾ Анализ сделан также в лаборатории Коссовича. Образцы доставлены Гетмановым. Результаты анализа любезно предоставлены мне Н. Э. Госом.

^{4), 5), 6), 7), 8)} Ганжа Материалы по исследованию болотных почв и торфов. Журн. „Болотоведение“. № 3. 1913.

Но и торф травяных болот удерживает довольно значительные количества воды. Приводят, напр., такие данные: молодой сфагновый торф может удерживать в 20—24 раза более собственного веса; тростниковый же или осоковый—в 10—12, а иногда и более. Танфильев, впрочем, дает несколько меньшие цифры, так, влагоемкость по весу для сфагновых торфов достигает 1.000—1.500%, для травяных торфов—700—300% ¹⁾.

В. Цайлер сообщает следующие цифры влагопоглощаемости (влагоемкости) торфа, употребляемого в качестве подстилки в стойлах для скота (цитирую по статье С. А. Коткова ²⁾).

	Водопоглощаемость в % от сухого веса.
Сфагновый торф неразложив.	1604
„ „ малоразложив.	1653
„ „ сильно разложив.	524
Осоковый торф мало разложив.	1379
„ „ сильно разложив.	1122
Гипновый торф мало разложив.	1506
„ „ сильно разложив.	887
Тростниковый торф мало разложив.	888
„ „ сильно разложив.	871

М. М. Юрьев ³⁾ приводит следующие данные влагоемкости торфа из Шуваловского торфяника близ Ленинграда.

	% поглощаемой воды абсолютно сухим торфом
1) Молодой сфагновый торф.	
а) Самый верхний слой	1459
б) Самый нижний слой	346
2) Пограничный горизонт (сфагнов. сильно разлож. торф).	138
3) Старый сфагновый торф.	
а) самый верхний	282
б) самый нижний	720
4) Чистый гипновый торф	1008
5) Тростниковый торф	247
6) Осоково-гипновый торф	760

Здесь в молодом сфагновом торфе прекрасно видно, как с увеличением степени разложенности по мере опускания вниз падает

¹⁾ Танфильев. Болота и торфяники Полесья. 1895. Стр. 49—71.

²⁾ Котков, С. А. Водопоглощаемость торфа, как показатель степени его разложения и его качества. Торф. Дело. 1924. № 3.

³⁾ Юрьев, М. М. Шуваловский торфяник „Черная Гора“. Часть 1. Изв. Научно-Мелиор. Института Н. К. З. Вып. 11. 1926.

влагоемкость торфа, напротив у старого сфагнового торфа влагоемкость повышается к низу, что зависит от того, что у этого вида торфа более разложившиеся слои будут верхние, наиболее близкие к пограничному горизонту. Сам же пограничный горизонт имеет особенно небольшую влагоемкость.

Надо иметь в виду, что некоторые виды торфа (напр., молодой сфагновый), будучи высушены до полного удаления воды, теряют способность ее впитывать. Также кирпич, приготовленный из старого сфагнового торфа, будучи намочен, не вбирает в себя воды.

Эта способность торфа и позволяет применять его в качестве подстилки. На основании же этого свойства болот накапливать большие количества воды и созданался взгляд о большом значении болот для питания рек и регулирования их стока, что однако, как увидим ниже, это неправильно.

От влажности надо отличать гигроскопичность торфа, т. е. способность торфа поглощать пары из воздуха. Конечно, величина гигроскопичности зависит от того, сколько влаги содержит сам торф, т. е. торф с малой влажностью быстрее и относительно больше поглощает воды. Цайлер и Вильк на основании опытов по поглощению воды в тонко измельченном виде разных торфов в насыщенной парами атмосфере при 75° температуры дают такие цифры:

Вид торфа	Содержание воды в воздушно-сух. торфе	Содержание воды в торфе после пребыв. в насыщенной парами атмосфере				Увеличение воды в %
		Через			За 3 недели	
		1/2 недели	1	2		3 нед.
Сфагновый неразлож. . . .	16,51	28,71	28,91	30,51	32,51	+ 16,00
„ малоразлож. . . .	15,10	25,20	26,70	28,30	30,70	+ 15,60
„ сильно разлож. . . .	13,25	23,15	24,35	25,05	27,85	+ 14,60
Осоковый малоразлож. . . .	13,25	20,95	21,05	22,75	25,35	+ 12,40
„ сильно разлож. . . .	14,07	19,47	21,17	21,67	23,27	+ 9,20
Гипновый малоразлож. . . .	17,77	26,57	27,07	27,87	30,17	+ 12,40
„ сильно разлож. . . .	15,49	20,67	20,79	25,89	26,49	+ 11,00
Тростниковый малоразлож. . . .	11,87	17,67	17,77	19,77	21,77	+ 9,90
„ сильно разлож. . . .	14,89	16,19	16,79	17,89	20,49	+ 5,60

Из этих данных мы видим, что гигроскопичность наибольшая у сфагнового торфа, осоковый и гипновый торф близки между собою в этом отношении, а тростниковый торф наименее гигроскопичен.

Однако нужно иметь в виду, что эти данные получены в насыщенной атмосфере. В обыкновенной же атмосфере гигроскопичность будет значительно ниже. Минсен полагает, что торфяная мука при этом практически вовсе не увеличивается в весе.

Торф способен также поглощать разные газы; особенно практическое значение имеет абсорбция аммиака при употреблении торфа на подстилку. Оказывается сфагновый мало разложившийся торф, который особенно удобен для употребления на подстилку, на 100 ч. воздушно-сухого торфа поглощает 2,24⁰/₀.

Но зато болота обладают и другой способностью — способностью сильно удерживать поглощенную воду, так как водопроводимость торфа мала. По Оппокову вода в торфянике передвигается в год всего на 1—2 километра. При этом сфагновые торфы меньше водопроводимы, чем травяные. Эта особенность торфов ясно бросается в глаза при проведении осушительных канав на болотах. Достаточно обыкновенно отойти на несколько сажен от края канавы, как влияние канавы быстро падает, особенно это сильно сказывается на моховых болотах.

Очень показательные данные на этот счет дает Горячкин¹⁾ на основании исследований, произведенных в Инсторфе. Оказывается, что на сфагновом болоте кривая депрессии уровня грунтовых вод очень круто поднимается от канавы и на расстоянии уже 6 метров от канавы кривая выравнивается и становится горизонтальной, т. е. влияние канавы почти не сказывается. Напротив, на низинном, травяном болоте кривая депрессии грунтовых вод почти горизонтальна на протяжении 13,22 м. (протяжении профиля, даваемого им) и стоит на высоте уровня воды в канаве. Принимая во внимание эти свойства торфа и то, что моховые болота обычно выпуклы и занимают возвышенные места, а низинные плоски и лежат на низких местах, Горячкин говорит, что на моховом болоте легче понизить уровень воды в карьере, но труднее понизить уровень грунтовых вод и влажность торфа, чем на низинном болоте, иными словами, мы встречаем взаимную компенсацию условий.

Эта трудная проводимость воды торфом в горизонтальном направлении в связи с общим режимом воды в болоте приводит, по мнению Дубаха, Редигера и др., к тому, что в осушительную канаву на болоте вода попадает не только сбоку, но и снизу. В болоте вода в силу своей тяжести давит на нижние слои. на месте же канавы мы не имеем этого явления, поэтому при наличии на дне песчаного грунта, через который передвижение воды легко

¹⁾ Горячкин, В. Г. Распределение влажности торфа в залежи и применения различных способов его выработки. Торф. дело. 1925. № 1.

происходит, получается ток воды через песок к канаве и выпирание ее со дна канавы, где вода встречает меньше сопротивления более тонкой толще торфяного слоя дна канавы.

Указанная выше трудная проводимость торфом воды и объясняет, почему могут существовать и развиваться сфагновые болота, будучи сильно выпуклыми, и сохранять свою влажность, так называемые, висячие болота на крутых склонах.

В связи с этим явлением стоит также и незначительная водопроницаемость торфа, позволяющая считать торфяники, при их достаточной мощности вполне водонепроницаемыми. До сих пор мы имеем на этот счет однако очень мало точных данных. Насколько мне известно, единственными обстоятельными исследованиями являются исследования М. М. Юрьева над водопроницаемостью разных видов торфа Шуваловского торфяника под Ленинградом. Его исследования показали, что водопроницаемость торфа имеет разную степень в зависимости от вида торфа, т. е. состава слагающих его растительных остатков и степени разложимости. При этом большая разложимость вызывает меньшую проницаемость. Поэтому количества просачивающейся воды являются показателями степени гумификации торфа. В частности пограничный горизонт, как сильно разложившийся торф, может быть принят, как непроницаемый вовсе. Это приводит к тому выводу, что при наличии в торфянике сильно разложившихся слоев, что очень часто и бывает, невозможно передвижение воды в торфянике в вертикальном направлении. Выяснилось также, что чем больше влагоемкость торфа, тем легче идет просачивание воды через него, напротив наименьшая влагоемкость соответствует наименьшей водопроницаемости. Это зависит от того, что не разложившийся сфагновый торф не разбухает от воды, не содержит еще значительного количества коллоидов.

Чтобы закончить рассмотрение водных свойств торфа, надо упомянуть еще об испаряющей воду способности. Мы уже видели, что сфагнум обладает весьма большой испаряемостью и быстро теряет воду, путем отдачи ее в атмосферу. Торф хотя этой способностью обладает и в меньшей степени, но все же расходует влагу относительно быстро, на чем и основана его сушка. Однако в природе мы имеем редко случаи, когда испарение в болоте происходит прямо с поверхности торфа; обычно болото испаряет через покрывающий его слой живого сфагнума. Выше же приведенные данные свидетельствуют, что болото должно много отдавать воды в атмосферу.

Не так давно в обществе и в прессе существовал взгляд, что болота играют большую роль в питании рек и их осушка отражается неблагоприятно на их водном режиме, содействуя их омертвлению. Однако рассмотренные свойства болот и торфа свидетельствуют, что в действительности болота вовсе не являются регуляторами питания рек, роль их в этом отношении как раз обратная.

Оппоков¹⁾, который особенно настойчиво выдвигает эту точку зрения на болота, пишет: „Чтобы болота речного бассейна могли оказывать действительно то регулирующее влияние на речной сток, которое им приписывают обыкновенно, в смысле ослабления стока весенних вод и увеличения лишенных питания рек, необходимо, во-первых, чтобы весной, во время стока снеговых вод, болота были действительно влагоемкими и способными поглощать стекающие в них воды, перестав быть насыщенными водой, как это бывает обычно с неосушенными болотами, а, во-вторых, чтобы летом они отдавали путем стока, а не испарения в атмосферу, те атмосферные осадки, которые поглощены были ими с весны и которые поступают также в них от дождей, выпадающих летом более обильно, чем в какое-либо другое время года.“ Но так как болото, за исключением засушливых годов, бывает насыщено или пересыщено водою, то осадки будут или легко скатываться с водной поверхности, так это и бывает весной, или они будут бесполезно заставаться на болотах, а затем испаряться. В сухое время года болото, особенно сфагновое, не отдает источникам, можно сказать, ни одной капли воды. Поэтому опасения, что большое развитие осушительных мероприятий на обширных заболоченных пространствах может вредно отразиться на условиях режима рек, берущих начало из болотных мест, совершенно неосновательны.

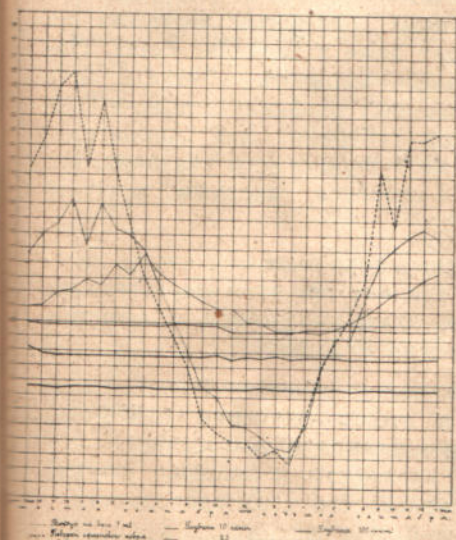
Отношение к теплу торфа прежде всего выражается в плохой теплопроводности его. Благодаря этому, под влиянием солнечных лучей поверхность болота значительно нагревается, часто значительно выше, чем воздух, но это нагревание не распространяется вглубь. Уже сравнительно на небольшой глубине температура быстро падает. Хотя сколько-нибудь продолжительных наблюдений над температурой торфяников было пока произведено мало, особенно же в России, но имеющиеся данные свидетельствуют, что в то время как сфагнумы (или торф) у поверхности в жаркий летний день нагреваются подчас сильнее, чем воздух, уже на глубине 10 см. разница в температуре может быть до 10° и более, на глубине же около 130—150 см. годовая амплитуда выражается всего в каких-нибудь 4—6° и меньше. И это наблюдается даже в такой местности, как средняя часть Самарской губ., где амплитуда колебания температуры в течение года достигает очень большой величины. Танфильев указывает для торфяников окрестностей Ленинграда, что в них на глубине 6—8 арш. все лето температура была постоянной около 6°. Такая же температура была констатирована им и зимою (в начале марта) на глубине 9 арш. Следовательно, на этих глубинах температура торфа уже остается постоянной в течение всего года. Эта малая теплопроводность торфяной почвы играет, как мы дальше увидим, большую роль в жизни растений.

¹⁾ Оппоков, Е. В. О гидрологической роли болот. Журнал „Сельское Хозяйство и Лесоводство“. 1909. Там же ссылки и на другие работы.

Для иллюстрации сказанного можно привести ход изменения температуры в воздухе и в торфе в сфагновом болоте (ассоц. Sphagnetum papu-riposum) близ Лахты, Ленингр. губ. (по данным Т. А. Ефимовой в 1922 г.).

Ход изменения температуры на сфагновом болоте (Олегинский торфяник близ Лахты)

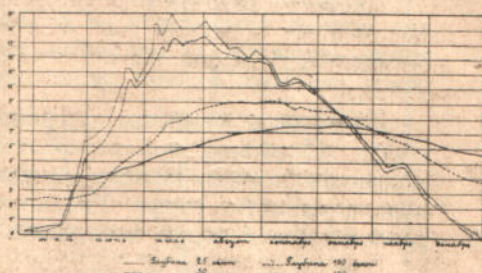
По данным Т. А. Ефимовой 1922 г.



Фиг. 14.

Ход изменения температуры на сфагновом болоте (Олегинский торфяник близ Лахты)

По данным Т. А. Ефимовой 1923 г.

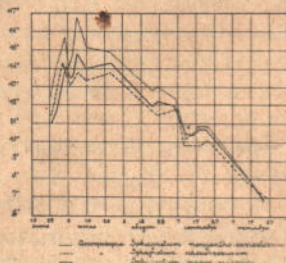


Фиг. 15.

	15 июля								16 июля				
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	1	3	5	7
В воздухе на высоте 1 м.	12,9	15,9	18,8	19,5	19,8	20,0	16,7	11,7	8,8	6,3	9,4	11,5	16,3
Поверхность сфагнума	16,1	23,0	30,6	30,8	21,7	16,4	15,1	11,1	7,0	4,4	8,1	12,1	22,0
Глубина 10 см.	11,5	16,7	18,4	20,6	19,2	18,4	16,5	14,4	11,9	6,4	9,9	11,5	14,8
„ 25 „	14,0	14,0	13,9	13,9	13,8	14,0	13,8	13,9	14,0	14,0	14,0	14,0	14,1
„ 50 „	10,7	11,1	11,1	17,2	11,3	11,5	11,4	11,4	11,3	11,3	11,4	11,5	11,4
„ 100 „	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,5	7,4	7,6	7,5	7,6	7,5
„ 150 „	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8

Приведу еще данные изменения температуры в течение мая—декабря в 1923 г. (см. фиг. 15). Они показывают, что на глубине в 150 см. годовая амплитуда не достигает и 4°.

Ход изменения температуры в различных ассоциациях на глубине 25 сантиметров (Ленинградский торфяной бассейн Лахты)



Фиг. 16.

Плохая теплопроводность болотных почв вызывает частое явление ночных заморозков на болотах, так как при этом выравнивание температуры между верхними, сильно охлаждающимися, и нижними, более теплыми, слоями происходит очень медленно.

Тепловые свойства торфяной почвы колеблются также от вида торфа. Особенно неблагоприятны в этом отношении опять-таки сфагновые торфы. Не без влияния и в данном случае остается степень влажности торфа. Увеличение влажности и большая степень разложения торфа повышают несколько его теплопроводность.

На этом свойстве торфа основывается применение его в качестве изоляционного вещества. Бирк дает следующие цифры, характеризующие изоляционную способность торфа при одинаковой толщине изоляционного слоя: воздух—1,00; обыкновенный торф—1,38; опилки—2,36; торфяная мука—3,32, кизелькур—3,60 и пробковая мука—3,90²⁾.

Если иметь в виду температуры в торфе живого болота, то в зависимости от покрывающей его растительной ассоциации, а следовательно различного вида торфа, густоты и массы растительности, обилия воды в торфе и проч., мы будем иметь различный ход температуры в разных ассоциациях, как это можно видеть из следующих данных о температуре воздуха и почвы и относительной влажности воздуха в трех ассоциациях сфагнового болота близ Лахты Ленинградской губ. 14/VII 1923 г. среди дня (по данным Т. Л. Ефимовой).

¹⁾ Танфильев в Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. XXX. Стр. 20.

²⁾ Займствовано из Вальежников. В. Торф, как изоляционный и консервирующий материал. Изд. Инсторфа. 1924.

		Sph. m.	Sph. sch.	Sph. p.
Температура	В воздухе на выс. 1 м.	22,2	22,5	22,2
	Слой воздуха у поверх. мха	27,4	24,2	25,4
	Поверхность сфагнома	29,5	32,5	30,0
	На глубине 10 см.	21,5	20,0	19,3
	" " 25 "	16,2	13,8	14,8
	" " 50 "	14,9	12,7	13,2
	" " 100 "	13,4	7,4	7,5
" " 150 "	—	6,5	5,6	
Относит. влажность.	В воздухе на выс. 1 м.	76	77	77
	Слой воздуха у поверх. мха.	85	92	80
Sph. m. = Sphagnetum menyantho-caricetosum.				
Sph. sch. = Sph. scheuchzeriosum.				
Sph. p. = Sph. nano-pinosum.				

Из этих данных мы видим, что и влажность воздуха в разных ассоциациях на болоте различна.

Обстоятельные данные о температуре на болоте мы имеем в работе Фагелера ¹⁾.

Существенное значение для практики торфяного дела имеет удельный вес торфа, который колеблется в значительных пределах, завися от вида торфа, степени его разложения и примеси минеральных частиц. Большая разложенность повышает удельный вес торфа. Наименьшим удельным весом обладает мало разложившийся сфагновый торф (0,18—0,27), напротив осоковые разложившиеся торфы уже имеют удельный вес до 1,50.

Весьма интересные данные приводит М. М. Юрьев для изменения удельного веса торфа с глубиной (а следовательно с из-

¹⁾ V a g e l e r, P. Ueber Bodentemperaturen in Hochmoor und die Bodeluft in verschiedenen Moorformen. Mitteil. d. Bayr. Moorkulturanstalt. I. 1907.

менением вида торфа и степенью его разложениости) для Шуваловского торфяника. Он дает такие цифры последовательно, начиная сверху, для слоев в 10 см. мощности.

Сфагновый торф молодой (первые 9 образцов)—уд. вес = 0,60—0,96
Пограничный горизонт ¹⁾ (10 образцов)—уд. вес . . . = 1,64
Сфагновый торф старый (11—15 образ.) уд. вес . . . = 1,08—0,88
Гипновый торф (16 обр.) уд. вес = 0,66
Тростниковый торф (17 обр.) уд. вес = 2,02
Сильно перегнив. осоково-гипновый торф (18 обр.) уд. вес = 1,05

Из этих данных М. М. Юрьева мы видим, что действительно большая степень разложениости повышает удельный вес; также различен он в зависимости от вида торфа. Выделяется особенно тростниковый торф высотой удельного веса. Любопытно, что также очень велик уд. вес пограничного горизонта.

Так как при осушке обычно происходит оседание поверхности болота, что связано со степенью уплотнения торфа, то эта „осадка“ торфа имеет значение для практики.

Исследования П. С. Савкина на Новгородской болотной станции показали: 1) осадка в общем уменьшается от канавы к середине грядки между канавами, при чем это уменьшение идет не плавно: примерно на $\frac{1}{4}$ ширины грядки осадка увеличивается, а затем опускается к середине грядки; 2) осадка уменьшается с увеличением расстояния между канавами. Но эта зависимость не велика и иногда становится даже обратной (опыты Минской бол. оп. ст.); 3) обрабатываемая полоса оседает значительно быстрее, чем необрабатываемая при одинаковой осушке; 4) оседание верхового болота идет от осушительной канавы до определенной границы (на 80—100 саж.), откуда снова начинается рост болота; 5) осадка составляет в год для низинных слабо разложившихся болот (глуб. 0,4—0,7 саж.) от 0,01 до 0,05 саж. или от 2 до 8%⁰ глуб. торфа ²⁾.

Усадка торфа, т. е. отношение объема сырого торфа к объему торфа в воздушно-сухом состоянии, как говорит Е. С. Меньшиков ³⁾, лежит в пределах от 2,5 до 8 в зависимости от свойств торфа его разложениости и степени переработки его машинами, а именно, сфагновый торф и мало разложившийся имеет наименьшую усадку.

Таковы в общих чертах химические и физические свойства торфа и торфяных почв, отличающие их от минеральных почв и являющиеся в большинстве неблагоприятными для развития растительности; удаление же из них того, что составляет сущность всякого болота, т. е. избытка воды, уже значительно улучшает их свойства. Но для приведения их в состояние, вполне пригодное для сельско-

¹⁾ Пограничный горизонт — сильно разложившийся сфагновый торф, см. о нем ниже.

²⁾ Цитирую по книге „Из результатов работ по опытной мелиорации Гос. Инст. С.-Х. мелиор. НКЗ. Изд. ГИСХМ 1925.

³⁾ Меньшиков, Е. С. л. с. в Торф. деле, № 5—6. 1924.

хозяйственной культуры, этого большею частью бывает мало, необходимо применение искусственных удобрений, меняющих в лучшую сторону их химические и физические свойства.

Излагая химические и физические свойства торфа мы все время видели, что эти последние в большой степени зависят от степени разложенности торфа. Мы видели, что процесс оторфования растительной массы и ее дальнейшего разложения связаны с равномерным применением ее химического состава и физических свойств. Понятно, что для сельского хозяина, имеющего в виду использование болота под культуру и употребляющего торф, как удобрение или на подстилку, или для техника, разрабатывающего болото на топливо, степень разложения торфа представляет большой интерес. Однако эта степень разложения, оторфованности, или гумификации до сих пор не имеет общепринятого способа своего определения. Предложенные способы ее определения могут быть разделены на две категории—химических и физических. Химические основаны либо на учете гумусового вещества, извлекаемого разными растворителями его (напр., аммиаком, едким натром), либо на косвенном определении оставшейся в торфе клетчатки, либо пентозанов. Они довольно громоздки и для массовых, особенно при полевых исследованиях определений, трудно-применимы. К тому же и они не являются вполне безупречными. В виду этого обычно пользуются более грубыми методами физических способов определения степени разложения, которые однако бывают достаточны для практики, как техники, так и ботанического обследования болота. Наиболее широко применяется метод Вальгрена, который основан на глазомерном определении степени разложения торфа, учитывая заметность на глаз сохранившихся растительных остатков, количество и цвет выдавливаемой руками воды и степень размельченности массы. Вальгрэн дает такую таблицу степени разложенности (цитирую по В. С. Доктуровскому). См. таблицу на стр. 78.

Более точный метод, позволяющий производить количественное определение разложенности торфа, предложен был В. В. Кудряшевым, согласно которому торф отмучивается под струей воды в сите с отверстиями в $\frac{1}{4}$ мм. Зная вес воздушно-сухого торфа до отмучивания и вес воздушно-сухой массы, оставшейся после отмучивания, по разнице этих весов судим о количестве мелких частиц, унесенных водою через сито. Принимая, что прошедшие через сито частицы торфа принадлежат гумифицированному органическому веществу, и выражая его вес в % от первоначального веса торфа, получаем цифры, могущие характеризовать степень разложения торфа. Кудряшев предложил на профиле торфяника соединить кривыми точки равной разложенности торфа. Эти „изоторфы“ дают наглядное представление о распределении разложенности торфа в толще торфяника ¹⁾.

¹⁾ Подробнее см. Кудряшев В. К вопросу о пограничном горизонте средне-русских торфяников. Журн. „Вестн. Торф. Дела“. 1918, № 4. Москва, 1920.

A+	Торф сильно разложившийся.	Растительные остатки не различимы простым глазом.	Вода при сдавливании в руке торфа не выделяется.		Масса при сжатии хорошо проходит, продавливается через пальцы (пачкая руку).
A					
A-					
AB+	Хорошо разложившийся	Заметны лишь некоторые раст. остатки.	Вода не выделяется или ее выделяется очень мало.	Выделяющаяся вода окрашена в темно-коричневый цвет.	Масса продавливается, немного пачкая руку.
AB					
AB-					
B+	Мало разложившийся.	Остатки растений заметны.	Воды выделяется немного.	Вода коричневая или светло-коричневая.	Масса почти не продавливается, поверхность торфа после сжатия шероховатая от остатков растений (руки не пачкает).
B					
B-					
BC+	Плохо разложившийся	Так же, как в В.	Воды выделяется много.	Вода желтая.	Масса очень мало продавливается.
BC					
BC-					
C+	Не разложившийся.	Раст. остатки ясно различимы простым глазом.	Воды выделяется, как в ВС.	Вода совсем почти не окрашивается.	Масса не продавливается.
C					
C-					

Метод легок и дает хорошие результаты, однако они бывают несколько преувеличены, так как через сито, даже указанной густоты, проходят мелкие частицы и неразложившихся тканей растений.

П. Д. Варлыгин ¹⁾ предложил определять степень разложивности путем оценки на глаз под микроскопом соотношения структурных частей и аморфного гумусового вещества, обычно имеющего очень темный цвет и лишенного клеточного строения, которое, напротив, заметно в еще неразложившихся частях. При этом способе маленький кусочек сырого торфа рассматривается при увеличении в 140 раз. Объем гумуса учитывается на глаз, при этом, по мнению Варлыгина, точность в 5% вполне достижима. Делается вывод из значительного числа определений (более 30 от-

¹⁾ Варлыгин, П. Д. Определение степени разложения торфа применительно к практическим целям. Журн. „Торф. Дело“. 1924, № 9.

счетов, по его мнению, не имеет смысла делать). Он дает шкалу в 10 степеней разложимости (0—10⁰/₀, 10—20⁰/₀, 20—30⁰/₀ и т. д.). Этот метод несомненно заслуживает применения и дальнейшего методологического изучения.

В заключение остановлюсь несколько на теплотворной способности торфа. Ее различают ¹⁾ двоякого рода; калориметрическую и полезную теплотворную способность. Первая выражается тем количеством тепла, которое фактически выделяется при сжигании весовой единицы топлива в бомбе, вторая характеризуется количеством тепла, выделяемого в топке при сжигании одного килограмма топлива. Первая всегда бывает выше второй, так как при сжигании в бомбе вся вода выделяется в жидком виде и, следовательно, при конденсации паров освобождается тепло, при сжигании же в топке вся вода превращается в пар и требует затраты тепла. Кроме этого, можно различать калориметрическую теплотворную способность абсолютно сухого вещества, т. е. безводного, и органического вещества, т. е. безводного и беззольного.

Для того, чтобы составить представление о сравнительной теплотворной способности торфа приведу следующие данные, выраженные в калориях ²⁾.

Воздушно-сухое дерево	2.400 — 3.800
Бурый уголь	1.500 — 3.400
Каменный уголь	5.500 — 8.100
Торфяной кокс	7.300 — 7.600
Торф высшего качества	3.890 — 5.600
Торф среднего качества	2.800 — 3.800
Торф низшего качества	2.000 — 2.800

По данным Инсторфа среднюю величину теплотворной способности для органического вещества торфов средней России, в особенности машинноформовочной обработки, возможно принять равной 5.600 калориям. По этим же данным чистый сфагновый торф из Шуваловского торфяника под Ленинградом дал такие цифры, в зависимости от степени разложимости его:

Характер торфа	Зола в %	Теплотворная способность в калориях	
		Сухого вещества	Огранич. вещества
Неразложившийся сфагнум	0,68	4663	4694
Средне-разложившийся сфагновый торф . . .	0,93	5778	5125
Сильно разложившийся сфагновый торф . . .	1,29	5581	5654

¹⁾ Меньшиков, Е. С., стр. 4.

²⁾ Из книги Сытина „Основания оценки торфяных болот“ 1912.

М. М. Юрьев (l. c.), основываясь на определениях А. И. Терлецкого, дает еще более высокую теплотворность торфа Шуваловского торфяника, а именно, молодой сфагн. торф — 5441 кал., а старый сфагнов. торф — 6,181, пограничный же горизонт с высоким содержанием золы (до 9%) и сильно разложившимся торфом — 5308 кал.

Как видим Шуваловский сфагновый торф отличается очень высокой теплотворной способностью. Интересно, что пограничный горизонт, не смотря на высокую степень разложенности имеет меньшую теплотворную способность, что надо поставить в связь с большим % золы в нем.

Заслуживают быть отмечены также данные по теплотворной способности торфов из Лахтинского болота, указываемые также М. М. Юрьевым на основании анализов А. И. Терлецкого.

	% содержа- ние золы.	Теплотворная способность
1. Сфагновый торф, мало разложивш.	1,3%	5118 кал.
2. Сфагнов. торф переход. болота, до- вольно разложивш.	9,01%	5048 "
3. Осоковый торф	34,5%	3495 "
4. Осоковый торф	42,8%	3053 "
5. Осоково-хвощевый	75,59%	1361 "

Здесь особенно ясно видно, как большая зольность сильно понижает теплотворную способность торфа.

Для сравнения теплотворной способности различных видов торфа приведу следующие данные из той же статьи Е. С. Меньшикова:

Характер торфа	Золы на сухое вещество в %	Теплотворная способность органического вещества
Пушицево-сфагновый средне раз- ложившийся	2,12	5.787
Осоковый средне разложившийся	24,35	5.356
Сфагновый хорошо разложившийся	1,15	5.964
Осоково-древесный хорошо разло- жившийся	9,07	5.760
Осоково-гипновый хорошо разло- жившийся	12,02	5.800
Тростниковый хорошо разложив- шийся	28,7	5.600

Из этого мы видим, что сфагновые торфы, а отчасти и гипновые имеют теплотворную способность выше осокового и тростникового торфов.

Растительность болот и их эволюция.

Познакомившись с происхождением болот и свойствами образующегося в них торфа, нам необходимо перейти к рассмотрению дальнейшего их развития и выяснить, каковы основные черты эволюции этого физико-географического явления. Мы уже видели, что образование болот стоит в самой тесной зависимости от растительности; мы видели, что тот путь, который проходят болота от их зарождения и до времени полного сформирования, идет параллельно с последовательным изменением растительности. Дальнейшее развитие болот также будет выражаться определенной сменой растительности, при чем характер этой растительности будет обуславливаться свойствами торфа, которые в свою очередь будут зависеть не только от внешних условий существования, но опять таки от той же растительности. Таким образом здесь в болоте свойства субстрата и растительности связаны взаимной зависимостью. Поэтому, чтобы ясно понять дальнейшую эволюцию болот, нам необходимо ознакомиться с их растительностью.

Рассматривая образование болот из озер, мы видели, что с того момента, когда вся водная поверхность закроется сплошными зарослями растений, можно говорить уже о болоте. Болота в этом случае будут травяные или гипновые тогда, когда воды озера содержат известь, хотя бы в относительно небольшом количестве, и чисто сфагновые тогда, когда воды вовсе лишены извести. И так как последний случай редок, то и естественно, что при образовании болота из озера оно чаще всего является либо осоковым, либо гипновым.

То же самое мы видели и при образовании болот путем заболачивания сухого места. Там также только в относительно редких случаях сразу появляется сфагнум, чаще начало образования болота знаменуется развитием травяной и гипново-моховой растительностью. Как в предыдущем случае, так и в этом, а также и при других способах образования болото с растительностью, в которой сфагнум отсутствует, характеризуется тем, что оно питается водами, заключающими известное количество растворимых солей, в том числе и извести, водами, вытекающими из грунта местности, окружающей болото. Эту стадию в развитии болот Р. И. Аболин предлагает

назвать „фазой грунтового питания“. Понятно, что болото в такой стадии развития хотя и будет получать воды, главным образом, стекающие с окружающей суши и заключающие некоторое количество минеральных веществ, но последних количество все же обыкновенно не велико и к тому же эти минеральные вещества очень неравномерно распределяются на поверхности болота, так что периферические части его находятся в условиях лучшего питания минеральными веществами, как в форме взвешенного в воде ила, так и в виде раствора. С другой стороны по мере роста болота, по мере накопления торфа в нем, минеральных веществ попадает все меньше и меньше с грунтовыми водами. Таким образом, условия роста растительности в этой стадии развития болот будут зависеть от комбинации, с одной стороны, удаленности или степени приближения данного места к периферии болота и возможности попадания сюда с берегов воды, с другой, от мощности слоя накопившегося торфа и высоты данного пункта над общим уровнем болота. И так как комбинации этих условий могут быть разнообразны, то и растительные ассоциации, характерные для данной стадии развития болот, могут быть очень различны. Не перечисляя различных ассоциаций, относящихся к этой стадии развития болот, необходимо прежде всего отметить, что они могут быть сгруппированы главным образом в три основные группы по характеру составляющих их растений: 1) травяные болота; 2) лесные болота и 3) гипновые болота. Травяные болота характеризуются тем, что фон растительности дают травяные растения, среди которых первое место чаще всего занимают осоки. Но и здесь в зависимости от условия питания минеральными веществами состав растительности может меняться. Там, где условия питания особенно благоприятны, развивается пышная и богатая растительность. Кроме различных осок (напр., *Carex gracilis*, *C. vesicaria* и др.) нередко принимают значительное участие в растительности вейник, *Calamagrostis lanceolata*, иногда хвощ, *Equisetum limosum*, *Calla palustris*, *Iris Pseudacorus*, *Caltha palustris* и многие другие растения. Такой характер болото имеет, напр., при образовании его из озера; там, как только сомкнется травяной покров, так и образуются такие богатые видовым составом заросли. Эти растительные ассоциации, завершая смену растительности в озере, являются как бы ее заключительным звеном. Сюда же надо отнести нередко встречающиеся кочкарники из осоки (чаще всего из *Carex caespitosa*), где между кочками часто до $\frac{1}{2}$ арш. и более глубиной стоит вода. В таких же условиях на востоке Сибири образуются кочкарники из *Calamagrostis Langsdorffii*.

Такие кочкарники особенно часто развиваются по периферии других типов болот, и могут также появляться при заболачивании сухого места.

Близко к этим ассоциациям травяного болота примыкает ассоциация, где поселяются ивы (*Salix cinerea*, *S. pentandra* и др.). Эта ассоциация, приходя часто на смену вышерассмотренной при

уплотнении и поднятии торфяного слоя, по характеру травяной растительности очень близка к предыдущим.

В некоторых случаях могут в составе травяной растительности играть и некоторые другие растения, как, напр., канареечник, *Phalaris arundinacea*, пушица узколистная (*Eriophorum angustifolium*).

Постепенное накопление торфа и увеличение его мощности все более и более выводит поверхность болота из сферы возможного хорошего питания минеральными веществами, и выше рассмотренная богатая растительность сменяется менее требовательной к питательным веществам. Чаще всего при этом из осонок начинается господствовать *Carex lasiocarpa* и к ней, то в большей, то в меньшей степени начинает примешиваться сфагнум (напр., *Sphagnum recurvum*). Появление такой ассоциации знаменует уже переход болот из стадии грунтового питания в стадию атмосферного питания, к рассмотрению которой мы перейдем ниже.

Но часто на смену осоко-травяного разнообразного по составу болота, а иногда и независимо от него приходит гипновое болото, образуя сплошные, густые ковры таких мхов, как *Drepanocladus vernicosus*, *Dr. exannulatus*, *Calliergen giganteum*, *Acrocladium cuspidatum*, *Meesea triquetra* и др. Часто один какой-либо из этих мхов господствует на значительном протяжении. Из травяных растений здесь, кроме осонок (*Carex limosa*, *C. diandra* и др.) могут быть пушицы (*Eriophorum latifolium*, *E. gracile*), хвощ (*Equisetum limosum* и др.). Нередко, как мы видели, гипновые болота развиваются при заболачивании сухого места, а особенно часто при выходе ключей.

Гипновые болота в процессе своей эволюции могут переходить либо в болота с *Carex lasiocarpa* и *Sphagnum*'ами, либо в чистые сфагновые болота непосредственно.

Ассоциации третьей группы болот фазы грунтового питания, т.е. лесные болота могут быть также разнообразны.

Так, у места выхода ключей, особенно, где выносятся много солей железа, часто развивается весьма характерная ассоциация из ольхи (*Alnus glutinosa*) — ольшатники, или ольшанники. Такая же ассоциация часто сменяет осоко-ивовое болото, а иногда развивается и при заболачивании сухого места. Необходимыми условиями для возможности существования этой ассоциации является наличие проточной воды; при вполне стоячей воде она не развивается. Поэтому очень обычна эта ассоциация вдоль берегов рек и ручьев, где воды их подтопляют берега. Растительность под тенью черной ольхи может быть довольно разнообразной и состоять из смеси форм болотных и лесных. Так как микрорельеф в такой ассоциации холмистый, то на холмиках у стволов и пней ольхи помещаются чисто лесные формы (напр., *Pteris secunda*, *Athyrium Filix femina*, *A. spinulosum*, *Paris quadrifolia* и др.), между холмиками разнообразные осоки, *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Calla palustris* и мн. др. В подлеске нередки черная смородина, калина, крушина слабительная. В южной половине России иногда стволы

ольхи и кустарники обвивает хмель. Характерен весьма для этой ассоциации особый ольховый торф, образующийся в ней и рассмотренный нами выше.

При увеличении мощности торфа в этой ассоциации могут создаться условия, не благоприятствующие в дальнейшем росту такой сравнительно требовательной породы, как черная ольха, и вызывающие смену ее сосною, березою, а в области распространения ели, чаще всего этой последней. Получаются ассоциации, получившие название в Германии „переходного леса“. Однако, ассоциации, сходные с этой, могут развиваться также и при заболачивании сухого места, напр., соснового или березового леса. Травяная растительность в этих ассоциациях состоит также из смеси лесных и болотных форм. Здесь наряду с *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thrysiflora*, *Peucedanum palustre* и даже *Phragmites communis*, могут расти *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*, папоротники. Характерно появление в этой ассоциации уже сфагнумов (*Sphagnum riparium*, *Sph. subbicolor*, *Sph. cymbifolium* и др.).

В дальнейшем развитии такое болото либо переходит прямо в настоящее сфагновое болото, либо в рассмотренное выше осоко-сфагновое, иногда же даже в гипновое болото.

Эти болота „переходного леса“, а также некоторые, как указано выше, травяно-моховые болота, знаменуют собою переход фазы грунтового питания водами в фазу атмосферного питания. Ей свойственны как определенные виды травянистой растительности, так и мхов. Если в стадии группового питания водами из осок более обычны *Carex Goodenoughii*, *C. caespitosa*, *C. paradoxa* и *C. rostrata*, то начавшийся уход поверхности болота от грунтовых вод заменяется часто разрастанием *Carex chordorhiza*, а затем *C. teretiuscula*, *C. lasiocarpa* и в конце этой переходной стадии иногда *C. limosa*. Сфагнумы хотя и не являются обычно главными строителями ассоциаций фазы грунтового питания, но все же могут в них участвовать то в большей, то в меньшей степени. Из видов сфагнума, свойственных этой фазе развития болот, можно назвать *Sphagnum squarrosum*, *Sph. teres*, *Sph. riparium*, *Sph. subsecundum*, *Sph. obtusum*, *Sph. fimbriatum*, *Sph. Girgensohnii*, *Sph. cymbifolium*. Для стадии же переходного болота из сфагнумов характерны *Sph. Warnstorffi*, *Sph. amblyphyllum*, *Sph. subbicolor*, *Sph. recurvum*.

Можно было бы еще значительно увеличить число ассоциаций этой стадии развития болот. Но и этого достаточно, чтобы отметить их общий характер и видеть, что и они в своем распределении соответствуют определенным условиям питания, отвечающим известному химическому составу и физическим и морфологическим особенностям торфа.

Хотя в общем мною и намечены пути смен этих ассоциаций при развитии болота, но нам еще далеко не ясны все взаимоотношения между этими ассоциациями.

Накопление торфа в рассмотренных выше ассоциациях с течением времени приводит к тому, что болото, первоначально

имевшее ровную или даже вогнутую поверхность, делается все более и более выпуклым.

Вместе с тем к поверхности болота прекращается доступ как грунтовой воды, так и воды стекающей по поверхности почвы, а следовательно, и исключается возможность получения минеральных веществ из почвы. Растения, развивающиеся при таких условиях, должны довольствоваться лишь атмосферными осадками и минеральными веществами, попадающими из воздуха. Эта стадия развития болот, следуя Р. И. Аболину, может быть названа „фазой атмосферного питания“, при которой решительное преобладание принадлежит сфагнуму и все болота, находящиеся в этой стадии, являются уже настоящими сфагновыми болотами, называемыми у нас верховыми, или боровыми, а в Западной Европе возвышенными болотами (Hochmoore).

В этих болотах вся растительность зависит в самой сильной степени от сфагнома. Субстратом, на котором она развивается является не только сфагновый торф, но и сам сфагнум. Он определяет в значительной степени своими свойствами экологию растущих на его ковре растений. Поэтому, прежде чем говорить об этой растительности и сменах ассоциаций в этих болотах, необходимо ближе познакомиться со свойствами этого замечательного во многих отношениях мха.

Выше мы уже рассмотрели отношение сфагнома к воде, видели, как велика его влагоемкость и водоудерживающая способность и выяснили значение этого свойства его в развитии болот и роли их в природе.

Остановимся теперь на отношении сфагнома к минеральным веществам. Как мы уже отчасти видели, сфагнум и образующийся из него торф содержат очень малые количества минеральных веществ. Чтобы иллюстрировать это, приведем некоторые данные на этот счет, сообщаемые Гулли¹⁾ на основании исследования сфагнов в Баварии.

В 100 частях обезвоженного живого сфагнома содержалось:

	Потеря от прокаливания включ. CO ₂	Остаток от прокаливания (без CO ₂)	В солянокислом растворе				
			CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	N
Sph. fuscum ²⁾ . . .	98,053	1,947	0,341	0,171	0,411	0,067	0,659
Sph. medium ²⁾ . . .	97,510	2,490	0,353	0,158	0,506	0,095	0,944
Sph. cuspidatum ²⁾	97,566	2,434	0,233	0,179	0,580	0,076	0,798
Sph. cymbifolium ³⁾	96,770	3,230	0,405	0,141	0,694	0,176	1,243
Sph. recurvum ³⁾ . .	94,814	5,186	0,270	0,094	1,065	0,169	1,831
Sph. platyphyllum ⁴⁾	90,158	9,842	1,303	0,439	0,791	0,222	1,603

1) Gulli. В Mitteil. der K. Bayr. Moorkulturanstalt. V.

2) Сфагнумы, характерные для возвышенного болота.

3) Лесные сфагнумы (переходного леса).

4) Сфагнум лугового болота.

Из этих данных ясно видно, что хотя у разных видов сфагнома и наблюдается колебание содержания минеральных веществ, но все же все они ими весьма бедны, что ясно говорит нам о малой потребности сфагнома в них. С этим его свойством вполне согласуются и его условия существования. Я выше уже отметил, что сфагновые болота развиваются тогда, когда отсутствует доступ грунтовых вод к нему или когда они очень бедны минеральными веществами. Вышеприведенная таблица свидетельствует, что у видов, свойственных местам, более изолированным от притока минерализованной воды, и наблюдается меньшее количество минеральных веществ. Вышеприведенные данные говорят также о малой потребности сфагнома в отдельных элементах ¹⁾.

Остановимся несколько более подробно на отношении сфагнома к извести, так как это отношение играет первенствующую роль, как в распределении сфагнома, так и жизни других растений, сопутствующих сфагнуму.

Весьма давно уже в литературе имелись указания на вредное влияние извести на сфагнум. Еще в середине прошлого столетия Зендтнер ²⁾ и Мильде ³⁾ определенно говорили, что сфагнум избегает извести. К этому же заключению пришел опытным путем и Ельманн ⁴⁾.

Однако, к другим результатам пришел Вебер в 1900 г. По его опытам не только сфагнум выносил значительное содержание извести в воде, но некоторые виды без вреда для себя допускали пульверизацию их известковым порошком. К этому воззрению примкнул первоначально и Гребнер, полагавший, что для развития сфагнома важно не отсутствие извести, а вообще малое содержание питательных веществ в воде. Дюггели, хотя и показал, что сфагнумы неодинаково чувствительны к извести, тем не менее, он примкнул к взгляду Гребнера, что сфагнумы вообще избегают минеральных веществ. В последнее время по этому вопросу появились обстоятельные исследования Пауля ⁵⁾. Прежде всего его тщательно поставленные опыты с влиянием углекислого кальция на сфагнумы показали, вопреки опытам Вебера, что сфагнумы действительно весьма чувствительны по отношению содержания в растворе углекислого кальция, и затем, что чувствительность в этом отношении у различных видов этого мха неодина-

¹⁾ С этой точки зрения крайне интересны болота в Новгородской губ. близ ст. Борок. Здесь среди сфагновых болот встречаются озерца с сильно минерализованной водой. Можно видеть, тем не менее, как в некоторых местах сфагнум и *Sphagnum*, а в других сфагнум и *Nitella* растут бок о бок, причем заметна инкрустация стеблей известью, а вода на вкус солоновата.

²⁾ Sendtner. Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 1854.

³⁾ Milde in Bot. Zeitung. 1861.

⁴⁾ Ohlmann. Vegetative Fortpflanzung der Sphagnaceen nebst ihrem Verhalten gegen Kalk. 1898.

⁵⁾ Paul. H. Die Kalkfeindlichkeit der Sphagna und ihre Ursache. Mitteilung. der K. Bayr. Moorkulturanstalt. 2. 1908. (Там и указатель литературы по этому вопросу).

накова. Так, он получил следующие цифры, определяя количество миллиграммов извести в литре воды, при котором происходило отмирание сфагнома.

	CaCO ₃	CaO	Местообитание.
<i>Sph. rubellum</i> . . .	77	43	Кочки на возвышенном болоте.
<i>Sph. papillosum</i> . .	89	50	" " " "
<i>Sph. molluscum</i> . .	89	50	" " " "
<i>Sph. medium</i>	134	75	" " " "
<i>Sph. Dusenii</i>	178	100	Понижения на возвышен. болоте.
<i>Sph. acutifolium</i> . .	223	125	Лесное болото.
<i>Sph. platyphyllum</i> . .	223	125	Низинное болото.
<i>Sph. recurvum</i> . . .	312	175	Во всех болотах.

Поставленные Паулем опыты с влиянием гипса (CaSO₄) и азотнокислого кальция (Ca[NO₃]₂) привели к другим результатам, именно оказалось, что концентрированный раствор гипса вовсе не влияет дурно на развитие сфагнумов, точно также мало вреден и Ca (CO₃)₂, по крайней мере лишь при 966 mgr. Ca (CO₃)₂ в литре начинал отмирать *Sph. medium*, что соответствует содержанию 330 mgr. CaO в литре воды.

Что касается действия других солей на сфагнум, то оказалось, что кислый углекислый калий (KHCO₃) и двууглекислый натр (NaHCO₃) также вредны для *Sph. medium*, при чем последняя соль больше первой; еще сильнее действуют более щелочные нормальные углекислые соли K₂CO₃ и Na₂CO₃, при чем снова последняя соль сильнее первой. Сернокислые же соли калия и натрия, как кислые, так и нормальные, почти безвредны для сфагнома. Вообще оказалось, что совершенно нельзя говорить о том, что сфагнумы вообще чувствительны по отношению к минеральным веществам и даже хотя бы по отношению ко всем кальциевым солям. Из других опытов Пауля должно быть отмечено, что большое вредное влияние оказывают свободные щелочи (KOH и NaOH) на сфагнум.

Для выяснения значения этих опытов Пауля большую важность имеют данные о „кислотности“ сфагнома. Еще Лейнинген¹⁾ указал, что синяя лакмусовая бумажка краснеет, будучи прижата к сфагнуму, а Цайлер и Вильк определили, что на 1 гр. сухого вещества сфагнома необходимо для нейтрализации кислотности 2,02 куб. см. ^{1/20} нормального раствора NaOH.

Гулли впоследствии вычислил кислотность для многих видов сфагнома и нашел, что они очень различны в этом отношении.

¹⁾ Graf zu Leiningen. В „Naturwiss. Zeitschrift für Land-und Forstwirtschaft“. 1907.

Так, напр., если принять кислотность для *Sph. rubellum* за 100, то для некоторых других видов будем иметь:

<i>Sph. medium</i>	86,7	} Возвышенное болото.
<i>Sph. papillosum</i>	84,2	
<i>Sph. molluscum</i>	81,2	} Лесное болото.
<i>Sph. acutifolium</i>	69,2	
<i>Sph. recurvum</i>	63,3	
<i>Sph. platyphyllum</i>	50,0	} Низинное болото.

Таким образом, оказывается, что в то время как сфагнумы возвышенного болота являются наиболее чувствительны к содержанию CaCO_3 в воде, сфагнумы низинного болота наименее чувствительны к этому, лесные же виды занимают среднее место; точно также сфагнумы возвышенного болота наиболее кислотны, низинного наименее, лесные же занимают промежуточное положение. Один и тот же вид сфагнума может обладать различной кислотностью на типичных торфяных болотах и на лесных почвах (напр., *Sph. acutifolium*). Скин (M. G. Skene, 1915²⁾) показал, что и в разное время года кислотность меняется. Зимой во время покоя она меньше, летом выше.

На основании своих опытов Пауль делает тот вывод, что сфагнуму по существу не вредна известь, но сфагнумы чувствительны по отношению к щелочным соединениям, благодаря которым нейтрализуется их кислотность, которая в их жизни играет важную роль. Дело в том, что, сравнивая условия питания сфагнума из разных типов болот, можно видеть, что хотя в низинном болоте иногда, может быть, и не велико содержание в воде минеральных веществ, но оно всегда меньше в лесных болотах и весьма ничтожно на чисто-сфагновом (возвышенном) болоте, где единственным источником минеральных веществ является атмосферная пыль. И вот, по мнению Пауля, в целях скорейшего переведения в растворимое и усвояемое состояние тех минеральных веществ, которые заключены в пыли, и служат кислоты, заключающиеся в оболочке клеток сфагнума. С этой точки зрения понятно, почему виды сфагнума, обитающие на возвышенном болоте, обладают наивысшей кислотностью, а виды, свойственные низинным болотам, наименьшей. Приняв это во внимание, станет ясна вообще чувствительность сфагнума именно по отношению щелочных соединений, в том числе и по отношению углекислой извести, как нейтрализаторов заключающейся в них кислоты, а также будет понятна особенно большая чувствительность как-раз таких видов, как *Sph. rubellum*, *Sph. papillosum* и *Sph. molluscum*, видов, свойственных возвышенным болотам. Таким образом, исследования Пауля не только устанавливают факт высокой чувствительности сфагнума по отно-

²⁾ M. G. Skene. Annals of Botany. 1915.

шению к щелочным соединениям, но и стремясь объяснить физиологически причины отмирания сфагнома в известь содержащей воде.

Однако, Скин (M. G. Skene l. c.) в этот взгляд Пауля вносит существенную поправку. Он, прежде всего, отмечает, что сфагнум может жить некоторое время в дистиллированной воде, где он, конечно, не может получать извне никаких минеральных солей. Поэтому, замечает Скин, нельзя объяснять гораздо более быструю гибель торфяных мхов в средах с относительно большим содержанием извести тем, что кальций насытил кислоты-коллоиды мхов и помешал последним получать соли, нужные для жизни. Интересно отметить, что на скорость отмирания торфяных мхов влияет не столько абсолютное количество углекислого кальция в среде, как концентрация раствора. Далее теория насыщения не объясняет, почему мхи с меньшей кислотностью выдерживают большие дозы кальция, чем виды с большей кислотностью. Если суть вредного действия углекислого кальция заключается в насыщении коллоидальных кислот, то вторые должны были бы обладать большой силой сопротивления. Кроме того и другие соли кальция, как гипс и хлористый кальций, могут насытить своим кальцием кислоты-коллоиды. Между тем смертельные дозы названных соединений гораздо больше, чем в случае CaCO_3 . Исходя из этого, Скин предлагает новое объяснение ядовитости CaCO_3 , заключающееся в признании необходимости кислой реакции для роста торфяных мхов. Это условие в присутствии больших количеств углекислого кальция, конечно, не выполняется. Как доказательство своей гипотезы, Скин приводит благоприятное влияние небольших количеств лимонной и соляной кислот на развитие сфагнумов. Между тем обе кислоты не являются ни в коем случае питательными веществами.

Потребность торфяных мхов в кислой среде является результатом привычки к пребыванию в однородных условиях на протяжении очень долгих периодов времени. Кислая реакция среды была сначала просто явлением, сопровождавшим нормальный ход усвоения мхами питательных веществ путем ращепления солей. При этом, виды, живущие в средах, бедных солями, а в частности, углекислым кальцием, никогда не подвергаются в естественных условиях реакциям щелочного характера. Всегда кислая среда сделалась нормальной средой для сфагнумов, к которой они и приспособились. Виды, жившие в местообитаниях с большим богатством солями и углекислым кальцием, в свою очередь, привыкли к сравнительно меньшей кислотности. Поэтому, если мы поместим разные виды торфяного мха в среду одинаковой щелочности, то последние окажут на них разное влияние, так как и отклонение от нормальных условий существования, очевидно, будет различным.

В последнее время исследования М. П. Корсаковой¹⁾ показали, что сфагнум может быть назван с тем же правом магние-

¹⁾ М. П. Корсакова в Дневнике 1-го съезда русск. ботаников в Ленинграде в 1921 г. Стр. 89.

фобом, как и известкофобом и что он способен из растворов углекислого кальция поглощать кальций, при чем из различных видов мхов углекислый кальций поступает энергичнее в те, которые обладают большей кислотностью.

Естественно, что и другие растения, растущие на сфагновых болотах, предъявляют небольшие требования по отношению к минеральным веществам. Но являются ли они так чувствительны к



Фиг. 17. Кочка пушицы (*Eriophorum vaginatum*) в разрезе.

извести и к другим щелочным соединениям, как сфагнум, это требует еще экспериментальных исследований.

В жизни растительности сфагнового болота большое значение имеет также другое свойство сфагнома, именно, свойство безпрерывного из года в год нарастания вверх по мере того, как нижние части его отмирают и превращаются в торф. А. Р. Какс¹⁾, произведший большие исследования над быстротой сфагнового прироста в разных растительных ассоциациях, полагает, что, благодаря закономерному соотношению между влажностью субстрата и быстротой роста сфагнома, годичный прирост его можно взять как бы за коэффициент влажности каждой ассоциации. И так как в настоящем сфагновом болоте стебли сфагнома

в общем его ковре плотно прижаты друг к другу и так как головки его стеблей расположены на одной высоте, то такой ковер в целом каждый год поднимается вверх на известную высоту. При этом понятно, что на сфагновом ковре успешно могут развиваться только те растения, которые обладают способностью следовать за сфагнумом вверх,

¹⁾ Какс, А. Р. В Матер. по изучению восточ. болотного района Псковской губ. III (1914 г.).

не отставая от него, чем избегают опасности быть в нем погребенными. И действительно, почти у всех растений, свойственных сфагновым болотам, эта способность имеется и бывает выражена у травянистых растений тем, что у них корневище располагается не горизонтально, а наклонно или даже вертикально, при этом корневище ежегодно нарастает настолько, чтобы верхушку побега вынести на поверхность сфагнового ковра. В качестве примера растения, обладающего таким приспособлением, может служить росянка (*Drosera*). Она ежегодно весной дает новый побег, развивая при этом на поверхности ковра сфагнома розетку листьев, на следующую весну снова из почки между старыми листьями вырастает новый вертикальный побег корневища, который снова дорастает до поднявшегося за год сфагнового ковра и разбрасывает на нем новую розетку. По этому же типу в общем развиваются и некоторые другие растения, напр., *Scirpus caespitosus*, *Malaxis paludosa* и др. Не вертикальное, а наклонное корневище имеют, например, морощка (*Rubus Chamaemorus*), шейхцерия (*Scheuchzeria palustris*) и др.

Кустарники, которых особенно много на сфагновых болотах, приспособляются к этой способности сфагнома тем, что их ветви обладают способностью в любом месте, где они покрываются мхом, давать придаточные корни, которые и начинают функционировать вместо более старых, которые постепенно погружаются глубже в сфагнум и его торф. Багульник, *Cassandra calyculata*, *Andromeda polifolia*, вереск, голубика, клюква обладают этой способностью в большой степени. То же мы находим и у карликовой березы (*Betula nana*), субарктического растения, но часто попадающегося на болотах в северной части лесной полосы России. Раскапывая такую березку на болотах под Ленинградом, можно найти разветвленные ее стебли длиной почти до 1 сажени, спрятанные почти целиком в торфе и сфагнуме. Живые корни находятся у таких экземпляров лишь в более верхних частях ство-



Фиг. 18. Росянка (*Drosera rotundifolia*).

лика и ветвей, которые глубже отмирают, поэтому наиболее утолщенная часть их всегда находится не в более старых местах, а в районе поверхности в данный момент сфагнового ковра. Напротив, те растения, которые не имеют этой способности, обречены на жалкое прозябание на болоте. Наилучшим примером этому может служить сосна. Будучи вообще не требовательной породой, она на моховых болотах имеет вид крайне угнетенный и жалкий, благодаря тому, что по мере нарастания вверх ковра сфагнома, корневая система сосны оказывается расположенной все глубже и глубже, что и ведет к постепенному угнетению сосны, и она, не дожив обычно до 90—100 лет, уже погибает.

Опасность, которая грозит растениям, корни которых оказываются глубоко погруженными в торф, состоит в том, что при этом они будут не только встречать слои, трудно прогреваемые и с низкой температурой, о чем я буду говорить еще ниже, но и будут лишены достаточного количества кислорода для дыхания. В силу этого может быть установлена определенная зависимость между быстротой нарастания сфагнового болота вверх и характером роста сосны на болоте. Интересные данные по этому поводу в последнее время получены М. М. Юрьевым, А. Р. Каксом, Р. И. Аболиным и др. Остановимся на этом несколько подробнее.

Быстрота ежегодного нарастания сфагнового ковра вверх может быть наилучше определена, пользуясь выше рассмотренной способностью растений, растущих здесь, давать ежегодно побеги корневища, по длине соответствующие годовому приросту сфагнома. Так как, напр., у росянки старые части корневища с розетками хорошо сохраняются в торфе в течение нескольких лет, то, определив расстояние между розетками, можно знать прирост сфагнома в течение года. При этом нужно иметь в виду, что для каждого вида сфагнома эти данные будут различны.

Что же касается болотной сосны, то она как по своему внешнему облику, так и по морфологическим и анатомическим признакам резко отличается от сухоходольной. Незначительный рост, корявый, иногда почти вовсе не выраженный ствол, отсутствие стержневого корня и горизонтальное расположение боковых корней, меньшая длина хвой, большее количество смоляных ходов в хвое, меньшей величины шишки для нее характерны.

Величина болотной сосны может быть очень различна, начиная от еще довольно стройного дерева высотой в 10—15 метров и кончая жалкими кустарниковидными экземплярами, совершенно не имеющими главного ствола и почти целиком погруженными в торф и сфагнум. Эти болотные формы сосны описывались под разными названиями. Лучше всего будет наблюдающиеся у нас такие формы отнести, следуя Р. И. Аболину¹⁾, к четырем типам.

¹⁾ Аболин, Р. И. Болотные формы *Pinus sylvestris*. Тр. Ботан. Музея Рос. Ак. Наук. XIV. 1915.

1. *P. sylvestris* L. f. *uliginosa* Abolin. Дерево большей частью 10—12 метров высотой, с более или менее стройным, прямым стволом. Ствол близ вершины дает массу толстых корявых ветвей, в нижней половине очищен от ветвей. Крона насажена высоко и занимает лишь верхнюю треть или четверть ствола, шарообразной формы, ветви корявые. Плодоношение обильное. Растет на



Фиг. 19. Сосна (*Pinus sylvestris* L. f. *Wilkommii* Suk. (Фот. Р. И. Аболина).

неглубоких болотах или сухих старых торфяниках. Корневая шейка к концу жизни находится на глубине 10—15 см. Предельный возраст 120—140 лет.

2. *P. sylvestris* L. f. *Litwinowii* Sukacz. Деревцо, высотой 2—4 метра с более или менее прямым стволом. Крона обычно за-

нимает только верхнюю $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ ствола, чаще она овальной или яйцевидной, реже шаровидной формы; ветви довольно мелкие, отходят от ствола под прямым углом, сравнительно мало корявые. Плодоношение обильное. Предельный возраст 80—100 лет. Растет на старых умеренно сырых болотах с мощным торфяным слоем и толстым слоем мха. Корневая шейка к 60—70 г. возраста погружена на 30—35 см. от поверхности живого сфагнового ковра.



Фиг. 20. *Pinus sylvestris* L. f. *pumila* Abol. (Фот. Г. И. Ануфриева).

3. *P. sylvestris* L. f. *Willkommii* Sukacz. Дерево 1—3 метра высотой с более или менее прямым стволом. Ветвление обильное, начиная от самого основания, все ветви отходят от ствола под прямым углом и окружают его густо со всех сторон, нижние—отходят близко от корневой шейки. Вся крона имеет вид тупого конуса или даже цилиндра. Плодоношение довольно обильное. Предельный возраст 70—80 л. Растет на старых, умеренно сырых болотах с весьма густым и толстым сфагновым ковром. Отличие этих двух последних форм объясняется исключительно световыми условиями. Первая растет более густо; вторая же очень рассеянно.

4. *P. sylvestris* L. f. *pumila* Abolin. Имеет вид куста высотой 75—150 см., считая от корневой шейки. Главный ствол почти совершенно отсутствует, либо очень мал (10—30 см.). Почти у шейки

начинает густо ветвиться. Шишки встречаются редко. Предельный возраст 60—70 л. Растет на сильно мокрых болотах, с очень бедным торфом. Почти весь ствол с ветвями погружен в торф, и над ковром сфагнома поднимаются лишь концы ветвей. Корневая шейка погружена на 40—60 см. от поверхности сфагнового ковра.

Эти формы, однако, должны рассматриваться лишь как результат индивидуального приспособления сосны к условиям существования на болоте и не передают своих признаков по наследству. В выработке той или другой формы играет главную роль, повидимому, быстрота нарастания болота вверх.



Фиг. 21. *Pinus sylvestris* L., форма переходная от *f. Litwinowii* Suk. к *f. pumila* Aboliv. (Фот. Г. И. Ануфриева).

Выше был отмечен способ определения годичного прироста сфагнома по росянке и аналогичным ей растениям. При соблюдении ряда предосторожностей и при выведении окончательного результата, как среднего из большого числа отчетов, этот метод дает вполне надежные данные.

Помимо росянки прирост сфагнома может быть определен непосредственно, именно, если сфагнум плодоносит регулярно из года в год, то на стебле сфагнома долго остаются заметны его коробочки. Расстояние между пучками ветвей с коробочками будет соответствовать годичному приросту сфагнома.

Среднюю быстроту нарастания сфагнового ковра за известный период времени можно определить, основываясь на особенностях развития корневой системы у сосны. Наиболее обычным типом кор-



Фиг. 22. *Pinus sylvestris* L. f. *pumila* Abol.
(Фот. Г. И. Ануфриева).

(главным образом *Sph. medium*, но не *Sph. fuscum*, который нарастает медленнее, напр., в Ленинградской и Новгородской губ. около 1 см. в год) для *асс. Sphagnetum nano-pinosum* или ей соответствующей, за год были получены такие данные: ¹⁾

невой системы у болотной сосны является следующей. Ствол сосны утолщается в нижней части и дает пучок горизонтально расходящихся во все стороны корней. Вся корневая система является совершенно горизонтальной и располагающейся почти в плоскости корневой шейки. Глубина положения корневой шейки соответствует приблизительно поверхности сфагнома во время прорастания сосны, и толщина сфагнома над корневой шейкой сосны образуется приблизительно в течение того времени, какое соответствует возрасту сосны. Возраст сосны легко определить, сосчитав число годичных слоев у корневой шейки ее. Основываясь на этом, можно определить с известной точностью среднюю быстроту нарастания сфагнома за известный период времени. Хорошие результаты можно получить этим способом только тогда, когда таких измерений сделано достаточно много.

Определяя величину текущего прироста сфагнома

¹⁾ Более подробно об этом см. статью М. М. Юрьева „О росте сфагновых болот“. Изв. Научно-Мелиор. Инст. НКЗ. 10. 1925.

- 1) Курская губ. 4—4¹/₂ см.
 2) Самарская губ. 3 ”
 3) Восточная Германия . 2,5 см.
 4) Новгородская и Псков-
 ская губ. 2—3 ”
 5) Ленинградская 2 ”
 6) Архангельская губ.
 (Онего-Двинский во-
 дор.)¹⁾ 1,5 ”
 7) Кольский п-ов (Иман-
 дра)¹⁾ 0,8 ”

Оказывается, чем южнее распо-
 ложена местность, тем прирост
 сфагнума делается больше. По-
 видимому, эта зависимость между
 широтой нахождения пункта и бы-
 стротой прироста сфагнума нахо-
 дится в связи с температурой ве-
 гетационного периода.

Такая зависимость, вероятно,
 объясняется тем, что потребность
 сфагнума в воде всегда удовлетво-
 рена в болоте, где бы оно ни было;
 также и влажность воздуха над
 болотом, пока оно существует,
 всегда будет значительна, так что
 одно увеличение температуры ве-
 гетационного периода уже спо-
 собно усилить быстроту роста
Sphagnum'a.

В связи со способностью сфаг-
 нума нарастать вверх стоит тот
 интересный факт, что обычно мо-
 ховые сфагновые болота, то в
 большей, то в меньшей степени
 являются выпуклыми, имея форму
 опрокинутой дном вверх тарелки.
 Это между прочим хорошо видно
 на Шуваловском торфянике под
 Ленинградом, где приходится, идя
 от периферии вглубь болота, по-
 дыматься как на горку, почему
 местными крестьянами торфяник
 называется „Черной горой“. Ино-
 гда выпуклость достигает нескольких сажен.



Фиг. 23. *Pinus sylvestris* L. f. *Litwinovii* Suk. (Фот. Г. И. Ануфьева).

¹⁾ По любезному сообщению Г. И. Ануфьева.

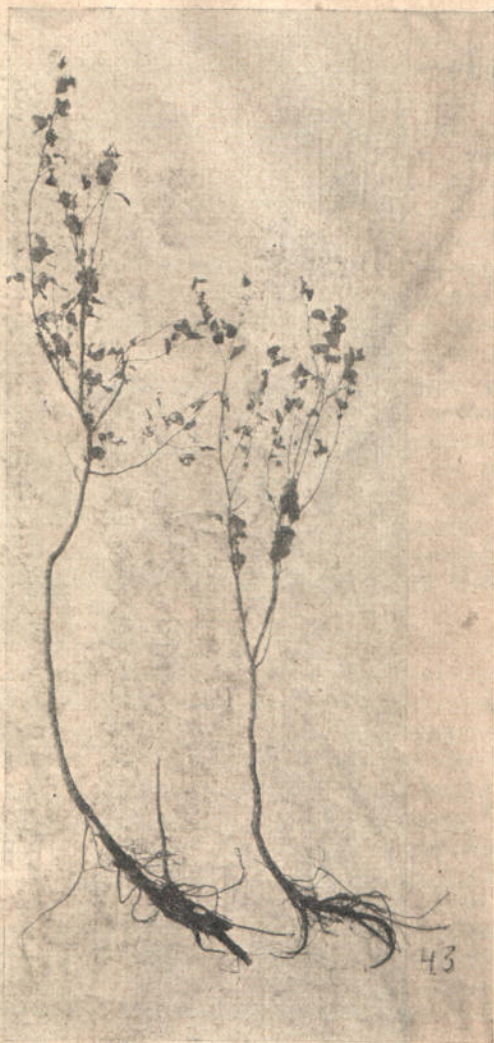
Так, Спарро и Дубах сообщают, что в болоте в Оршинской казенной даче Тверской губ., при площади в 34.000 десятин, середина превышала края на 5 саж.



Фиг. 24. *Pinus sylvestris* L. f. *pumila* Abolin. (Фот. Р. И. Аболина).

Выпуклость эта объясняется тем, что болото нарастает вверх в середине быстрее, чем по краям. Е. В. Оппоков объясняет это

так „Причина этого явления заключается в том, что центральная часть болота не отдает ни капли воды наружу болота путем поверхностного стока или просачивания от слоя к слою, а если она и теряет свою воду, то только через испарение в атмосферу, и то в сравнительно ограниченном количестве, благодаря защите верхним, хотя бы и высохшим моховым слоем внутренней, глубокой части торфяника, представляющей собою резервуар влаги. Что же касается окраин торфяника, то здесь, в особенности весной, всегда можно наблюдать сток воды по направлению от середины болота к его краям, и здесь получают питание те небольшие ручьи и водостоки, которые весной направляются в разные стороны от середины мохового выпуклого болота. Эта отдача воды на окраинах болота происходит главным образом под влиянием напора из вышележащих центральных частей болота; периферические же части болота, таким образом, весной теряют воду, и так как слой сфагнома по окраинам болота сравнительно далеко не так толст, как ближе к середине, то оказывается, что летом запас влаги, необходимой для питания и роста сфагнома в высоту, по окраинам болота значительно меньше, чем в центральной части, ничего не теряющей и получающей всегда воду для питания верхних слоев в нижних, более глубоких частях болота, всегда обильно насыщенных влагой. Поэтому и рост сфагнома на более глубоких частях торфяника, т.-е. в его середине, идет быстрее и лучше, чем на более



Фиг. 25. Корневая система березы на болоте.
(Фот. Г. И. Ануфриева).

мелких частях, у его окраин, где болото летом в сильную засуху может даже пересохнуть и, при неосторожности с огнем, даже вы-



Фиг. 26. Корневая система сосны на болоте. (Фот. Г. И. Ануфриева).

гореть на большую или меньшую глубину“¹⁾). Так как рисуемая Оппоковым картина распределения влаги в болотах далеко не

¹⁾ Оппоков, Е. В. Происхождение, строение и типы болот и торфяников, глубина и древность их. Зап. по свеклосахар. пром. и тепл. технике. 47. 1917. № 1—5. Стр. 90—91.

всегда наблюдается, то быть может правильнее видеть причину этого явления в следующем. Р. И. Аболин обратил внимание на то, что между быстротой прироста отдельных стеблей сфагнома и быстротой нарастания болота вверх нет пропорционального соотношения. Виды сфагнома, растущие в воде или при ее избытке, хотя и быстро растут вверх, но, не давая плотного ковра при превращении в торф, сильно спрессовываются, и в таких местах поверхность болота мало поднимается вверх; напротив, такие относительно более сухолюбивые мхи, как, напр., *Sph. fuscum*, дают плотный ковер и сильно содействуют увеличению толщи торфа. Если это свойство сфагнов принять во внимание, а также и то, что *Sph. fuscum* и сходные виды с ним растут обычно в центральных частях болота, то станет понятным, почему болото имеет указанную выпуклую форму.

Возвращаясь теперь к определению зависимости характера роста сосны от быстроты прироста сфагнома, нужно прежде всего отметить, что, определяя средний годовой прирост сфагнома по сосне, необходимо иметь в виду, что он будет сильно варьировать в зависимости от возраста взятых нами для отсчета сосен, так как, чем старше мы берем сосну, чем за долгий период мы определяем средний годовой прирост сосны, тем меньше он будет, так как процесс разложения и уплотнения торфа с каждым годом понижает средний годовой прирост, по сравнению с текущим приростом за один год. Это обстоятельство приходится всегда принимать во внимание при оценке среднего прироста сфагнома за известное число лет, определенного по сосне.

А. Д. Дубах¹⁾, произведший многочисленные определения прироста мохового ковра в Горецкой лесной даче в Белорусской республике, делает попытку выразить уплотнение торфа по мере его образования, а, следовательно, последовательное уменьшение среднего прироста верхних слоев болот формулой прямой линии $h = 11,97 - 0,094 t$, где h — среднее годичное нарастание верхней толщи болота в мм., а t — продолжительность периода в годах. Он показал, что уплотнение торфа за 50 лет происходит в три раза. Эта попытка выразить математически процесс уплотнения торфа крайне интересна и заслуживает дальнейшей разработки. Однако указанная формула вряд ли имеет общее значение, так как кривая уплотнения торфа, как показывают наблюдения, хотя бы ниже приводимые, должна быть выражена не в виде прямой, а вогнутой линии.

Приведу теперь данные, уясняющие ту связь, какая существует между ассоциацией сфагнового болота, а, следовательно, и характером роста сосны и быстротой нарастания сфагнового ковра²⁾.

¹⁾ Дубах, А. Д. Рост мохового покрова и накопление торфа в Горецкой лесной даче. „Торф. дело“. № 6. 1925.

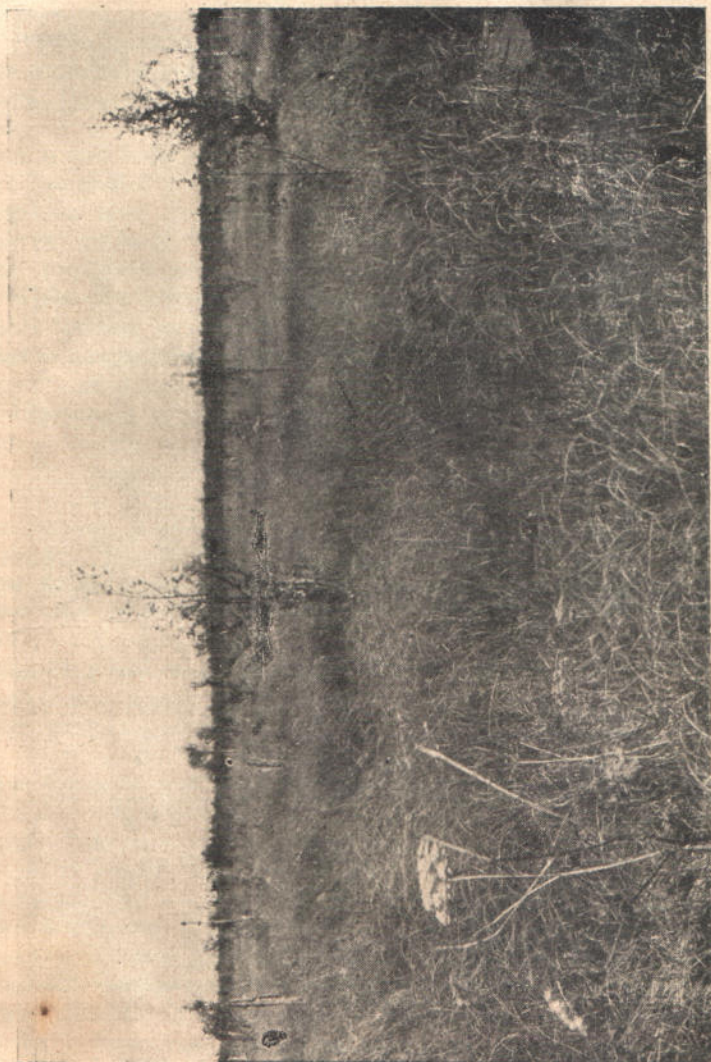
²⁾ По работам М. М. Юрьева.

	Acc. Pinetum sphagnosum Болото, покрытое сосновым лесом. (P. s. f. uliginosa Abol).	Acc. Sphagnetum betulo-pinosum. Болото с более низкой сосной (форма та же) и березой.	Acc. Sphagnetum magno-pinosum. Болото с еще более низкой сосной. (f. Litwinowii Suk).	Acc. Sphagnetum nano-pinosum. Болото с очень низкорослой сосной (чаще f. Willkommii Suk), или очень низкая f. Litwinowii, переходная к f. pumila Abol.
до 10	—	2,3 см.	2,5 см.	3,87 см.
10—20	0,88 см.	1,96 "	2,08 "	3,00 "
20—30	0,82 "	1,45 "	1,6 "	2,25 "
30—40	0,69 "	1,39 "	1,15 "	1,97 "
40—50	0,55 "	1,16 "	0,89 "	1,70 "
50—60	—	—	0,88 "	—
60—70	—	—	0,61 "	—
70—80	—	—	1,61 "	—

Из этой таблицы видно, что в ассоциациях, где сфагновый ковер быстро нарастает вверх, там наблюдается более угнетенный рост сосны. Особенно это наглядно видно из следующей таблицы, которую дает М. М. Ю р в е в:

АССОЦИАЦИИ	За период в 20 лет		За период в 40—50 лет	
	Средний годовой прирост сфагнума	Средний годовой прирост сосны в высоту	Средний годовой прирост сфагнума	Средний годовой прирост сосны в высоту
Pinetum sphagnosum	0,9 см.	9 см.	0,55 см.	6,3 см.
Sph. magno-pinosum .	2,8 "	6 "	0,89 "	3,7 "
Sph. betulo-pinosum .	1,96 "	6,3 "	1,16 "	4,6 "
Sph. nano-pinosum .	3,0 "	4,5 "	1,7 "	2,8 "

В согласии с этим стоит и тот факт, что глубина погружения корневой системы у сосен в разных ассоциациях будет различной. Менее всего она оказывается погруженной у сосны в ассоциации *Pinetum sphagnosum*, а более всего в ассоциации *Sphagnetum nano-pinosum*.



Фиг. 27. Осоковое болото с редкой березой (фот. Г. И. Ануфриева).

Итак мы видим, что весь рост сосны подобно и другим растениям, свойственным сфагновому ковру, находится в тесной зависимости от быстроты нарастания сфагнового ковра.

Однако, было бы очень неправильным делать отсюда заключение, что вообще рост сосны на болоте столь плох потому, что



Фиг. 28. Молодая даурская лиственница, выросшая на сфагновом болоте.
На линии aa^1 — поверхности сфагнового болота, на bb^1 — корневая шейка.

она, не обладая способностью давать придаточных корней, не имеет возможности бороться с обрастанием сфагнома. Что не в этом одном

здесь дело, ясно следует из того, что некоторые другие древесные породы, способные образовывать придаточные корни на тех частях ствола, которые обрастают мхом, также несут ясно угнетенный характер, раз они растут на сфагновом болоте. Примером может служить даурская лиственница. У нее мы видим, что по мере того, как сфагнум обрастает лиственницу и корневая шейка оказывается расположенной все глубже и глубже, на частях стволика, обросшего сфагнумом, появляются придаточные корни. Одновременно с этим часть корневой системы, расположенная ниже шейки, начинает отмирать. Вскоре уже мы не находим вовсе ее признаков и все корни развиваются на стебле. Прекрасно сохраняющиеся следы почечных чешуй и укороченные побеги на стебле ясно свидетельствуют, что углубляющийся в торф конец лиственницы есть стебель, а не корень. Интересно при этом то, что нижняя часть стебля, погружаясь в торф, остается тонкой, так как погружение нижних частей стволика в более глубокие и холодные слои пагубно отражается на их питании. Поэтому ствол, начиная от поверхности сфагнового ковра, редькообразно утончается книзу. При первом взгляде он производит впечатление настоящего стержневого корня, но остающиеся долго следы чешуй почек, а часто и целые веточки, рассеивают это заблуждение. Несмотря на это, рост лиственницы ясно угнетенный. Поэтому нужно думать, что в числе причин, вызывающих угнетение, как здесь, так и в случае с сосною, являются и другие неблагоприятные условия существования на сфагновом болоте. Несомненно, что здесь играют роль бедность субстрата питательными веществами и его низкая температура. Все же большинство лиственниц на сфагновом болоте имеет вид, соответствующий *Pinus sylvestris f. uliginosa Abol* и *f. Litwinowii Suk.* (более высокая разность). Форм более угнетенных, насколько мне известно, до сих пор не наблюдалось. В выработке таких форм сосны быстроте роста сфагнума принадлежит, может быть, хотя и не исключительная, но во всяком случае видная роль.

Растительность мохового сфагнового болота и помимо этого крайне своеобразна в экологическом отношении. Хотя она и бедна видовым составом, хотя здесь произрастают всего лишь каких-либо десятка два видов, тем не менее она представляет выдающийся интерес по своей экологии. Дело в том, что вся эта растительность в своем облике и строении имеет много общего с тем, что наблюдается и у растительности сухих мест. Не останавливаясь подробно на этих особенностях растительности сфагнового болота, не перечисляя всех различных морфологических и анатомических признаков, рассматриваемых обыкновенно, как стоящих в связи с сухостью местообитания, достаточно указать, что большинство ее представителей имеет или мелкие, свернутые трубочкой листья (водяника—*Empetrum nigrum*, вереск—*Calluna vulgaris*) с устьицами только на внутренней стороне, или листья кожистые (морощка), или покрытые снизу волосками (*Ledum palustre*), восковым налетом (*Andromeda polifolia*), или чешуйками (*Lyonia calyculata*).

Этот ее, так называемый, ксероморфизм, напоминающий ксероморфизм растений сухих песков или пустынь, стоит на первый взгляд в явном противоречии с обилием воды в субстрате. Для объяснения этого кажущегося парадоксального явления было предложено несколько теорий¹⁾. Большинство авторов исходит из того, что считает торфяной субстрат физиологически сухим, т. е., что в нем есть свойства, мешающие воде нормально поступать в корни. Одни авторы видят причину этого в том, что корни не могут принимать в достаточной мере воду или благодаря большому содержанию кислот в почве (Шимпер, Вебер, Cowles, Фрю и Шретер и др.), или затрудненности дыхания, ввиду недостатка кислорода



Фиг. 29. Осоковый кочкарник в засушливый год (фот. Ю. Соколовского).

(Варминг), или существованию в болотной почве особых химических соединений, может быть являющихся выделениями корней при недостатке кислорода или бактериальными токсинами (Ливингстон, Дахновский). Наконец, нужно принять во внимание, что торф и живой сфагнум, как мы видели, очень дурные проводники тепла. Поэтому в жаркий летний день, когда температура воздуха поднимается до 30° по Ц. и более, когда поверхность мохового ковра даже на-ощупь рукой очень теплая, на глубине нескольких сантиметров температура сильно падает; так, см. на 10 от поверхности она может быть в это время в 12—14°. Таким образом, когда верхние надземные части растения будут сильно нагреваться,

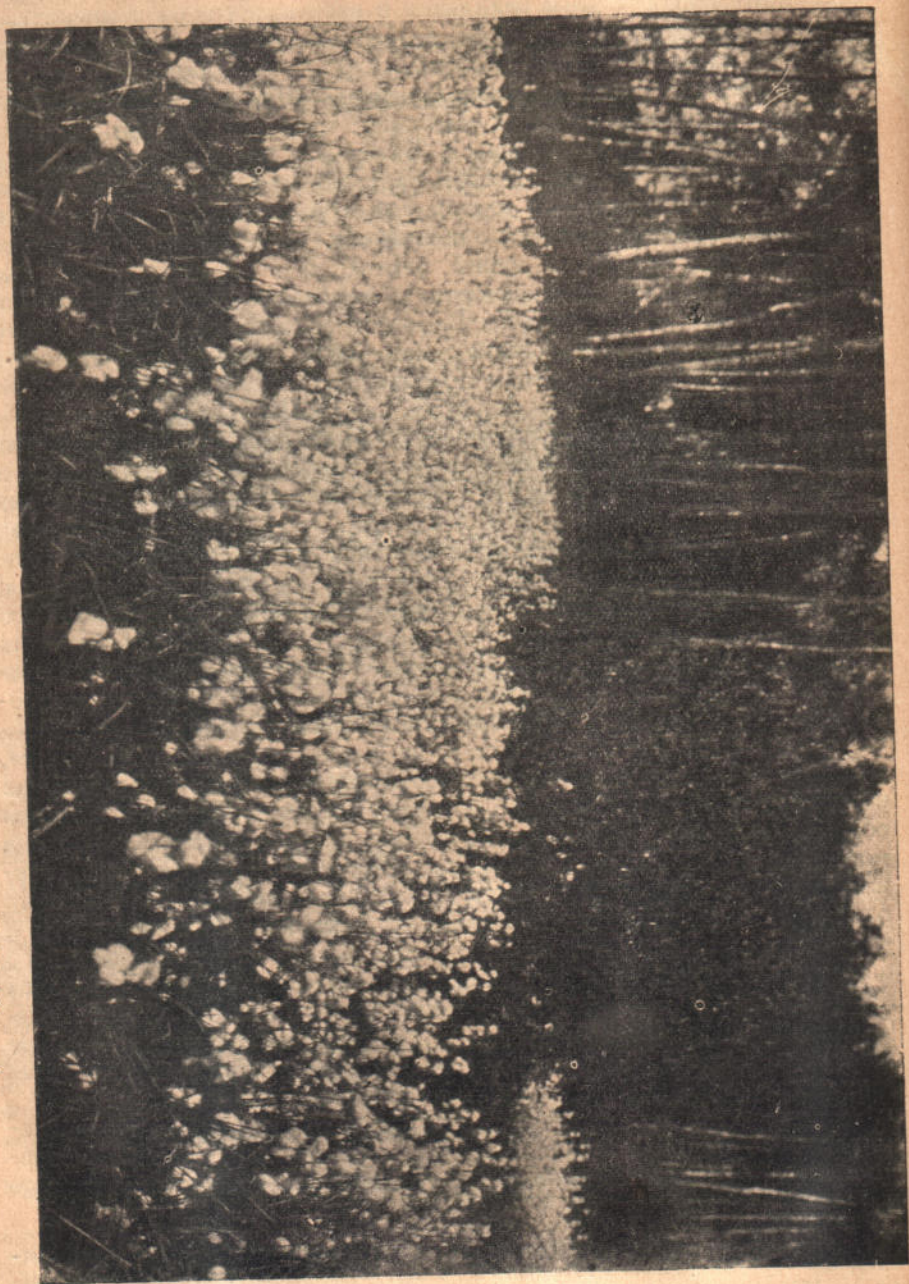
¹⁾ Обстоятельное изложение этих теорий, а также и описание признаков ксероморфизма болотных растений можно найти в книге Potonié: „Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Bd. III. 1912. См. также E. Warmin'g's „Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie“ 3-te Auflage von E. Warmin'g und P. Gräbner. 1918. 622 и след. стр.

нижние, находящиеся в сфагнуме и торфе, располагаются в среде со значительно более низкой температурой. А так как способность принимать корнями воду находится в зависимости от температуры среды, то поэтому корни на болоте поставлены в условия плохого принятия воды (Чильман, Гебель и др.). Возможно, что играет роль и то, что торф сильно удерживает воду и значительные количества ее недоступны для растения, т. е., как говорят, коэффициент увядания его очень высок (Варминг, Crump). Таким образом в субстрате, на котором живут растения, воды хотя и много, но она сопровождается теми или другими условиями, которые понижают деятельность корней, и поэтому растения здесь также ксероморфны, как и на сухих местах. В последнем случае они страдают от физической сухости, в первом же, на сфагновом болоте, — от физиологической. Варминг думает, что вообще это явление вызывается не одной какой либо причиной, а возможно несколькими вместе. Недавно появились работы Монтфорта (Montfort¹), который, отмечая, что неправильно кустарники из *Ericaceae* и *Empetrum nigrum* считают характерными для сфагновых болот, так как скорее они типичны только для верещатников и обсохших болот, указывает, что сравнение экземпляров, выросших на минеральной почве, с экземплярами с болота обнаруживает у первых такую же ксероморфность, как и у последних. В частности редукция листовой поверхности не может рассматриваться, как признак ксероморфизма растений моховых болот. По его мнению, причину ксероморфизма их надо искать в климатических факторах, а не в почвенных. Исключив *Ericaceae*, только у *Eriophorum vaginatum* и *Scirpus caespitosus* анатомическая ксероморфия соответствует ксероморфии настоящих сухолюбив.

Однако учет поглощаемой воды корнями растений на болоте, не обнаружил неблагоприятного влияния торфяного субстрата на этот процесс. Также Штокер, определяя интенсивность расходования воды у некоторых типичных болотных растений, показал, что она может быть довольно значительна. В виду этого возникает сомнение, играет ли роль указанная выше ксероморфная организация растений в направлении понижения их испаряющей способности и вообще вопрос, действительно ли болотные растения имеют много общего с ксерофитами. Для окончательного решения этого вопроса необходимы дальнейшие исследования приема и расходования воды болотными растениями, особенно в те моменты, когда температура нижних слоев воздуха в ясные летние дни подымается нередко очень высоко, а температура субстрата остается все же весьма низкой.

Однако не надо забывать, что это только одна сторона экологии болотных растений. На ряду с признаками, т. наз., ксероморфизма растения моховых болот, подобно растениям вообще

¹) Montfort, C. Die Xeromorphie der Hochmoorpflanzen, als Voraussetzung der „physiologischen Trockenheit“ der Hochmoore. Zeitschrift für Botanik. 10. 5/6. 1918. См. также его статью в этом же журнале за 1922 г., т. 14, и ст. Stocker, O., там же, 1923, т. 15.

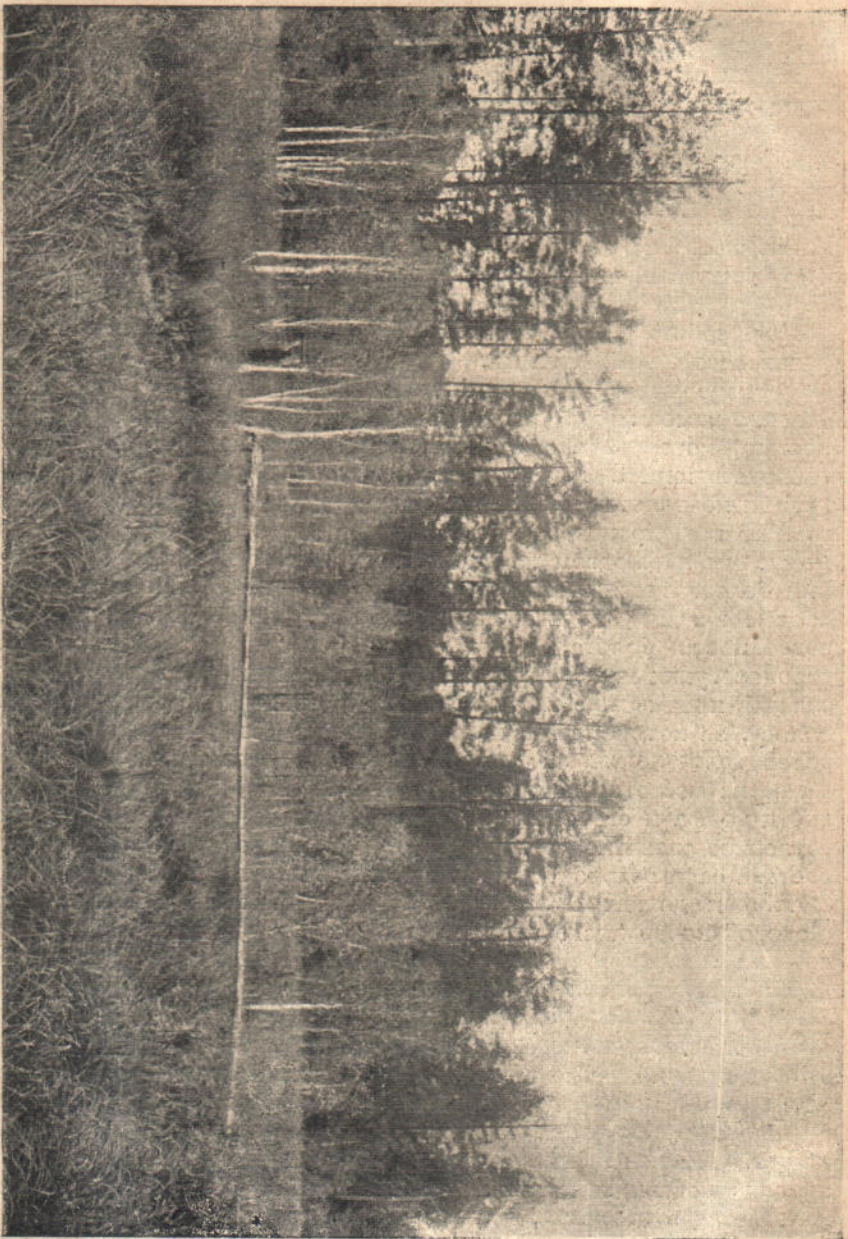


Фиг. 30. Боворо с нумингеј (*Eriophorum angustifolium*) (фор. М. М. Јурска).

влажных мест, имеют обычно значительно развитую систему межклетников (воздухоносных ходов) во всех своих основных органах, что обыкновенно относят к признакам гидроморфизма.

Переходя теперь к рассмотрению растительных ассоциаций сфагнового болота, прежде всего отметим, что они в настоящее время несравненно лучше изучены, чем ассоциации травяных и переходных болот, и их ход последовательного развития выяснен сравнительно хорошо. Однако, среди исследователей все же есть еще некоторое разногласие относительно последовательности в смене этих ассоциаций. Точно также состав этих ассоциаций на наших болотах и в Западной Европе далеко не один и тот же. У нас также на протяжении СССР эти ассоциации не всюду тождественны. Наилучше они исследованы в приозерных и средних губерниях РСФСР. В этом отношении особенно обстоятельной является работа Р. И. Аболина, где хорошо установлена смена одних ассоциаций другими.

Чаще всего началу развития сфагнового болота кладет появление ассоциации сильно мокрой со скудной высшей растительностью, которую можно назвать *Sphagnetum scheuchzeriosum* от господствующего здесь растения *Scheuchzeria palustris*. Эта ассоциация появляется часто при надвигании сфагнового ковра на открытую водную поверхность озера или другого какого-либо водоема. То же мы наблюдаем иногда по окраинам расширяющихся сфагновых болот. Здесь наиболее влажной полосой обычно является самая периферическая, сюда собирается вода с более выпуклой главной поверхности болота, а также иногда и с прилегающих к болоту склонов сухих мест. Если идти от периферии болота внутрь его, то сначала имеем чаще всего кочковатую осоковую, иногда с ивняками полосу, за которой нередко растилается зыбкий, качающийся на воде ковер *Sphagnetum scheuchzeriosum*. Она развивается, по Аболину, также на месте осокового болота после того, как возрастание мощности торфа и его обеднение, с одной стороны, и связанное с этим усиленное развитие сфагнума, с другой, приводят к исчезновению из состава растительности этой ассоциации крупной осоки (*Carex filiformis*) и других сопутствующих ей элементов травяного яруса. Моховой ковер после этого всплывает на поверхность воды и становится рыхлым и малосвязным. Высшая растительность этой формации представлена весьма скудно и слагается из экземпляров *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *C. chordorrhiza* var. *sphagnicola*, реже *Menyanthes trifoliata*, *Rhynchospora alba*. Развивается эта ассоциация также во вторично появляющихся западинах на болотах (о чем ниже), где скопится вода. Древесная растительность, в виду неустойчивости и жидкости субстрата, здесь всегда отсутствует. Общая глубина торфа в этой ассоциации, в зависимости от предшествовавшей истории болота и общих условий увлажнения, колеблется в пределах 1¹/₂—2¹/₂ метр., но в исключительных случаях, при чрезмерно обильном увлажнении, а также во вторичных западинах она может быть значительно больше.



Фиг. 31. Осковный кочкарник, окружающий Sphagnetum с березой (фот. С. Д. Охмбинина).

Образуемая растительными остатками рассмотренной ассоциации торфяная масса постепенно заполняет жидкий водянистый горизонт в промежутке между нижними более плотными слоями и приподнятым водою живым ковром сфагнома и этим вызывает общее уплотнение всей толщи торфяника; одновременно происходящее некоторое поднятие поверхности болота путем накопления новых количеств органической массы несколько улучшает условия естественного дренажа. Все это создает условия, благоприятствующие внедрению в состав растительности новых элементов и вызывающие впоследствии полную смену этой ассоциации ассоциацией *Sphagnetum vagino-eriphorosum*, т.-е. ассоциацией с господством пушицы (*Eriophorum vaginatum*). Ассоциация эта уже отличается гораздо более устойчивым и крепким моховым ковром, лежащим



Фиг. 32. Лес на переходном болоте с тростником и сфагнумом.
(Фот. Р. И. Аболина).

на уплотненном, уже во всей толще вполне спрессовавшемся торфе, образованным уже другими видами, преимущественно *Sphagnum medium*.

Высшая растительность этой ассоциации представлена довольно частыми дернинами *Eriophorum vaginatum* и в довольно большом количестве стелющейся по коврику клюквой. Довольно часты также мелкие болотные кустарнички: багульник (*Ledum palustre*), подбел (*Andromeda polifolia*) и *Cassandra calyculata*. Даль-

нейшее накопление торфа ведет к еще большему повышению сфагнового ковра, и вскоре создаются условия, благоприятные для произрастания сосны так, что, если есть возможность заноса сюда



Фиг. 34. Ассоциация *Sphagnum eriphotosum* (фот. Г. И. Анфреева).

семян сосны, то развивается уже группа новых ассоциаций, где мы находим сфагновый ковер с корявой низкорослой сосной. В зависимости от внешних условий, при которых развиваются эти

ассоциации, их характер меняется. Следуя Аболину, возможно различить здесь три случая.

Если обсеменение сосною болота и образование б. или м. густого яруса сосны почему-либо задерживается, то в таких случаях



Фиг. 35. Ассоциация *Sphagnum papillo-rufescens*. (Фот. Р. И. Аболина).

развивается обильно *Sphagnum fuscum*, в конце концов образующий сплошной весьма густой, плотный и очень толстый ковер. Так как этот вид сфагнума отличается очень быстрым ростом, то сосна на этом ковре влачит жалкое существование. Произрастая рассеянно, она имеет форму маленького карликового деревца, представляя собою низкорослую *f. Litwinowii*, возвышающуюся над поверх-

ностью сфагнового ковра на 50—100 см. Эта ассоциация может быть названа *Sphagnetum nano-pinosum*. Из травянисто-кустарниковой растительности приходится отметить почти все те элементы, которые входят в состав пушицевой ассоциации, только рост их зна-

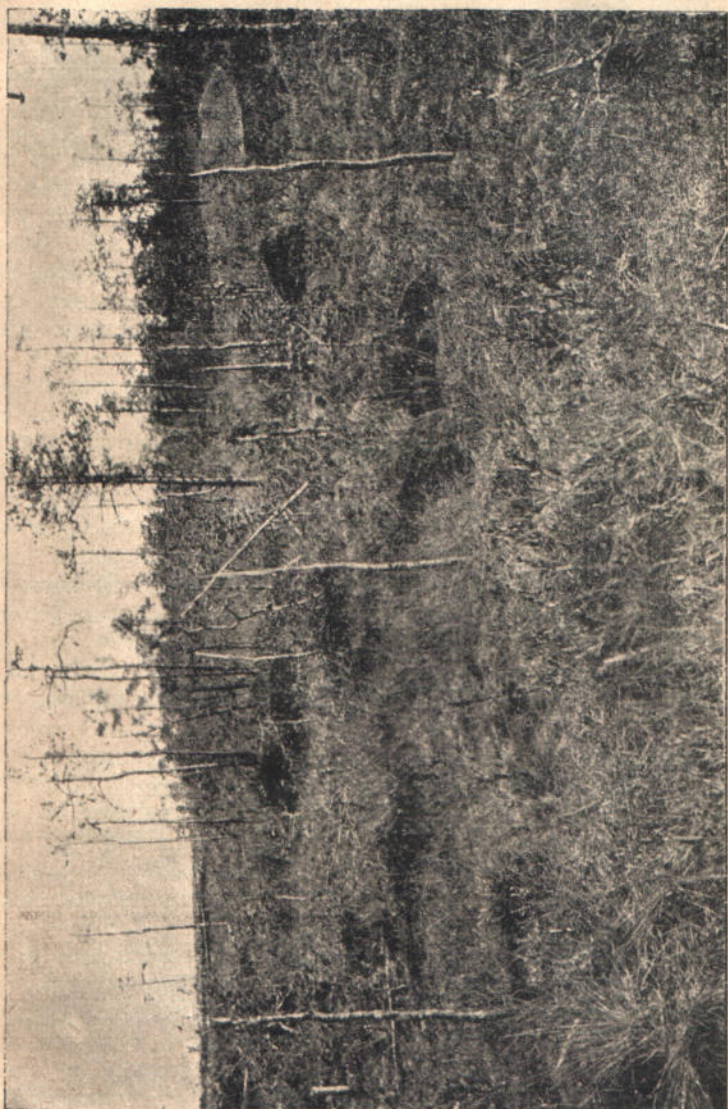
Фиг. 36. Асс. *Sphagnetum nano-pinosum*. (Фот. Г. И. Анфрева).



чительно хуже. Все те кустарнички, которые там иногда дают сплошные заросли высотой до $\frac{1}{2}$ метра, здесь выставляют из мха одни лишь коротенькие верхушечки и концы ветвей. Как не наблю-

давшиеся в предыдущей ассоциации элементы можно отметить вереск (*Calluna vulgaris*) и морошку (*Rubus Chamaemorus*).

В тех случаях, когда площадь пушицевой ассоциации обсеменяется сосной б. или м. быстро, и последняя, иногда в силу еще



Фиг. 37. Переходная ассоциация между *Sphagnetum palu-rinosum* и *Sph. magno-rinosum*.
(Фот. Г. И. Ануфриева)

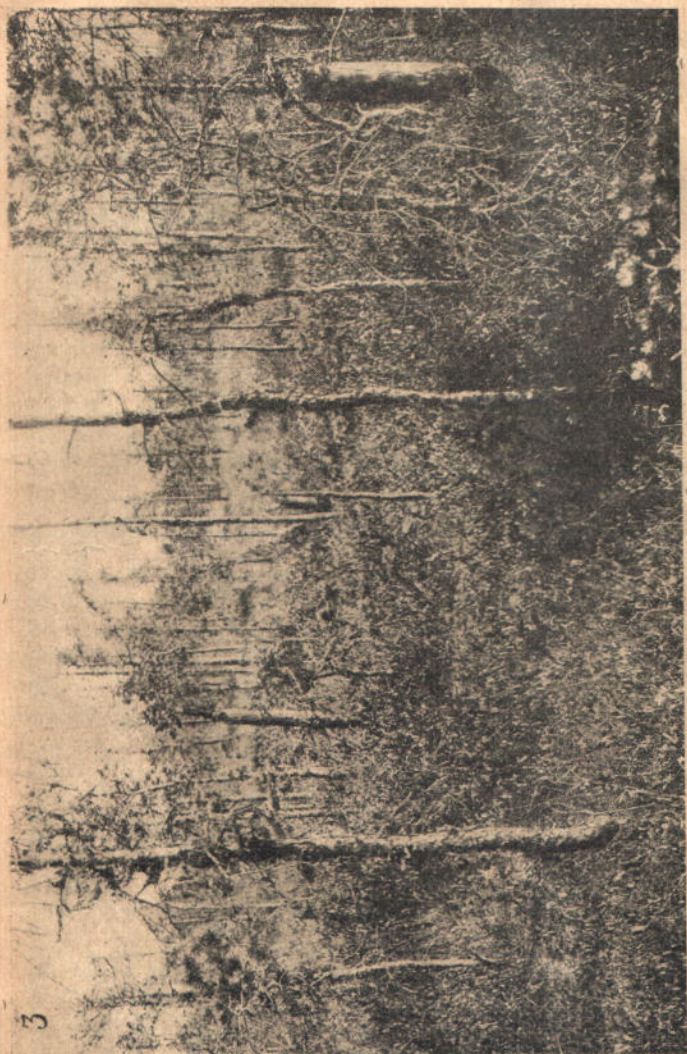
довольно большой питательности почвы, получает б. или м. значительное развитие, образуя довольно высокий, той или иной густоты ярус, развитие болота выливается в ассоциацию *Sphagnetum*

magno-pinosum. Здесь сосна, хотя растет б. ч. и в виде той же *f. Litwinowii*, но высота ее достигает $1\frac{1}{2}$ —6 м., чаще же 3—4. Состав остальной растительности здесь очень близок к предыдущей; к нему чаще всего здесь прибавляются голубика и *Empertum nigrum*.

По мнению Р. И. Аболина эта ассоциация может только существовать при некоторой сомкнутости полога соснового яруса, как только же начнется осветление этой ассоциации, что неминуемо и происходит при прогрессивном росте болота и ухудшения роста сосны, то *Sphagnum medium*, обычный спутник этой ассоциации, уступает место еще менее требовательному *Sph. fuscum*, не выносящему зато затенения. Если только до поры до времени не произойдет новое смыкание, сгущение древесного полога, то площадь скоро будет окончательно завоевана *Sph. fuscum*, на ковре которого хороший рост сосны невозможен. Таким образом, болото в процессе развития опять таки, хотя несколько иным путем, приходит к ассоциации *Sphagnetum nana-pinosum*. Последняя ассоциация, таким образом, при нормальных условиях средней влажности, является как бы заключительной ассоциацией развития болота, конечно, если не считать те частные случаи, возможные лишь при наличии особых условий, благоприятствующих осушке мохового ковра, когда мы, благодаря этому, наблюдаем развитие настоящего соснового леса на торфянике—*Pinetum sphagnosum*. Дальнейшая смена ассоциации *Sphagnetum nano-pinosum* какой-либо иной ассоциацией не наблюдается, так как обычно нет экологически более приспособленного к подобным условиям вида сфагнума, нежели *Sph. fuscum*. В силу этого, эта ассоциация при средних условиях влажности может существовать неопределенно долгое время.

Таков нормальный ход развития болота большей части северной и северо-западной частей РСФСР. Однако иногда наблюдается ход смены этих ассоциаций в иной последовательности. А именно, первоначальная ассоциация *Sph. scheuchzeriosum* переходит в ассоциацию *Sph. nano-pinosum*, эта последняя в *Sph. magno-pinosum*, и, наконец, все завершается ассоциацией *Pinetum sphagnosum*, т. е. уже сосновым лесом по сфагновому болоту. Весь ход этот является как результат последовательного роста болота вверх, последовательного его осушения. Для России, следуя западно-европейским ученым, эту последовательность развивал, напр., А. Ф. Флеров; в последнее время ее поддерживал также для Псковских болот М. М. Юрьев. Исследуя ранее болота в Новгородской губ., мне также казалась эта схема применимой для тех болот. Однако, узнав ближе Псковские болота, нельзя не признать в общем правильности выше данной схемы Аболина. Повидимому в одних случаях имеет место ход развития сфагнового болота по схеме Аболина, в других—по схеме западно-европейских ученых. Я склонен думать, что когда болото не велико, когда при том его выпуклость или вообще подъем значителен, когда, таким образом, и в центральной части болота нет условий для особенного застаивания

воды, тогда мы действительно имеем последовательное осушение болота и смену ассоциаций с заключительным звеном *Pinetum sphagnosum*. Когда же болото значительных размеров, когда лишь его периферические части имеют значительные скаты, а средняя



Фиг. 38. Ассоциация, переходная между асс. *Sphagnetum nano-pinosum* и *Sph. magno-pinosum*. (Фот. Г. И. Ануфриева).

часть б. или м. плоска, тогда создаются условия для большей влажности в центральной части болота, и заключительной ассоциацией является ассоциация *Sphagnetum nano-pinosum*.

Но в Северо-Западной области, где болота занимают иногда сотни тысяч десятин, простираясь без перерыва на десятки верст,

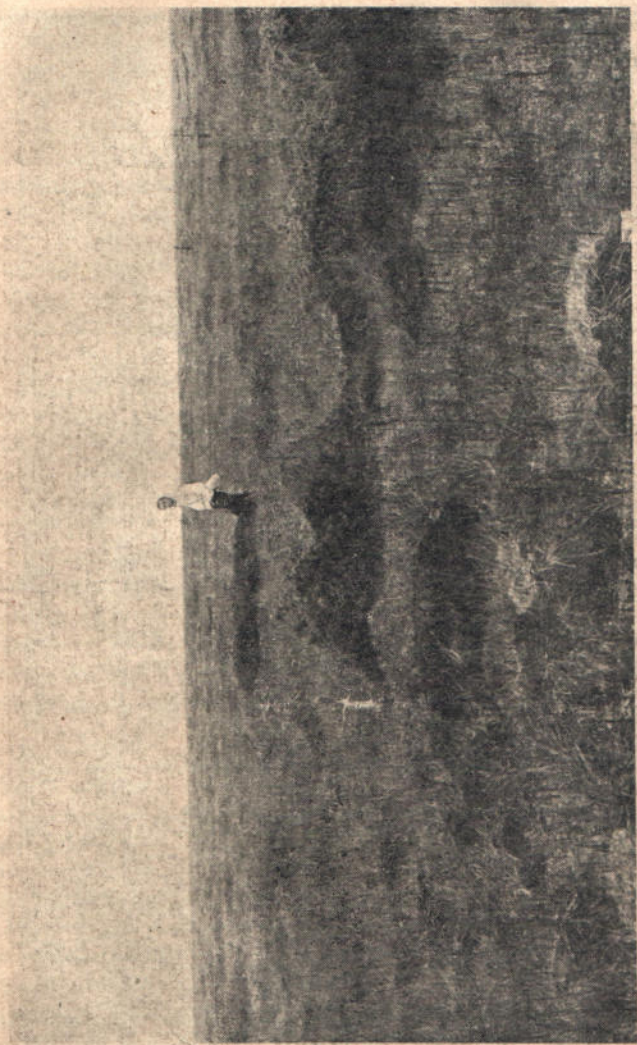
там мы встречаемся еще с ассоциацией, являющейся как-бы дальнейшим звеном в развитии ассоциации *Sphagnetum nano-pinosum*, Эта ассоциация, которой можно дать название *Sphagnetum pumilo-pinosum*, была пока описана только в немногих местах этой области.



Фиг. 39. Асс. *Sphagnetum magno-pinosum*. (Фот. Г. И. Ануфриева).

Здесь почти все наиболее старые части болота, где мы по нормальной схеме могли бы ожидать существование *Sphagnetum*

nano-pinosum, почти сплошь заняты чрезвычайно широко распространенной, раскинувшейся на десятки тысяч десятин по площади, совершенно своеобразной ассоциацией, характеризующейся значительно большей влажностью, нежели предыдущая ассоциация, и



Фиг. 4. Комплекс ассоциаций *Sphagnetum rimulo-pinosum*. (Фот. Р. И. Аболина).

сильно расчлененным микрорельефом поверхности. Поверхность ее изобилует массой небольших, наполненных водою западин. Аболин рисует появление и развитие этой ассоциации следующим образом. Ее развитие связано с прогрессивным увеличением влажности. *Sphagnum fuscum*, господствовавший в ассоциации *Sphagnetum*

nano-pinosum, удерживает за собою господство лишь при сравнительно сухих или средне-влажных условиях. При сильной влажности на таких бедных субстратах он уступает место *Sphagnum balticum*. Внедрение последнего в сфагновый ковер начинается по



Фиг. 41. Сосна (*Pinus silvestris* L. f. *rimpli* Abol.), в компа.-ассоц. *Sphagnetum rimpli-rimoshii*. Из сфагнума выставляются только концы ветвей. (Фот. Р. И. Аболдина).

случайным наиболее мокрым западинам и понижениям. Но *Sph. balticum* дает значительно меньший прирост органической массы. В силу этого начинается дальнейшая дифференцировка поверхности болота, и все первоначально чисто случайные понижения, мало-по-

малу превращаются в той или иной величины и глубины западины или мочажины в то время, как окружающий ковер продолжает нарастать с прежней энергией. Когда эти западины отстанут в процессе накопления торфа от окружающего их ковра настолько, что на дне их появляется грунтовая вода болота, *Sphagnum balticum* в свою очередь уступает господство видам сфагнома, произрастающим на очень мокром, но обедненном торфяном субстрате или даже непосредственно в лишенной минеральных растворов воде. Такими в Псковском районе являются *Sphagnum cuspidatum* и *Sph. Dusenii*. Образуя чрезвычайно рыхлые дернины, последние два вида дают настолько незначительный прирост органической массы по сравнению с окружающим ковром *Sph. fuscum*, что в результате подобного развития болота получается дифференцировка поверхности на повышенные сухие бугры или холмики и на лежащие между ними очень мокрые, топкие канавки, ложбины, или мочажины. Последние весьма часто являются вытянутыми в одном определенном направлении и располагаются в длинные параллельные ряды, сливаясь концами по линии большей оси и образуя таким образом сплошные канавы, разделенные одна от другой лежащей между ними высокой сухой грядой.

Такая ассоциация, носящая комплексный характер, по мнению А болина, может развиваться и непосредственно из других сфагновых ассоциаций: *Sph. nano-pinosum*, *Sph. magno-pinosum* и даже *Sph. scheuchzeriosum*, если влажность и химизм последней допускают появление *Sph. fuscum* на повышениях, но не допускает этим возвышенным местам слиться в сплошной ковер.

Растительность на буграх этой ассоциации очень сходна с ассоциацией *Sphagnetum nano-pinosum*, но здесь характерно появление на буграх в связи с еще большим обеднением почвы и большей постоянной влажностью той замечательной формы сосны, которая была выше описана под именем *P. silvestris f. pumila Abolin*. На ряду с этой формой сосны здесь же иногда мы находим отдельные деревья обычной карликовой сосенки, свойственной ассоциации *Sph. nano-pinosum*, но эти единичные карликовые деревья мало нарушают эту своеобразную картину моховой равнины, раскинувшейся нередко на целые версты, даже десятки верст, и напоминающей, по выражению А болина, изрытую волнами поверхность моря. Из травянистых и кустарниковых форм на буграх встречаются почти исключительно пушица — *Eriophorum vaginatum*, морощка — *Rubus-Chamaemorus*, росянка — *Drosera rotundifolia*, клюква — *Oxycoccus palustris*, осока малоцветковая — *Carex pauciflora*, вереск — *Calluna vulgaris*, багульник — *Ledum palustre*, *Cassandra calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Betula nana* и др. Под густыми куртинками сосны нередко развиваются дернинки лесных мхов, как-то: *Hypnum Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum undulatum*. Из сфагнумов в образовании ковра некоторое, хотя в общем слабое участие принимает *Sphagnum rubellum*, главная же, господствующая роль принадлежит *Sph.*

fuscum, образующему очень толстый и густой плотный, упругий ковер. Бока бугров и другие б. или м. влажные места заняты значительно более рыхлым ковром, образуемым *Sphagnum medium* и *Sph. balticum*. Там, где в силу увеличивающейся влажности энергия роста *Sph. fuscum* ослабляется, в ковер внедряются лишайники: *Cladonia*, *Cetraria hyascens* и *C. islandica*, а также мелкие печеночники: *Haplozia anomala* и *Cephalozia fluitans*. Перечисленные виды лишайников и печеночников действуют на ослабленную дернину *Sph. fuscum* разрушающе и этим вызывают новое увеличение площади мочажин. Эти пониженья сплошь покрыты *Scheuchzeria palustris*, другая высшая растительность отсутствует и лишь в виде примеси растут *Carex limosa* и *Rhynchospora alba*, т. е. здесь мы имеем маленькие клочки ассоциации *Sphagnetum scheuchzeriosum*. Иногда эти мочажины так глубоки, что заполняются водою, имея открытую водную поверхность.

Здесь, следовательно, мы имеем дело с тем явлением, которое многие иностранные авторы называют „Schlenken“¹⁾, т. е. богатые водою местные депрессии моховой поверхности. В одних случаях это приводит лишь к слабым понижениям, покрытым пушицею, в других—к несколько более сильно развитым понижениям с *Scheuchzeria palustris*, а при еще большем их развитии получается открытая водная поверхность. Другие авторы называют их „Kolken“ („Kolkmoore“), считая оба эти термина за синонимы²⁾. Но Пост, Сернадер и Потонье³⁾ эти два понятия различают, удерживая за „Schlenken“ то значение, какое мною выше указано, под именем же „Kolken“ имеют в виду более глубокие прудики воды на болоте.

Эти понижения (Schlenken) представляют собою, таким образом, не остатки от прежних водоемов, как раньше некоторые думали, а, напротив, новообразование на поверхности мохового болота. В одних случаях такие „Schlenken“ с открытой водной поверхностью разрастаются, размывая берега, в других же случаях (когда они малы) снова затягиваются мхом, проходя постепенно следующие стадии: открытая водная поверхность, *Sphag. scheuchzeriosum*, *Sph. vagino-eriphorosum* и *Sph. nano-pinusum*.

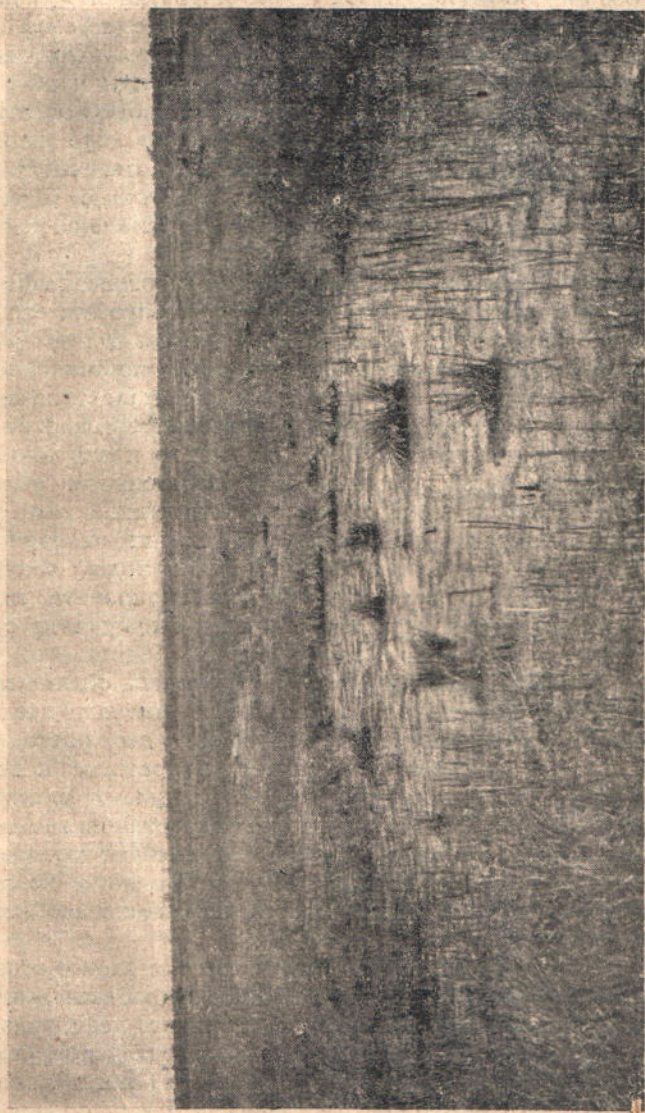
Для этих понятий Schlenken и Kolken, может быть, было бы удобным за первыми удержать название мочажины, за вторыми—озерки. Такие вторичные мочажины и озерки могут появиться на сфагновом болоте не только благодаря указанному выше покрытию сфагнома печеночниками и лишайниками и в силу этого замедлению роста сфагнома и понижению поверхности болота в этом месте, но и в силу других причин, прежде всего в силу неравномерного уплотнения торфа, что может вызываться разными

¹⁾ L. v. Post und R. Sernander. Pflanzenphysiognomische Studien auf Torfmoore in Närke. 1910.

²⁾ Cajander. Studien über die Moore Finlands.—„Acta Forestalia fennica“. Nidos. 2. 1913.

³⁾ Potonié, 1912, l. c.

причинами, частью гидрологическими, частью биологическими, т. е. наличием пней сосны, остатков тех или других видов растений и т. п.



Фиг. 42. Мочажина в комплексе ассоциаций *Sphagnetum rumicó-rinosum*. (Фот. Г. И. Алуффрива).

Далее такие озера могут возникать в силу местного выгорания торфа, а иногда, повидимому, благодаря прорыву толщи торфяника ключами и изливанию ими на поверхность воды. Более подробно

об этом см. статьи М. М. Юрьева¹⁾ и Я. Я. Гетманова²⁾. Последний, называя эти вторичные мочажины и озерки окнищами, что нельзя назвать удачным, так как окнищами обычно называют остаточные озерки, образовавшиеся после наростания сплавины на поверхность водоема, приписывает им происхождение, как результат движения воды и газов снизу вверх в болоте и выхода их на поверхность торфяника, где газы отравляют сфагнум и он умирает. Он также указывает, что такие мочажины могут быть остатками от ассоциации *Sphagnetum scheuchzeriosum*, от ее еще первичного образования. На выходы газов указывает и П. Томсон³⁾. Во всяком случае, повидимому, эти любопытные вторичные мочажины и озерки могут иметь разное происхождение и их дальнейшее изучение очень желательно.

Спрашивается чем же обуславливается прогрессивное увеличение влажности болота, по крайней мере, в некоторых его частях, приводящее к развитию ассоциаций *Sphagnetum pumilo-pinosum*. Быть может в этом явлении и играет роль постепенное ухудшение у нас климата, на что есть уже не мало указаний, но и помимо этого, вероятно, местами увеличение влажности может происходить в нашем климате. Как совершенно правильно думает Аболин, причина этому кроется в прогрессивном ухудшении условий естественного дренажа по мере расширения болота и заболачивания первоначальных водостоков. В наших условиях количество выпадающей на болото атмосферной воды значительно больше того, что болото в состоянии транспирировать в воздух путем испарения. Излишек этой воды должен быть удален с болота путем естественного дренажа. Пока площадь болота еще не особенно велика, естественный дренаж, в виду выпуклой поверхности сфагнового болота, еще довольно облегчен. Там же, где болото занимает значительную площадь, в процессе его роста, в виду происходящего заболачивания естественных водостоков и все большего и большего отступления вершин последних от центральных частей болота, условия естественного дренажа становятся все хуже и хуже. В виду этого, на таких болотах происходит прогрессивное увеличение общего водного баланса, чем и объясняется возрастание влажности и образование в конце концов комплекса ассоциации — *Sphagnetum pumilo-pinosum*.

Образовавшиеся вышеописанные в этом комплексе ассоциаций озерки могут расширяться, нередко достигая довольно значительных размеров. Тогда уже на сцену выступает непосредственное размывание берегов волнением, которое при этих условиях, в силу равнинности местности и открытого положения, всегда очень значительно. Отдельные озерки могут сливаться между собою и в ре-

¹⁾ Юрьев, М. М. и Полюнов, Б. Б. Лахтинская впадина. Изв. Науч. меиор. Инст. 8—9. 1925.

²⁾ Гетманов, Я. Я. К вопросу об эволюции лугов и болот. Ленингр. 1925.

³⁾ Thomson, P. „Der Einfluss der Gaseruptionen auf die Oberflächenformen der Hochmoore“. Botanisches Archiv. 8 (1—2). 1924.

зультате этого явления в центре обширного мохового болота мы нередко можем встретить той или иной величины вторичные водораздельные озера. Продолжающийся рост сфагновой поверхности рядом с таким озером, повышает уровень болот над озером, поэтому ближайшие к озеру места дренируются и более осушаются. Это вызывает в окрестности озера лучший рост сосны. В виду этого часто среди обширных болот с карликовой сосной (напр., в так назыв., Восточном болотном районе Псковской губ.) появляются оазисы сосновых лесков, окружающих такие вторичные озера. Лучший рост сосны в этих местах вовсе не связан с близким подходом к поверхности минерального грунта, а обязан лишь отдаче воды из субстрата в нижележащее по сравнению с поверхностью болота озеро.

Такой комплекс ассоциаций со столь своеобразной сосной (*f. pumila*), в вполне типичной форме пока был констатирован и описан Аболыным лишь в Псковской и прилегающей части Новгородской губ. и Ю. Д. Цинзерлингом в южн. части Ленинградской губ. Далее на восток, как отмечает В. С. Докторовский, эта ассоциация не встречается. Но



Фиг. 43. Размывание берега вторичным озером на сфагновом болоте (оз. Лунево, Пск. г. Порховск. у.).

Но комплексы ассоциаций на болотах вообще широко распространены, при чем чаще мочажины чередуются с участками, занятыми ассоциацией *Sphagnetum nano-pinosum* или *Sph. magno-pinosum*. Повидимому они, как и описанный комплекс *Sphagnetum pumilo-pinosum* представляют собою устойчивое явление на болотах, в своем генезисе и эволюции много имеющее общего с этим последним.

Вышеописанными ассоциациями сфагнового болота не исчерпывается их разнообразие. Так, в Сибири в связи с появлением других древесных пород развиваются и другие ассоциации, напр., ассоциация с лиственницей по сфагновому ковру, или с кедром обыкновенным (*Pinus sibirica*), или с карликовым (*Pinus pumila*).

У нас встречаются ассоциации, где на сфагновом ковре растет береза (*Sphagnetum betulosum*) или *Rhynchospora alba* почти чистыми зарослями (*Sphagnetum rhynchosporosum*) и т. п. Они все же в эво-

люции наших болот играют меньшую роль, чем вышеописанные. На них мы не будем останавливаться подробнее.

Присматриваясь к высшей растительности в этих ассоциациях, можно видеть, что эта растительность не резко разграничена в отдельных ассоциациях, что можно составить в этом отношении интересный экологический ряд, где, по мере изменения условий существования, а вместе с ними и ассоциаций, меняется последовательно состав травянистых и кустарных форм, свойственных этим ассоциациям. Так, А. Р. Какс для южной части восточного болотного района Псковской губ. составил следующую таблицу, рисующую такой экологический ряд:

	Sphag- netum betulo- carico- sum.	Sphagne- tum cari- cosum.	Sphagne- tum scheuch- zerio- sum.	Sphag- netum vagiño- erio-pho- rosum.	Sphag- netum nano- pinosum.	Sphag- netum magno- pinosum	Pinetum sphagno- sum.
Betula pubes- cens	sp.—cop.	sol.	—	—	—	—	—
Carex lasio- carpa . . .	cop.—soc.	sp.—cop.	—	—	—	—	—
Carex limosa .	sol.	sp.	sp.—cop.	sol.	—	—	—
Scheuchzeria palustris . .	sol.	sp.	sp.—cop.	sol.	—	—	—
Oxycoccus pa- lustris . . .	sp.—cop.	sol.	sol.	cop.	cop.	sp.—cop.	sol.—sp.
Eriophorum va- ginatum . .	—	—	—	soc.	cop.—soc.	sp.	sol.
Andromeda po- lifolia . . .	—	—	—	sp.	sp.—cop.	sp.	sol.
Ledum palustre	—	—	—	sol.	sol.—sp.	sp.—cop.	sol.—sp.
Cassandra cal- lyculata . .	—	—	—	sol.—sp.	sp.	sp.—cop.	cop.
Empetrum nig- rum	—	—	—	—	sol.—gr.	sp.	—
Calluna vulga- ris	—	—	—	—	sol.—sp.	sp.—cop.	sol.
Pinus sylve- stris	—	—	—	sol.	sp.	cop.—soc	soc.
Vaccinium uliginosum .	—	—	—	—	—	sol.—sp.	sp.—cop.
V. Vitis idaea.	—	—	—	—	—	sol.	sol.—sp.
V. Myrtillus.	—	—	—	—	—	sol.	sp.—cop.

Бросая теперь общий взгляд на развитие болот, мы видим, что какого бы ни было происхождения болото, оно стремится превратиться в сфагновое, и в пределах последнего при малых размерах болота заключительной ассоциацией является *Pinetum sphagnosum*, а при значительных — *Sphagnetum nano-pinosum* или же

комплекс, *Sphagnetum pumilo-pinosum*. Этот ход развития болот можно представить в виде нижеследующих схем, которые в то же время изображают также наглядно схему строения наших болот.

Конечно, на эти схемы можно смотреть, именно, как на схемы. В отдельных частных случаях возможны то большие, то меньшие отклонения, которые при их анализе оказываются по существу не противоречащими самой идее схемы и лишь подтверждающими причины той или другой смены ассоциаций. На таких частных случаях сейчас нет смысла останавливаться, и лишь для примера приведу строение Толполовского торфяника Детскосельского у. Ленинградской губ., пользуясь исследованиями Г. И. Ануфриева. Профиля настолько ясны, что особых пояснений не требуют, отмечу лишь только, что в отдельном профиле (фиг. 47) представлен сравнительно редкий случай, когда, во-первых, пограничный горизонт лежит на торфе переходного характера, а во-вторых, выше пограничного горизонта имеем слои, резко различающиеся по разложению торфа. Это объясняется тем, что этот детальный разрез наблюдается в карьере близ окраины болота, где влияние человека в смысле осушки, пожара и проч. было весьма значительно.

В отношении строения русских болот пока еще мало изучены. Сюда относятся главным образом работы В. С. Доктуровского, Д. А. Герасимова и В. В. Кудряшева о болотах Средней России, Полесья и северо-запад. края, работы Р. И. Аболина, А. Р. Какса, М. М. Юрьева и С. М. Филатова о Псковских болотах, Е. Лавренко о болотах Харьковской губ., автора настоящей книги о некоторых болотах сев. зап. края и Курской губ. и работы др. авторов об отдельных болотах, по преимуществу, северной половины России¹⁾. В последнее время хорошо изучено строение болот Ленинградской губ. Г. И. Ануфриевым, работы которого пока большею частью еще не опубликованы. Весьма обстоятельными работами вообще и о стратиграфии болот в частности, являются работы Д. А. Герасимова, который дал описание ряда болот центрального района Европейской части СССР. (Шатурское болото, болото „Галицкий мох“ Тверской губ., болота в Медыньском уезде Калужской губ. близ ст. Износка и др.).















Особенно заслуживают быть указаны, как образцово исследованные болота — „Шатурское болото“²⁾ „Галицкий мох“³⁾, и Толполовское болото Детскосельского у. Ленинградской губ.⁴⁾.

¹⁾ См. „Материалы по изучению торфяников России“. Приложен. к „Вестнику Торфяного Дела“. 1922. № 1—2. Этот труд под редакцией В. С. Доктуровского содержит много данных о торфяниках России, полученных рядом авторов.

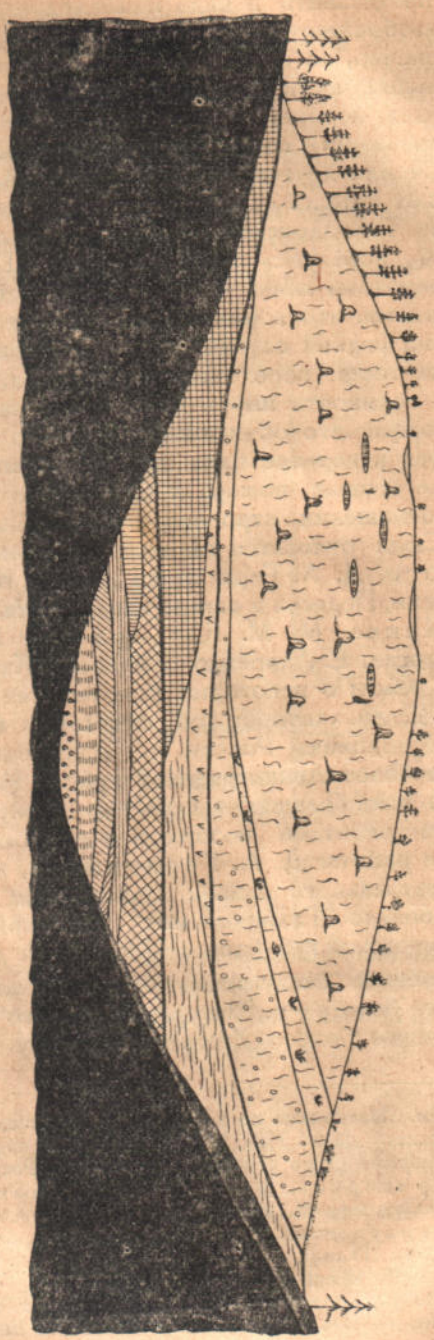
²⁾ Григорьев, М. Д. и Герасимов, Д. А. Шатурская болотная система. I. Отд. изд. М. 1921.

³⁾ Герасимов, Д. А. Растительность, строение и история развития торфяного болота „Галицкий мох“ при ст. Редкино Николаевской ж. д. Тр. Опыт. Торф. Ст. 1923. Москва.

⁴⁾ Ануфриев, Г. И. Очерк строения и истории развития Толполовского болота. — Изв. Сапропелевого Комитета. Вып. II. 1925. Ленинград.

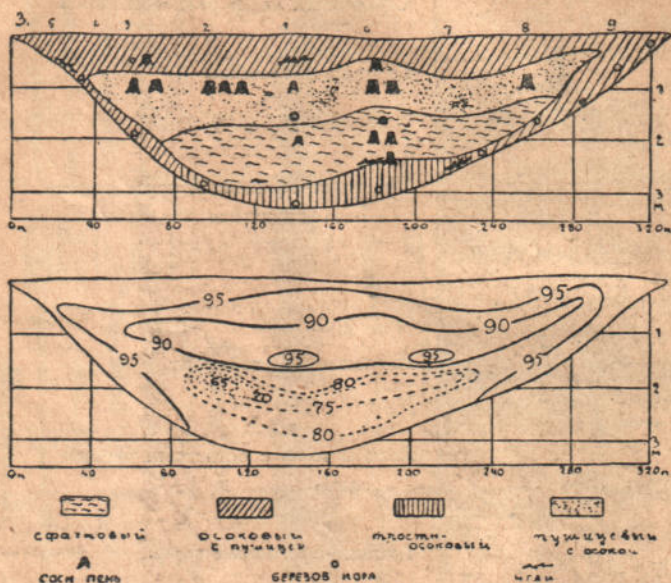
- | | | | | | |
|---|----------------------|---|------------------|---|---------------------------------------|
|  | Пресноводный мергель |  | Камышевый торф |  | Гипновый торф. |
|  | Сапропелит |  | Хвоиный торф. |  | Шейцериново-сфагнов. торф. |
|  | Сапропелевый торф. |  | Осоковый торф. |  | Пушицево-сфагновый торф. |
|  | Тростниковый торф. |  | Осоконовый торф. |  | Сфагн. торф с пнями осины. |
| | |  | Лесной торф. |  | Отложение мочажки на сфагновом ковре. |

Фиг. 44. Схема строения болота, образовавшегося зарастанием озера.



- b) Более старый лесной торф (*Bruchwaldtorf*). Климат более теплый и сухой, чем теперь.
- c) Более старый моховой торф. Климат влажнее и холоднее, чем теперь.
- d) Более молодой лесной торф. Климат близок к настоящему.
- e) Более молодой моховой торф. Климат снова влажнее.
- f) Современный лесной торф.

В этот вопрос много интересного внес Л. фон-Пост который в своих воззрениях примыкает к Сернандеру.



Фиг. 48. Верхний рисунок изображает профиль „обращенного“ торфяника в Звенигородск. у. Московской губ. Нижний—распределение „изоторф“ (линией равной разложения торфа) на этом же профиле. (по В. В. Кудряшеву).

В своей работе ¹⁾ о двойном расчленении сфагновой толщи в шведских торфяниках, он прежде всего описывает строение одного торфяника (*Hellweger Moor*) близ Бремена, где он под руководством самого Вебера мог ознакомиться с типичной картиной расчленения толщи сфагнового торфа на более молодой и старый слои, разделенные пограничным горизонтом.

Знакомство с этим торфяником дало ему возможность, после этого легко установить подобное расчленение сфагнового торфа и в Швеции, которое было подтверждено и самим Вебером во время его поездки по южной Швеции с Л. фон-Постом. Последним

¹⁾ L. von Post. Ueber stratigraphische Zweigliederung schwedischer Hochmoore—„Sveriges geologiska undersökning“. Ser. C. № 248. 1913.

изучено несколько торфяников с подобным строением; особенно же подробному исследованию подвергнут был торфяник в провинции (*Nürke Nycklmoosen*), которое привело к заключению автора, что развитие этого торфяника согласуется во всем существенном с выводами Вебера относительно торфяников северо-западной Германии.



Живая растительность.

Молодой сфагновый торф.

Пограничный горизонт.

Старый сфагновый торф.

Древесный торф переходного болота.

Тростниковый и осоковый торф.

Сапропелит.

Дно.

Фиг. 49. Разрез торфяника с пограничным горизонтом. (Из В. Берша).

Интересно, однако, что в восточной Пруссии ни Вебер ¹⁾, ни Гросс ²⁾ не констатировали пограничного горизонта. По-

¹⁾ Weber, C. A. Ueber die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstmal. 1912

²⁾ Gross. Ostpreussische Moore mit besonderer Berücksichtigung ihrer Vegetation. 1912.

тонье ¹⁾), несмотря на тщательные поиски, только однажды нашел торфяник с пограничным горизонтом. Вебер это объясняет тем, что вся толща сфагнового торфа восточно-пруссских торфяников соответствует по возрасту более молодому сфагновому торфу в северо-западной Германии, на что указывают частью стратиграфия болот, частью морфологические особенности сфагнового торфа.

В. В. Кудряшев ²⁾ склонен это объяснить несовершенством метода обнаружения пограничного горизонта, примененного в восточно-пруссских болотах.

Итак, если в настоящее время существование пограничного горизонта достоверно доказано в Зальцбурге, Голландии, Северной Германии и южной Швеции, то естественным является ожидать, что и в России, по крайней мере, в местностях, тяготеющих к Балтийскому морю, должен быть обнаружен этот горизонт. Однако, до сравнительно недавнего времени пограничный горизонт не был известен в России.

Это объяснялось тем, что наши торфяники, в особенности в отношении их строения, были еще очень мало изучены. Ныне в окрестностях Ленинграда могут быть указаны места, где толща сфагнового торфа распадается на два слоя: более молодой и более старый торф. Такое строение имеет, так называемый, Шуваловский торфяник, лежащий к востоку от ст. Парголово Финлянд. ж. д. ³⁾.

Искусственный разрез торфяника у торфяного завода на западной окраине этого болота обнаруживает, начиная сверху, следующие слои:

1. 130 см. Более молодой сфагновый торф, мало разложившийся, с нередкими тонкими линзами более темного сильно разложившегося торфа, отложения вышеописанных мочажинок. Остатки пушицы, *Eriophorum vaginatum*, встречаются изредка. Пней сосны мало и эти пни не велики, указывая, что сосна во время отложения этого торфа не была толще 3—4 см., т. е. такая же, какая теперь растет на поверхности торфяника.

2. 20 см. Пограничный горизонт, очень резко отграниченный от верхнего и постепенно переходящий в нижеследующий слой. Часты остатки *Eriophorum vaginatum*. Не редки большие пни и целые стволы сосны (диаметром до 35 см.). Корневая шейка пня соответствует как раз этому горизонту, конусовидно-заостренная верхушка вдается в вышеследующий слой, корни же уходят в ниже лежащий горизонт. Боковые корни сильные, толстые. У большинства пней сохранился стержневой корень, который хотя и не имел

¹⁾ Potonié. Das Auftreten zweier Grenzhorizonte innerhalb eines und desselben Hochmoorprofils. „Jahrb. Kgl. geolog. Landesanst.“. XXIX. II, 2. 1909.

²⁾ Кудряшев, В. В. „К вопросу о пограничном горизонте средне-русских торфяников“. Вестник Торф. Дела. V. 1920. № 4.

³⁾ Сукачев. В. Н. „О пограничном горизонте торфяников в связи с вопросом о колебании климата в послеледниковое время“. „Почвоведение“. 1914. № 1—2. Здесь же указана литература по пограничному горизонту торфяников.

такой длины, какая бывает на сухих почвах, но все же достигал 30 см., углубляясь отвесно и часто ветвясь. Весь слой сильно разложился, от темнокоричневого до почти черного цвета, весь пронизан вертикальными, тонкими ходами от корней растительности, заходящими и в нижележащий слой.

3. 70 см. Более старый сфагновый слой, без древесных остатков, сильнее разложился и более темной окраски. Пучки влагалищ пушицы, *Eriophorum vaginatum*, изредка разбросаны.



Фиг. 50. Схема строения Шуваловского торфяника у торфяного завода.

4. 40 см. Чистый гипновый торф без древесных остатков.
5. 12—15 см. Тростниковый торф. Почти целиком состоит из плотно слежавшихся стеблей, листьев и корневищ тростника, *Phragmites communis*.
6. 10—12 см. Осоково-гипновый торф с ветвями ольхи и березы.
7. Нетолстый слой песка.
8. Глина.

Такое строение торфяник имеет на всем протяжении, где ведется разработка; лишь несколько меняется мощность отдельных

слоев. Расчленение сфагновой толщи на два горизонта и пограничный горизонт с пнями прекрасно видно уже издалека.

На основании этого разреза можно сделать следующий вывод. Весь характер пограничного горизонта и нижеследующего за ним говорит за то, что в развитии сфагнового торфа происходил перерыв, во время которого поверхность торфяника сильно высохла, заселилась соснами, которые росли здесь почти так же хорошо, как теперь на суше при средних условиях, ничего общего не имея в характере роста с той корявой сосной, которая ныне растет на этом болоте.

После Шуваловского торфяника пограничный горизонт был констатирован в ряде других мест. Так, М. М. Юрьев наблюдал пограничный горизонт в разрезе торфяника „Гладкое“ близ платформы „Проба“ Ириновской ж. д., а также на Ириновском болоте близ платформы „Торфяная“ той же железной дороги. Г. И. Ануфриев¹⁾ обнаружил его во многих других торфяниках окр. Ленинграда. То же, по словам Ф. Н. Дингельштедта, наблюдается и по Свири. Р. И. Аболин в Восточном болотном районе Псковской губ. также отмечает пограничный горизонт. Мною он наблюдался на болоте близ ст. Шимск, Новгородск. губ.

Наконец в последнее время он найден Доктуровским, Кудряшевым, Герасимовым, Кацем и др. во многих губерниях средней России²⁾ (Тверской, Московской, Владимирской, Рязанской, Иваново - Вознесенской, Калужской, Могилевской губ. и др.).

Интересен метод, описанный В. С. Доктуровским и В. В. Кудряшевым, для изучения пограничного горизонта. Определяя степень разложения сфагнового торфа по мере углубления вниз, этот пограничный горизонт выделяется своей сильной разложенностью. Если изобразить графически ход кривой разложения торфа, откладывая на оси ординат глубину, а на оси абсцисс степень разложения, то на месте пограничного горизонта мы получим скачек вправо, который указывает на перерыв в процессе торфообразования, когда тогдашние поверхностные слои подверглись

1) Ануфриев, Г. И. Основные черты строения торфяников Петроградского края. Дневник 1-го Всерос. съезда ботаников в Петр. 1921. Стр. 84.

2) Доктуровский, В. С. „О некоторых особенностях строения болот средней России“. Работы Торф. Академии. Вып. I. Москва. 1920.

Кудряшев, В. В. „К вопросу о пограничном горизонте средне-русских торфяников“. Вестн. Торф. дела. 1920. № 4.

Доктуровский, В. С. „К истории образования и развития торфяников России“. „Торф. Дело“. 1924. № 2.

Doktrowsky, W. S. „Ueber die Stratigraphie der Russischen Torfmoore. „Geol. Fören. Förhandl.“ Bd. 47. H. 1. 1925. Stokholm.

большому разложению. Ниже же опять идет слой торфа менее разложившийся, ибо он был менее доступен действию атмосферных агентов. В. В. Кудряшев дает интересные кривые, иллюстрирующие наличие пограничного горизонта. Им же разработан простой и удобный способ определения степени разложения торфа путем отмучивания (см. выше).



Фиг. 51. Разрез Шуваловского торфяника у торфяного завода. По линии а — а¹ пограничный горизонт. (Фот. М. М. Юрева).

Таким образом, перерыв в развитии торфяников, приведший к образованию пограничного горизонта, имеет и у нас место не только на Шуваловском торфянике, но на многих других болотах. Нужно поэтому думать, что причина, вызвавшая это явление, не была местной, а общей.

Принимая во внимание это расчленение толщи сфагнового торфа на 2 горизонта, Вебер дает следующую общую схему строения северо-германских торфяников (при 7 м. общей мощности торфяника ¹⁾).

¹⁾ Weber, C. A. „Was lehrt der Aufbau der Moore Norddeutschlands über Wechsel des Klimas in postglazialer Zeit“. Zeitschrift d. deutsch. geolog. Ges. 62. H. 2. 1910.

Олиготрофное торфо-образование	1. Молодой сфагновый торф	Полуназемное образование.	
	Шейхцериёво сфагновый торф	Тельматическое или полуназемное образование.	
	2. Пограничный горизонт	Наземное образован.	
Мезотрофное торфо-образование	3. Старый сфагновый торф	Полуназемное образование.	
	4. Шейхцериёво-осоково или пушицево сфагновый торф	Тельматическое или полуназемное образование.	
	5. Сосново-березовый торф; вверху большею частью с одним слоем сосновых пней; внизу с 1—2 горелыми слоями	Наземное образован.	
	6. Ольшатниковый торф	Полуназемное образование.	
Евтрофное образование	7. Тростниковый торф	Тельматическое образование	Водные образования.
	8. Торфяное мудде ²⁾	Лимническое (озерное) образование.	
	9. Печеночное мудде		
	10. Известковое мудде		
	11. Глинистое мудде		
	12. Дно торфяника из делювиальной породы		

Эта схема в общем приложима и к нашим, по крайней мере, северо-западным торфяникам. Но у нас обычно слои 5 и 6 выпадают. На месте их чаще находим осоковые и гипновые слои.

Большинство авторов, работавших в этом направлении, видят в расчленении сфагновой толщи на описанные горизонты следствие колебания климата в послеледниковую эпоху, относя образование

²⁾ Мудде Вебера соответствуют вообще сапропелевым образованиям.

сфагновых слоев к более холодному и влажному климату, а пограничного горизонта к более сухому и теплему. Но в определенных времени, когда возник этот пограничный горизонт, авторы сильно расходятся, но все относят образование его к уже послеледниковому времени.

Так как пограничный горизонт наилучше изучен в странах, соседних с Балтийским морем, то для установления времени его образования удобно связать его появление с определенным моментом истории этого моря. Как известно Р. Сернандер на основании изучения скандинавских торфяников дает такую схему чередования смены климатов и растительности в связи с стадиями изменения Балтийского моря:

6. Субатлантический период — влажный и прохладный.	Бук (с юга); сосна; ольха, ель (с севера).	Литориновое море.
5. Суббореальный пер. — континентальный и теплый.	Ель, сосна, орешник. <i>древес. ель</i> <i>континент.</i>	
4. Атлантический пер. — влажный.	Дуб, орешник, осоки, тростник.	Анциловое море.
3. Бореальный пер. — континентальный и теплый.	Орешник, дуб, сосна, береза.	
2. Субарктич. пер. (умеренный).	Сосна, береза, осина.	
1. Арктический —	<i>Drugs octopetala</i> и др. арк. раст.	Иольдиевое море.

К наиболее древнему времени, именно, к концу анцилового периода (бореальному периоду Блитта—Сернандера) относит пограничный горизонт Штоллер. К этому же воззрению примыкает и Андерсон, помещая свой климатический максимум в это же время.

Вебер же полагает, что этот горизонт начал откладываться значительно позже, после середины литоринового времени. Сернандер, Л. фон-Пост и Эриксон еще ближе передвигают этот момент: они считают, что образование пограничного торфа необходимо отнести к суббореальному периоду, т. е. к периоду литоринового времени, куда археологи помещают бронзовый век. В это же время в южной Швеции и поселяется ель.

Изучая Шуваловский торфяник и исходя из того, что С. А. Яковлев относит образование глины в основании разреза

этого торфяника к иолдиевому времени, а тонкого слоя песка— к анциловому, приходится придти к заключению, что начало развития этого болота необходимо отнести не ранее, как к началу литоринового времени. Если принять во внимание, что с того времени должна была отложиться довольно мощным слоем гиттия на дне первоначального озера, озеро окончательно заторфоваться, и болото затем расширяться почти до современных размеров, наконец должна была накопиться довольно значительная толща гипнового и более старого сфагнового торфа,—то станет ясным, что образование торфа ни в коем случае не приходится относить к концу анцилового времени и началу литоринового. Более вероятно, как утверждают Пост и Сернандер, что этот перерыв в образовании торфяника приходится приурочить к концу литоринового века, т.-е. к суббореальному периоду.

В. С. Доктуровский на основании изучения болот как озерной области, так и Средней России, подтверждает этот вывод и находит возможным для последней дать такую схему соотношений видов торфа и периодов Сернандера:

молодой сфагновый торф—субатлантический период,	
пограничный горизонт—суббореальный	”
старый сфагновый торф—атлантический	”
ольшатниково-березовый торф—бореальный	”

Что касается выяснения времени отложения пограничного горизонта в годах, то этот вопрос очень трудный.

Вольф ¹⁾ исследовал одну досчатую дорогу, погребенную в торфянике (*Bohlweg*) в Гольштинии, и пришел к заключению, что эта дорога залегает в самом низу более молодого сфагнового торфа, т.-е. на пограничном горизонте. Такое же отношение обнаруживают к стратиграфии болот и большинство известных погребенных досчатых, так называемых, римских дорог, относимых к первым векам нашей эры. Отсюда Вольф делает вывод, что молодой сфагновый торф имеет возраст 1500—1900, самое большое—2000 лет, т.-е. что образование пограничного горизонта закончилось уже после Р. X.

Вебер ²⁾ тоже погребенные римские дороги близ Гамбурга относит к пограничному горизонту.

Близкие результаты дают и другие вычисления. Так, в Австрии, в известном Лайбахском болоте найдена римская дорога с монетой изображения римского императора Тиверия Клавдия, следовательно относящаяся к 41 г. по Р. X. Так как торф сверху дороги был мощностью около 1,2 м., то следовательно прост болота вверх

¹⁾ Wolf und Stoller. Über einen vorgeschichtlichen Bohlweg in Wittmoor (Holstein) und seine Altersbeziehungen zum Moorprofil.—„Jahrbuch der Königl. Preuss. Geolog. Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin“. XXV. 2. 1905.

²⁾ См. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche. 1905. Стр. 214.

в среднем был около 7 см. в 100 лет. Некоторые другие находки в болотах (напр., трупа 8 века в болоте *Kehdinger Moor* на глубине 1 м.) дают, по Веберу, скорость прироста торфа около 8—9 см. в столетие. Е. В. Оппоков¹⁾, приводя эти данные, говорит, что это вообще наиболее вероятная скорость прироста молодого сфагнового торфа в верхнем 1 метровом слое. Если посчитать, что в среднем мощность молодого сфагнового торфа около 2 метров, то тогда окажется, что на его образование потребуется около 2500 лет. С этими вычислениями близко совпадает и хронология бронзового века, ко времени которого относят, как я отметил выше, пограничный горизонт, так как бронзовый век в Западной Европе начался лет за 1000 с небольшим до Р. Х. (См. Е. В. Оппоков, 1. с. и А. П. Павлов²⁾). Если считать, что на время образования пограничного горизонта потребуется, согласно Веберу, период около 1000 лет, то начало образования молодого сфагнового торфа, вероятно, должно совпадать с началом нашей эры.

Конечно, в силу местных причин, вызывающих колебания уровня вод в болоте, могут также иногда происходить слои сфагнового торфа, различающиеся степенью разложения. Но эти слои, имея ограниченное распространение и обычно не столь резко отличающиеся друг от друга, как пограничный горизонт от старого и молодого сфагнового торфа, трудно смешать с этими последними.

Наконец, надо иметь в виду, что и более слабые изменения климата, чем, так назыв., „ксеротермический период“, могли оставить свои следы в толще сфагнового слоя. Так, В. С. Докторовский сообщает, что по исследованиям Д. А. Герасимова в болотах Тверской губ. в верхней толще торфяников можно учесть климатические колебания в смысле Брюкнера и увидеть чередование светлых и темных прослоек торфа, что соответствует большей или меньшей разложению торфа, связанной, в свою очередь, с сухими климатическими периодами. Эти отдельные прослойки, более темные, из более разложившегося торфа могут быть ошибочно приняты за пограничный горизонт. Но все же и здесь, говорит Докторовский, пограничный горизонт заметно выделяется своими более мощными пнями, характеризующими явление уже крупного климатического масштаба.

В отличие от выше приведенного строения торфяников, бывают иногда и некоторые отступления. В качестве примера последних можно указать на строение, так наз., „обращенных“ торфяников. Так, например, Кудряшев, которому принадлежит и этот термин, дает следующее чередование слоев снизу вверх одного торфяника близ ст. Холщевки Винд. ж. д. Московской губ.

¹⁾ Оппоков, Е. В. Происхождение, строение и типы болот—торфяников, глубина и древность их. Записки по свеклосах. промысла и тепловой техники. 47. 1917. Январь—май.

²⁾ Павлов, А. П. Представление о времени в истории, археологии и геологии. Изд. Сабашниковых. Москва. 1920. Стр. 10.

„Торфяник имеет максимальную глубину 3,3 метр. На самом дне его залегает толща тростниково-осокового торфа с остатками хвоща.

Из древесных остатков здесь мы находим кору березы и сосны, что заставляет предполагать, что на месте болота рос смешанный сосново-березовый лес; то же имеет место в южном болоте. Выше залегает осоковая толща небольшой мощности, именно, до полуметра. В осоковом торфе до 20% пушицы; встречаются семена вахты.

На осоковом слое лежит сфагновый торф, мощностью в 1 метр. Это типичный старый сфагновый торф степени разложения 75—80%; зольность этих слоев также значительно выше по сравнению с зольностью сфагновых—10%. Примесь пушицы составляет 10—20%; кроме пушицы имеется незначительная примесь сосны, и в общем сфагновый торф очень чистый.

На глубине 1,75 метра сфагновое болото переходит в пушицевое. Очевидно, изменились условия жизни болота, и при том коренным образом, ибо нарушилось устойчивое равновесие, наступающее обычно при переходе торфяника в сфагновый тип.

Слой пушицевого торфа имеет в толщину около метра. Это — торф очень высокой степени разложения (А.—по Вальгрену). При отмучивании через сито с диаметром отверстий 0,24 мм. уносится водою 90-95% всей массы образчика. Пушицевые остатки составляют 80—90% всей торфяной массы; 10-20% составляют осока, сфагнум и др. остатки.

В нижних слоях пушицевого торфа находятся остатки березы. Пушицевый слой заключает в себе горизонт пней, залегающий на глубине 1 метра. Этот горизонт пней тем более характерен для этого болота, что в соседнем сфагновом болоте, отделенном полосукой суходола, он не выражен.

Самый верхний слой торфяника составляет пушицево-осоковый торф максимальной степени разложения (95%). Количество осоки составляет 70-80% (иногда меньше), остальное составляет пушица и другие примеси, как то: шейхцерия, сосна, ива, сфагнум, гипнум и т. д.

Мощность этой пушицево-осоковой толщи равна 0,7 метра. На глубине 0,5 метра часто встречаются остатки березы (кора) и угли—следы бывших пожаров“.

„Слой наиболее высокой степени разложения залегают сверху. На глубине 0,5—0,7 метра проходит изоторфа 95%, которая опоясывает почти весь профиль торфяника.

Слой пушицевого торфа очерчен довольно точно изоторфой 90%. Лишь в нижних слоях пушицевого слоя в центре профиля залегают две линзы со степенью разложения 95%.

Сфагновая толща характеризуется пониженной степенью разложения; ее очерчивают изоторфы 80-75%, а в левой части профиля имеется линза со степенью разложения 65%.

Ниже сфагновой толщи степень разложения снова повышается“.

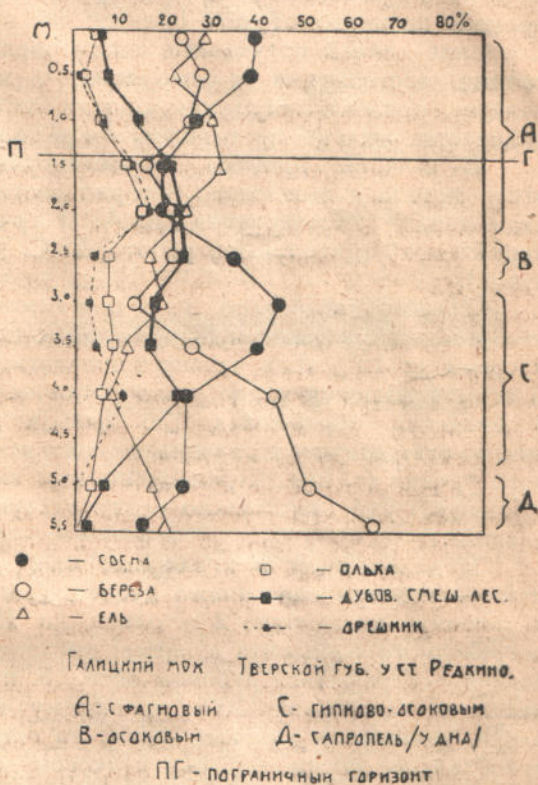
„Кривая зольности идет в общем параллельно кривой разложения торфа“.

„Такова общая картина строения, разложения и зольности торфяника. Критическая точка, знаменующая перелом в жизни этого торфяника, лежит на глубине 1,75 метра“.

Причину появления таких обращенных торфяников Кудряшев видит в бывшем во время сухого периода, когда образовался пограничный горизонт, сильном разложении торфа и обогащении верхних слоев солями, что и позволило вновь развиться зарослям осоки.

Таким образом, мы видим, что изучение строения торфяников дает чрезвычайно ценные данные для выяснения истории климата и растительности страны. Для последней имеет особенное значение изучение растительных остатков, погребенных в торфе. Так как торф представляет собою прекрасное консервирующее вещество, то части растений, росших на болоте или занесенных в него с берегов ветром, животными и др. агентами, будучи погребены в торф могут пролежать в нем тысячелетия в такой хорошей сохранности, что сохраняют свою мельчайшую структуру и могут быть с точностью определены. На основании изучения этих остатков первоначально в Швеции и в Германии, — впоследствии и в других странах, — сделаны были попытки выяснить историю развития климатов и растительности их в течение четвертичного периода.

В последнее время особое внимание привлек в этом отношении, т. н. метод анализа пыльцы, первоначально разработанный в Швеции (фон-Постом, Эрдтманом и др.), а потом использованный и в других странах, в частности и у нас В. С. Доктуровским и Д. Г. Герасимовым. Этот метод состоит в том, что во взятых образцах торфа, обычно последовательно через $\frac{1}{2}$ метра сверху вниз в торфянике, путем тщательного микроскопического



Фиг. 52. Диаграмма пыльцы в торфянике „Галицкий мох“ (по Д. А. Герасимову).

исследования, подвергают подсчету пыльцу древесных пород. Так как пыльца, почти не меняя своей формы, пролеживает в толще века и так как по ней возможно с точностью определить породу, какой она принадлежала, то это дает возможность выяснить смену пород в местности, окружающей торфяник. Обычно выражают количество пыльцы каждой породы в данном образце торфа в % от общего количества ее в нем. Для наглядности пользуются построением т. н. „диаграммы пыльцы“.

Для этого на оси абсцисс откладывают % пыльцы (напр., 0—10—20 и т. д. %), а на оси ординат вниз от оси абсцисс глубины торфяника. Далее, определив количество пыльцы известной породы на определенном протяжении поля зрения и выражая его в % от общего количества пыльцы в образце, откладывают этот процент на право от оси ординат по направлению оси абсцисс. Соединив линией полученные таким образом точки, изображающие своими расстояниями от оси ординат % пыльцы данной породы по разным горизонтам, получим кривую, иллюстрирующую изменение количества пыльцы по горизонтали в торфянике.

В качестве примера, иллюстрирующего способ приложения этого метода к выяснению истории растительности страны, я приведу данные исследования Д. А. Герасимова в болоте „Галицкий мох“ (цитирую по работе В. С. Доктуровского). (См. рисунок).

Здесь у дна болота, т. е. при самом образовании торфяника, находим обилие пыльцы березы, до 60% всей древесной флоры, и сосны до 15%. Ель начинает попадаться от основания торфяника. В этом отношении у нас резкое отличие от того, что наблюдается в шведских торфяниках, где пыльца в нижних частях торфяников отсутствует и начинает появляться только с определенного уровня (т. наз., „граница пыльцы ели“), так как ель пришла в Швецию уже значительно позже отступления к северу последнего ледника.

В дальнейшем в „Галицком мхе“ можно видеть два максимума—максимум смешанного дубового леса на глубине 4 м. до 20% и максимум на глубине 2 м. ольхи до 15%; оба максимума ниже пограничного горизонта с пнями; последний максимум — при начинающем сокращаться дубовом лесе. К пограничному горизонту—максимум ели, свыше 30%; к нашему времени уменьшение ели, ольхи, смешанных дубовых лесов, но опять-таки бросается в глаза преобладание сосны—до 40% и березы—до 25%.

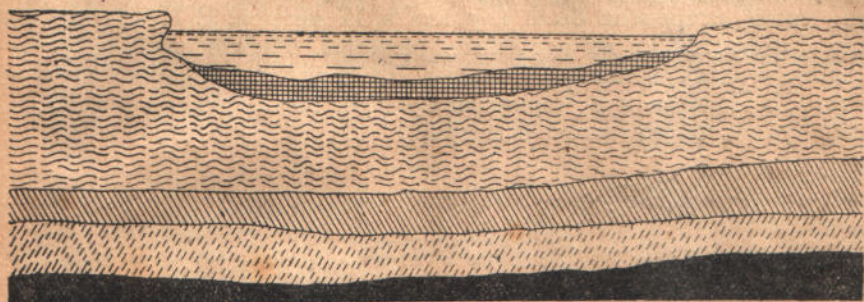
Уже имеющаяся богатая литература по этому методу дала обильный и ценный материал. Однако, все же этот метод остается недостаточно критически проработанным.

В. С. Доктуровский (l. c.), сопоставляя все данные, имеющиеся по вопросу о смене растительности и климатов по отношению к Европейской части СССР, дает таблицу, иллюстрирующую развитие торфяников в этой области с конца последнего оледенения. Он сопоставляет эту историю с одной стороны с исто-

рией Балтийского моря, с другой — с археологическими данными. Согласно его таблицы, у нас наибольшее распространение широколиственных пород (дуба и др.) приходится на т. наз., атлантический период (см. выше).

Таким образом, различными путями мы приходим к согласному выводу, что образование пограничного горизонта, а следовательно и того сухого периода, который его вызвал, имело место около 2—3 тысяч лет тому назад.

Однако, не все авторы согласны с тем, что находки пограничного горизонта могут доказывать существование в послеледниковое время периода с сухим и теплым климатом, разделявшего периоды с более влажным и холодным климатом.



Вода.



Черный
разложивш.
торф.



Сфагнов.
торф.



Гипсовый
торф.



Осок овый
торф.



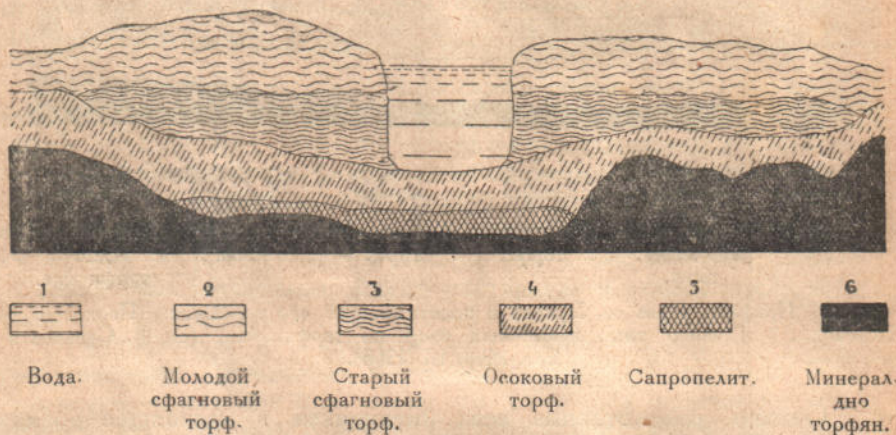
Минеральное
дно
торфяника.

Фиг. 53. Профиль через оз. Лунево и подстилающий его торфяник. (Порховск. у Псковск. г.). (Пример типа вторичных озер на торфяниках). (см. В. Сукачев в Бот. Жур. III. 1908).

Однако, рассмотрение всех имеющих в настоящее время фактов заставляет все же решительно склоняться в сторону признания правильности взгляда Вебера, Сернадера и фон Поста на происхождение пограничного горизонта. Целый ряд других фактов говорит в пользу существования в послеледниковое время на севере не только Европы, но и Азии, такого сухого теплого („ксеротермического“) периода¹⁾, к которому, нужно думать, и относится образование пограничного горизонта.

¹⁾ По этому вопросу существует обширная литература. См. особенно сборник „Die Veränderung des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit“ Stockholm. 1910. Л. С. Берг в „Землеведении“ за 1911 г., в „Почвоведении“ за 1913 г. № 4, в журнале „Природа“, окт. 1910 и В. Н. Сукачев „К вопросу об изменении климата и растительности на севере Сибири в послетретичное время“ „Метеорологический Вестник“. № 1—4. 1922: Наиболее обстоятельно рассмотрен этот вопрос и приведена подробная литература в книге Л. С. Берга: „Климат и жизнь“. Моск. Госуд. Изд. 1922. VI и VII глав.

Говоря о строении болот, нельзя не коснуться вопроса об их мощности. Общая толща их чрезвычайно сильно варьирует. Наибольшая мощность, повидимому, была встречена в Восточной Пруссии, в моховом болоте у Пентлаке, недалеко от Норденбурга, именно 24,6 м. У нас в России такая мощность пока не известна. Данных на этот счет у нас, однако, имеется еще мало. Так, Танфильев для болот в Ленинградской губ. дает максимальную глубину не более $12\frac{1}{2}$ арш., т. е. 9 метр., чаще же 5—5,5 м. На Урале, в торфяниках у оз. Шигирского, близ Нейво-Рудянского завода Свердловского у. В. Толмачев дает толщи собственно торфа до 8,5 м. Если же сюда присоединить и слои сапропелита, которые достигают до 5—6 м., а в одном случае даже до 11 м. мощностью, то общая мощность торфяника получается весьма солидная, немногим уступающая восточно-прусским торфяникам. В Новгородской губ. мною встречена была глубина в 11 метров. В Псковских болотах, несмотря на их огромные размеры, обычно глубина их 4—5 метр. и лишь в исключительных случаях повышается до 8—9 метров. В Полесье и в Черниговской губ. по Оппокову наибольшая глубина болот около 6 метров.



Фиг. 54. Профиль через оз. Русское в Полистовских болотах Псковской губ. (Пример типа вторичных озер на торфяниках) (по Р. И. Аболину).

В связи с этим, очень интересно было бы определить вообще быстроту, с какой растут болота. Выше приведенные определения прироста сфагнума по росянке и сосне еще для этого мало дают, так как данные, полученные таким методом, совершенно не могут быть распространяемы на более глубокие горизонты. Вообще мы в настоящее время еще не имеем метода, помощью которого мы могли бы определять возраст наших болот. Без сомнения, их мощность сама по себе еще ничего не говорит об их возрасте, и, вообще, быстрота их роста может быть весьма разнообразна. Достаточно,

напр., указать, что в Лайбахском болоте в Австрии, на глубине 1,2 м. в торфе была найдена римская монета 41 года после Р. Х., следовательно за 1800 с лишним летросло болото на 1,2 м., т.-е. в 1 год в среднем на 0,7 мм. С другой стороны, известно, напр., что в Лисинском лесничестве Ленинградской губернии на месте большого, так называемого, Рамболовского, сфагнового болота, покрытого уже обычной болотной сосною, еще в конце XVII столетия было два озера, нанесенных на шведскую карту 1667 г. Здесь процесс зарастания озера и нарастания болота происходили очень быстро.

Вообще же все говорит за то, что, при благоприятных условиях, нарастание болот происходит очень быстро. Танфильев говорит, что в Ленинградской губ. можно принять, что болота образуются со скоростью одного фута в столетие, отмечая в то же время, что Лескере даже допускал образование 2 футов в столетие.

Возможно, что в отдельных случаях рост болот может происходить и еще быстрее.

Классификация болот и использование их в практических целях.

Болота можно классифицировать, как и другие объекты, на основании различных признаков. Однако, наиболее научный классификацией будет та, которая основана „на наибольшем числе наиболее важных общих признаков“ (Минто).

С этой точки зрения является очень удобным практикующееся с давних пор и вошедшее уже более 100 лет в литературу деление болот на два основных типа: 1) низинные, или луговые болота и 2) верховые болота. Это подразделение, изменяясь несколько и фигурируя под различными названиями у разных авторов, и в настоящее время большинством признается. В пользу его естественности говорит то, что попытки деления болот на основании различных признаков все же, в конце концов, в общем приводили к этим основным подразделениям.

Впервые наиболее хорошо обосновал это деление Лескере, который делил болота на 2 группы.

1. **Надводные** (*supraaquatische Moore*), образующиеся всегда выше уровня стоячих или текущих вод (соответствующие верховым болотам).

2. **Подводные** (*infraaquatische Moore*), образующиеся ниже уровня воды (соответствующие низинным болотам).

Однако, эти термины нельзя назвать укоренившимися; чаще пользуются названиями низинных и возвышенных, или верховых болот, которые являются переводом немецких *Niederungsmoore* и *Hochmoore*. Однако, и по-немецки эти два основных типа подчас называют различно. Так, синонимами первого названия являются: *Grünlandsmoore*, *Grasmoore*, *Niedermoore*, *Wiesenmoore*, *Flachmoore* и пр. Синонимами названия *Hochmoore* будут *Sphagnummoore*, *Moosmoore*, *Haidemoore*. В последнее время для первой группы наиболее часто пользуются названием *Flachmoore*. В русском языке для этих понятий вполне соответствующих названий нет, поэтому обычно пользуются переводом вышеупомянутых названий. Так, *Flachmoore* называют плоскими, низинными, луговыми, травяными болотами. *Hochmoore* обозначают словами верховые, возвышенные, высокие, боровые, сфагновые, моховые болота. Танфильев предлагает удерживать

название „боровые“; однако, мне кажется, это не совсем удачно, так как такое название может говорить об обязательной связи этих болот с борами, чего на самом деле нет; к тому же сами понятия „бор“ и „боровой“ не являются строго установленными и не всюду употребляются в одном и том же смысле. Повидимому, наиболее удобно остановиться на термине „верховое“ болото, как на этом настаивает Д. А. Герасимов.

Из всего выше изложенного ясно видно, что описываемое деление является очень естественным, опирающимся на целый ряд признаков, отличающих одну категорию болот от другой. Однако, при развитии знания о болотах, оказалось недостаточным подразделение болот на эти два основных типа, и тогда установлен был третий тип, промежуточного характера, получивший немецкие названия *Zwischenmoor*, *Uebergangsmoor*, *Mischmoor*, переводившиеся у нас, по-русски, выражением „переходное болото“.

В настоящее время большинство авторов признает эти три подразделения, лишь расходясь в том—считать ли все три равноценными друг другу, или же переходное болото подчинять низинному болоту. Существуют еще разногласия в определении объема каждого из этих трех типов¹⁾.

Наиболее распространенным делением, повидимому, можно считать деление, предложенное, так называемой, „Гумусовой Комиссией“, и разделяемое Вебером. Согласно предложению этой комиссии, все болота делятся следующим образом:

1. **Плоские болота** (*Flachmoore*). Воды их богаты питательными веществами. Располагаются они в понижениях. Поверхность их более или менее плоская или слабо вогнутая. Они подразделяются на:

1. **Низинные болота** (*Niedermoore*). Сфагнум почти вовсе отсутствует. Воды значительно богаты питательными веществами. Сюда относятся тростниковые болота, болота с зарослями высших растений (злаки, осоки), отчасти лесные болота, ольшатники.

2. **Переходные болота** (*Uebergangsmoore*, *Zwischenmoore*). Характерно участие *Sphagnum'a*. Питательными веществами воды менее богаты. Лесные болота имеют характер березовых или смешанных лесов на болоте.

II. **Верховые болота** (*Hochmoore*). Они развиваются при очень бедной питательными веществами воде, развиваются исключительно на счет атмосферных осадков. Господствуют виды *Sphagnum'a*. Поверхность их выпукла. Древесная растительность представлена бывает лишь в виде корявой сосны, не образующей настоящего леса.

В последнее время, однако, Каяндер²⁾ для финляндских болот предложил иную классификацию. Именно, он устанавливает 4 основных типа болот.

¹⁾ См. R a m a n n. Zwischenmoore und die Einteilung der Moorformationen.—Oesterreich. Moorzeitschrift, № 4. 1907.

²⁾ C a j a n d e r, l. c.

1. **Беломошники** (*Weismooore*). Безлесные, обыкновенно более или менее насыщенные водою болота без моховых кочек, бедные низкими кустарничками (за исключ. *Oxycoccus*, *Andromeda*). Из мхов, если они есть, исключительно растет *Sphagnum*. В бедных известью областях.

2. **Буромошники** (*Braunmoore*). Безлесные, обыкновенно более или менее насыщенные водою болота без моховых кочек, довольно бедны мелкими кустарничками; мхи, если они есть, состоят из различных *Amblystegia*, *Hypnum trichoides*, *Paludella*, *Meesea*, *Cinclidium*. В областях богатых известью.

3. **Кустарниковые болота** (*Reisermooore*). Мало или едва насыщенные водою, с кочками или без них, с более или менее богатой кустарниковой растительностью. Из мхов, главным образом, развиты сфагнумы. Древесная растительность б. ч. существует и представлена лишь корявой сосною. В областях как богатых, так и бедных известью. Мало требовательны. Почвенные воды б. или м. стоячие или очень медленно текучие.

4. **Лесные болота** (*Bruchmoore*). Лесные болота из ели или лиственных пород, но без сосны. Мхи представлены или *Sphagnum*ом и *Polytrichum commune*, или более требовательными лиственными мхами. Почвенные воды б. или м. ясно текучи. В областях бедных или богатых известью.

Таким образом, по классификации Кааяндера, сфагновые болота попадут в 1 и 3 группы. Все травяные и гипновые болота отнесутся во 2-ю группу, и, наконец, переходные лесные болота и ольшатники составят 4-ю группу. Однако, из того, что нами было выше изложено, вряд ли возможно присоединиться к такой классификации, где столь естественная группа „*Hochmoor*“ распределяется на два типа, равноценные низинным болотам.

Флеров ¹⁾, кладя в основу происхождение болот, подразделяет их следующим образом.

I. Болота, развившиеся путем зарастания водоемов.

A. Моховые болота.

- a) Сфагновые.
- b) Гипновые.
- c) Пушичные.

A'. Кустарниково-моховые болота.

A''. Моховые болота, поросшие сосной.

B. Травные болота.

- a) Камыши, b) тростники, c) рогозы, d) болотные травы.

B'. Кустарниковые травяные болота.

¹⁾ Флеров и Федченко. Пособие к изучению растительных сообществ Средней России. 1902. Более подробная, но основанная на том же принципе классификация болот дана Флеровым в „Вестнике торфяного дела“, 1914.

В". Леса на болотах.

- а) Ольшанники.
- б) Ивняки.
- с) Березняки.

С. Осоковые болота.

С'. Леса на болотах (ольшанники, ивняки, березняки).

II. Болота, развившиеся на сухих местах.

А. Ключевые болота (гипновые, осоковые).

А'. Березняки, ольшанники, ивняки.

В. Заболоченные леса.

- а) Сосновые торфяные болота.
- б) Краснорамени.
- б') Березняки, ольшанники, ивняки.
- с) Чернорамени (березняки, ольшанники, ивняки).

С. Моховые болота на песках и глинах.

С. Сосновые торфяные болота.

D. Осоковые болота на песках и глинах.

D'. Березняки, ивняки, ольшанники.

Эта классификация, согласно которой в каждом из двух основных подразделений при дальнейшем делении в основу положена лишь растительность, уже потому не может считаться удачной, что одни и те же ассоциации, напр., сфагнового болота, несмотря на полное тождество как их растительности, так и физических и химических свойств субстрата, на котором она развивается, и одинаковых микроклиматических условий, должны относиться к разным типам.

Как выше отмечалось, именно и важно, что в конечном итоге болота, развившиеся и из водоема, и путем заболачивания сухого места, приобретают почти один и тот же характер, представлены одними ассоциациями и характеризуются одними свойствами. Поэтому классификация Флерова вряд ли может удовлетворять научным требованиям, а тем более практическим. Такова же в основе недавно опубликованная классификация шведских болот Л. фон-Поста (1916).

Интересна классификация Г. И. Танфильева¹⁾, который, следуя сперва делению торфяников, установленному Лескере, затем каждую из этих двух групп довольно детально подразделяет на ряд более мелких, пользуясь для этого различными признаками. Его классификация в общем такова:

А. Подводные.

I. В водоемах и по их берегам.

1. Тростниковые.
2. Зыбуны.

3. Кочкарники.
4. Кислые луга.
5. Озерные и речные торфяники.
 - а) Озерные.
 - б) Озерно-травяные.
6. Луговые торфяники.
 - а) Травяные.
 - б) Гипновые.

II. Жесткоключевые болота и торфяники.

7. Железистоключевые.
8. Известково-ключевые.
9. Лесные болота.



Фиг. 55. Резкое увеличение хвой у сосны на второй же год после осушки (Фот. Р. Аболина).

В. Надводные.

10. Сфагновые зибуны.
11. Боровые торфяники.
12. Бугристые торфяники.

¹⁾ Танфильев. Болота и торфяники. Полн. энциклоп. русск. с.-х. 1903. Изд. Девриена.

Однако, вряд ли есть основание подводные болота делить на две группы так, как это делает Танфильев. В таком случае пришлось бы болота, в общем очень близкие по целому ряду своих признаков, напр., гипновые болота, помещать и в первую, и во вторую группу. Также недостаточно определены и дальнейшие более дробные подразделения. К тому же нет одного общего принципа, положенного в основу классификации.

В самое недавнее время В. С. Доктуровский ¹⁾ предложил следующую классификацию болот:

Гипново- травяные болота.	{ Осоковые. Тростниковые (также осоково-тростник.) Камышевые. Рогозовые. Вейниковые. Хвощевые.	} Сгиннумом.] В водах или на почвах с большим содержанием питательных веществ.
Лесные бо- лота (пере- ходный тип) как с гип- нумом, так и со сфагну- мом.	{ Кустарниковые (ивово- березовые и др.). Ольшанники. Березняки. Березово-елов.-сосн. л. Лиственные (березово- осиново) и хвойные леса.	} Со сфаг- нумом.] На почве и торфе с меньшими запасами питательных веществ.
Сфагновые.	{ Сосново - сфагновые, открытые сфагновые болота.] На почве или торфе с минимальными запасами питательных веществ и даже полным их отсутствием.

Здесь, как и в классификации Флерова, на первое место выдвигается растительность болот, и вообще в ней отразился взгляд на болота, как на определенный тип растительности, и с этой точки зрения она не может вызвать существенных возражений.

Если же мы подойдем к болоту с более широкой географической точки зрения и примем во внимание то, что характер растительности есть производное, в первую очередь, условий питания болот водою, то придется признать, что, в конце концов, классификация западно-европейских ученых в основе своей является более целесообразной как с научной, так и с практической точки зрения.

¹⁾ Доктуровский, В. С. Болота и торфяники, развитие и строение их. Москва 1922.

Если теперь мы вспомним те три фазы в развитии болот, о которых была речь выше, именно: 1) фаза озерного питания, 2) фаза грунтового питания и 3) фаза атмосферного питания, и затем первую фазу, как характеризующую собственно озеро со свойственной ему растительностью, оставим в стороне и будем иметь лишь две последние фазы, то заметим, что фаза грунтового питания соответствует плоскому болоту (Flachmoor), а фаза атмосферного питания включает и те ассоциации, которые относят как к верхнему болоту (Hochmoor), так и переходному (Uebergangsmoor). Поэтому, основываясь на всем выше сказанном, можно дать такую схему подразделения болот:

I. Болота грунтового питания.

А. Низинные болота.

- а) Травяные болота.
- б) Гипновые болота.
- в) Лесные болота.

Б. Переходные болота.

- а) Травяно-переходные болота.
- б) Лесные переходные болота.

II. Болота атмосферного питания (верховые болота).

Краткая сводная характеристика этих основных классификационных подразделений будет такова:

I. Болота грунтового питания.

К поверхности болота грунтовые воды имеют свободный доступ, в них обычно присутствует известь, и они достаточно богаты питательными веществами. Растительность требовательная к минеральным веществам. Сфагнум не играет главной роли. Зольность торфа большая, 5—25% и больше, богат питательными веществами. Поверхность плоская, не выпуклая. Долины рек, окраины озер, пониженные места на междуречных пространствах, места выхода ключей, т. е. всюду, где есть доступ грунтовых вод или вообще вод, богатых питательными веществами. Распространены во всех частях СССР, являясь преобладающим типом к югу от северной границы чернозема, т. е. в южной и юго-восточной части Европейской части СССР и в степной части Сибири. Вообще сравнительно легко осушаются, так как торф обладает относительно малой водоудерживающей способностью и значительной подвижностью воды в нем, но при условии легкого отвода вытекающей из болота воды, что бывает затруднительно в силу малых падений рек, связанных с этими болотами. Представляют, большей частью, ценные сельскохозяйственные угодия, после осушки дающие

хорошие сенокосы и пастбища, а также площади для полевых культур. Материала для подстилки не дают. Торф их для топлива мало ценен, кирпичи плохого качества. Пнистость (за исключением лесных болот) малая, также не велика и волокнистость. После осушки торф, большею частью, легко разлагается.

А. Низинные болота.

Все указанные выше признаки выражены вполне типично. Особенно важно богатство питательными веществами. Сфагнумы редко встречаются, а если и бывают, то лишь те виды, кои выносятся лучше известь (см. выше). Зольность б. ч. очень высока.

а) Травяные болота.

Характеризуются травяной растительностью, при чем наиболее часты осоковые болота, нередко в виде кочкарников. Сюда же относятся вейниковые, тростниковые, камышевые, рогозовые и хвощевые болота. Их свойства определяются свойствами отлагаемого ими торфа (см. выше). Осоковые болота разнообразны, как различен видовой состав осок (чаще всего *Carex caespitosa*, *C. gracilis*, *C. stricta*, *C. Goodenoughii*, *C. vesicaria*, *C. ampullacea* и др.). Одни из этих осок характеризуют более богатые субстраты (напр., *C. gracilis*, *C. vesicaria* и др.), иные более бедные (напр., *C. Goodenoughii*, *C. caespitosa* и др.). Тростниковые и хвощевые болота обычно бывают очень богаты питательными веществами, прочие несколько беднее. Однако, пока имеется мало сравнительных данных на этот счет, так же, как не вполне ясны еще в каждом отдельном случае причины появления того или иного из этих болот. На топливо более пригодны осоковые, чем остальные.

б) Гипновые болота.

Характеризуются тем, что их покров слагается видами мхов из сем. *Hypnaceae*. Более обычны *Drepanocladus fluitans*, *D. vernicosus*, *Calliergon giganteum*, *Acrocladium cuspidatum*, *Meesea triquetra* и др. В общем они характеризуются сильно минерализованной водой и торфом. Причины, почему в одних случаях развиваются травяные, в других гипновые болота, часто неясны, так как экология этих растений еще мало изучена. Эти, как и травяные болота, встречаются во всех зонах СССР, но являются характерными для степной полосы. В этих, как и предыдущих болотах, очень не велика пнистость, так как древесная растительность на них редка. Торф сравнительно плохо разложим.

в) Лесные болота.

Сюда, собственно, будут относиться лишь ольшанники и осоково-березовые болота. Первые (из *Alnus glutinosa*)

обычны вдоль рек, ручьев, у места выхода ключей, одним словом там, где имеется проточная, богатая питательными веществами вода. Вторые не нуждаются обязательно в проточности воды и сходны с осоковыми болотами и в общем характеризуются водой и торфом, более бедными питательными веществами. Они часты по окраинам других типов болот, а также по западинам в лесостепи в Сибири. Торф их пнист и вообще мало пригоден на топливо, но после осушки и удаления древесной растительности они, особенно ольшанники, дают ценные сельско-хозяйственные угодия. Эти болота более распространены в южной половине СССР.

В. Переходные болота.

Эта группа болот характеризуется тем, что доступ грунтовых вод к поверхности болота становится более затруднителен и воды более обеднены питательными веществами. В растительности нередко более значительно участвуют сфагнумы. Субстрат (торф) более беден питательными веществами. После осушки дают менее ценное сельско-хозяйственное угодие; если не пнисты (не лесные), то дают сносный торф на топливо. Более обычны в северной половине СССР.

а) Травяно-переходные болота.

Характеризуются отсутствием древесной растительности. Обычно это будут осоково-сфагновые болота, нередко с кустарниками ивы, березы (*Betula pubescens*, *B. humilis*), реже серой ольхи (*Alnus incana*). Они распространены часто по окраинам сфагновых болот и появляются иногда в процессе заболачивания суши.

б) Лесные переходные болота.

Характеризуются значительным участием древесных пород, причем состав их различен: то имеем смешанный из сосны, березы, иногда даже ели и сосны, то из одной какой-либо породы (но не ели). Полноты леса обычно не велики. Покров носит характер травяно-мохового, с преобладанием либо трав, осок, тростника, вейника, либо мхов-сфагнумов. Распространение то же. Указать определенно причины, определяющие собою появление этих или предыдущих болот, ныне трудно. Повидимому, первые отличаются более богатыми субстратами.

II. Болота атмосферного питания (верховые).

Грунтовые воды к поверхности болота доступа не имеют. Питание происходит исключительно атмосферными осадками. Воды и субстрат бедны минеральными веществами. Зольность мала, 2—5%. Поверхность болот выпуклая. Распространены вне долин рек, чаще по водоразделам, полыми водами обычно не заливаются.

Распространены широко в северной половине СССР, в черноземной зоне (лесной и реже в тундровой). В черноземно-степной встречаются редко и приурочены чаще к западинам среди песков вторых террас рек, реже (как, напр., в Курской губ.) кое-где по водоразделам, также среди песчаных или супесчаных пород. Торф отличается большой водоудерживающей способностью и трудной водопроводимостью, поэтому осушка таких болот требует густой осушительной сети, но спуск воды, вследствие часто значительной выпуклости и положению на водоразделах, не труден. По осушке, для превращения в хорошее сельско-хозяйственное угодье требует удобрения и тщательной регулировки водного режима. Дает ценный подстилочный материал, а также прекрасный торф на топливо. Нередко торф волокнист от значительного участия в его сложении пушицы. Присутствие часто значительной пнистости затрудняет разработку на топливо. Пнистость выше в центрально-промышленной области и меньше в северо-западной области. Торф сравнительно слабо разложим.

Дальнейшие подразделения этого типа болот будут соответствовать рассмотренным выше ассоциациям, на нем произрастающим; там же даны указания на условия, их сопровождающие и определяющие их появление ¹⁾.

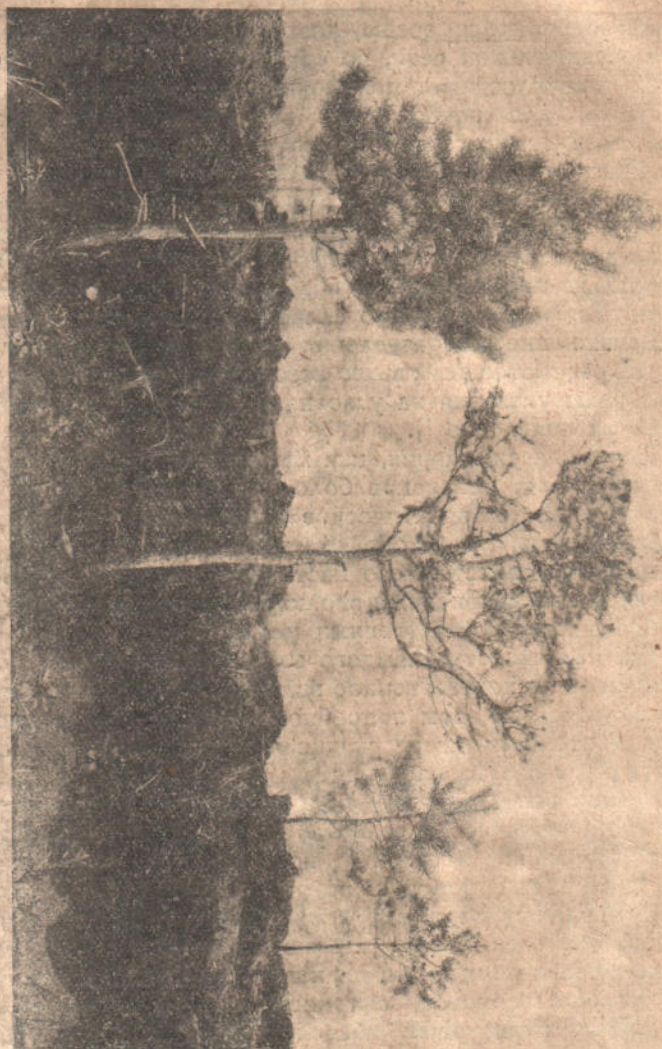
Такая классификация, как мы видели, основывается на совокупности многих признаков болот и имеет не только большое научное, но и чисто практическое значение. В последнем случае не так важно знать, каким образом произошло болото, а важно знать его нынешние свойства, его настоящую растительность. Этим определяется и его дальнейшая эволюция, и возможность того или иного использования в хозяйственных целях.

Так как свойства каждого из типов различны, то, мы видим, естественное и хозяйственное значение их весьма неодинаково. Не останавливаясь на этом подробно, так как это не входит в наши задачи, и отсылая интересующихся этим к соответствующей литературе, укажу лишь на следующее.

Всякое использование болота требует предварительного осушения его. Очень часто уже одной осушкой болота достигается значительное улучшение леса. Так, не говоря уже о заболачивающихся лесах и низинных болотах, но даже и моховое болото с корявой сосною после осушки обыкновенно скоро покрывается сравнительно хорошим сосновым лесом. Однако, если мы хотим получить другие сельско-хозяйственные угодья, напр., сенокос, пастбище или пашню, то не только верховое, сфагновое, но и низинное без целого ряда других культурных воздействий не даст нам этого. Необходимы мероприятия, с одной стороны, направленные на улучшение

¹⁾ Подробнее о свойствах основных типов болот в связи с их распространением в Европейской части СССР см. Д. А. Герасимов „Научное исследование и районирование торфяников, как необходимое условие для прогресса торфяного дела“. Торфяное дело. № 4. 1924; В. П. Матюшенко. „Торфяные болота Украины и их использование“. Там же, № 3—4. 1925.

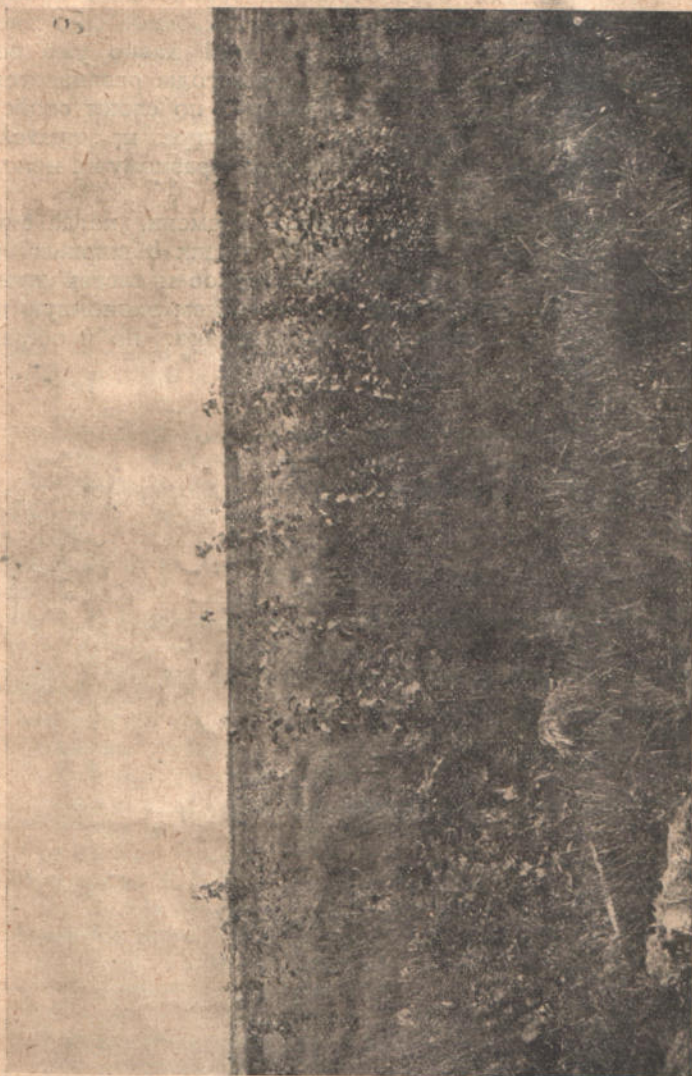
физических свойств болотной почвы, с другой стороны, увеличивающие запас питательных веществ в почве, что достигается либо механической обработкой почвы и ее известкованием, либо внесением соответствующих удобрений. И если, как мы видели, ни-



Фиг. 56. Поставлены две ряды осины, слева выросла на краю осушительной канавы (2 года после прорытия последней); справа — на осушительной части болота. (Фот. Г. Анфруева).

зинные болота более благоприятны для культуры как по своим физическим свойствам, так и по содержанию минеральных веществ, то моховые, сфагновые болота столь неблагоприятны, что нуждаются в особых приемах культуры.

Хотя культура болот и требует приложения значительных
труда и капитала, но она скоро вознаграждает хозяина. Так
Берш говорит, что „при заложении луга на моховом болоте как
предварительными культурами, так и без них, затраченный капитал



Фиг. 57. 3: ростание осушенной ассоциации *Sphagnum erophorosum* осипой.
(Фот. Г. Ануфриева).

покрывается прибылью через 6 лет“. При заложении луга на ни-
зинных болотах и при хороших урожаях убыток, полученный в пер-
вый год, почти покрывается прибылью, полученной на 2-й год. При
меньших урожаях это имеет место на 3—4 год. Об экономическом

эффекте осушения и о доходности культуры болот см. книгу „Из результатов работ по опытной мелиорации“. Изд. Госуд. Инст. с.-х. Мелиорации. Москва. 1925.

Если принять во внимание, что торф болот может быть использован на топливо, для разнообразных технических продуктов и в качестве подстилки, а сфагнум, как перевязочное средство, то станет понятен тот живой интерес, который давно уже возник к болотам в Западной Европе и в последние годы развивается и у нас. Но так как болота весьма разнообразны по своим свойствам, то только обстоятельное знание их, основанное на тщательном изучении их, укажет пути к наиболее целесообразному их использованию.

Поэтому насущной задачей нашего времени, когда стал на очередь вопрос широкого использования наших обширных болот, лежавших доныне втуне, является планомерное и систематическое их изучение. Оно одно может гарантировать нам экономную трату сил и средств на это имеющее не только местное, но и общегосударственное значение предприятие.

Главнейшая литература ¹⁾.

Сытин, Л. и Танфильев, Г. Указатель главнейшей литературы о болотах и торфяниках Европейской России. СПб. 1896.

Танфильев, Г. И. Пределы лесов в полярной России. Одесса. 1911. (Краткая, но очень содержательная сводка данных о происхождении болот и подробный указатель литературы о болотах).

Доктуровский, В. С. Болота и торфяники, развитие и строение их. Москва. 1922.

Оглоков, Е. В. Происхождение, строение и типы болот — торфяников, глубина и древность их. Записки по свеклосахарн. пром. Киев. 47. 1917. № 1—5.

Доктуровский, В. С. Болота, строение и развитие их. Бендеры. 1915.

Спарро, Г. П. и Дубах, А. Д. Осушение болот открытыми канавами. Москва. 1925.

Вихляев, И. П. Торфяные болота, использование их в технике и сельском хозяйстве. СПб. 1914.

Бери, В. Руководство по культуре болот. 2-е изд. СПб. 1914.

К вопросу об исследовании лугов и болот. Материалы по организации и культуре кормовой площади. Вып. 3. Изд. Деп. Зем. 1913.

„Болотоведение“. Вестник культуры и изучения болот и луговодства, издаваемый Минской опытной болотной станцией с 1912 г.

„Вестник торфяного дела“. Изд. Торфмейстерской части Отд. Зем. Улучш. Г. У. З. и З. ныне НКЗ. с 1914г.

„Торфяное Дело“. Ежемесячный журнал, издаваемый Управлением Торфостанции при ЦУТОРФе в Москве с 1924 г.

„Труды опытной станции“ при ЦУТОРФе с 1923 г.

„Известия Сапропелевого Комитета“, изд. Сапропелевым Комитетом КЕПС'а при Академии Наук, с 1923 г.

„Бюллетени Главн. Торф. Комитета“. Москва. С 1918 г.

Früh, I. und Schröter, C. Die Moore der Schweiz. Bern, 1904. (Капитальный труд, рассматривающий болота всего света).

Potonié. Die rezenten Kaustobio lithen und ihre Lagerstätten. I—III Bd, Berlin 1908—12. Есть русский перевод 1-го тома.

¹⁾ Здесь приведены только общие сводки или указатели литературы по болотам а также главнейшие журналы, посвященные болотоведению. В этих изданиях можно найти почти исчерпывающие указания по литературе о болотах. Некоторые источники по отдельным вопросам отмечены в ссылаках в соответствующих местах текста.

Cajander, A. K. Studien über die Moore Finlands. Helsingfors, 1913.
Weber, C. A. Ueber die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von
Augstumal im Memeldelta. 1902.

Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station in Bremen.
Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen
Reiche.

Oesterreichische Moorzeitschrift.

Mitteilungen der K. Bayr. Moorkultur-Anstalt.

Mitteilungen des Baltischen Moorvereins.

Jahrbuch der Moorkunde (Очень ценный орган, реферирующий работы по
всем вопросам болотоведения и использования болот. издаваемый с 1912 г. дирек-
тором Болотной Опытной Станции в Бремене, проф. Б. Такке).

О Г Л А В Л Е Н И Е.

	Стр.
Введение	3
Образование болот	11
1. Заторфовывание водоемов	11
2. Заболачивание	34
1. Заболачивание лесов	35
2. Заболачивание лесосек и пожарищ	47
3. Заболачивание лугов	51
3. Образование болот у выхода ключей	55
Торф, его образование, свойства и виды	59
Торфообразование	56
Виды торфа	59
Химические свойства	62
Физические свойства	66
Растительность болот и их эволюция	81
Классификация болот и некоторые замечания об использовании их в практических целях	148
Главнейшая литература	161

W. H. Jones

W. H. Jones, Esq.,
No. 123, Main St.,
New York, N. Y.

W. H. Jones, Esq.,
No. 123, Main St.,
New York, N. Y.

