

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ В ИЗУЧЕ-
НИЕ ПОЧВОВЕДЕНИЯ
ПРОФ. К. А. ГЛИНКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
„НОВАЯ ДЕРЕВНЯ“
МОСКВА — 1923

К. Д. Глинка,

Проф. Воронежского Сельско-хозяйственного Института.

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ,

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ ТИПОВ И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ.

(ВВЕДЕНИЕ В ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВОВЕДЕНИЯ).

С восемью таблицами рисунков и схематической
почвенной картой России.

Изд. 2-е исправленное.



Издательство Наркомзема
== „НОВАЯ ДЕРЕВНЯ“ ==

МОСКВА — 1923.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ.

В 1911 году мне пришлось прочесть краткий курс под заглавием: «Характеристика почвенных типов и география почв», вошедший в серию лекций, организованных Географическим Бюро при Педагогическом Музее Военно-Учебных заведений, а в начале 1912 года вести ряд бесед по вопросам географии почв Азиатской России на выставке «Переселенческого Дела». Знакомство с составом моей аудитории, где бывали педагоги-географы, лесоводы, агрономы, слушатели и слушательницы высших специальных школ и даже ученики средней школы, а также беседы с преподавателями географии в средних школах, привели меня к убеждению, что вопросы почвообразования интересуют в настоящее время представителей различных специальностей, так или иначе соприкасающихся с изучением природы.

В виду сказанного я решился, несколько изменив и дополнив прочитанный мною при Географическом Бюро краткий курс, напечатать его в виде небольшой книжечки, которая помогла бы интересующимся вопросами почвоведения войти в область этой науки.

Я старался, не опуская существенных вопросов, сделать свое изложение доступным для всех лиц, сколько-нибудь знакомых с естествознанием и в то же время не имеющих возможности изучать подробные курсы почвоведения, существующие в русской специальной литературе.

К. Глинка.

ПРЕДИСЛОВИЕ КЪ ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ.

Затруднительное положение вопроса печатания задержало выход в свет 2-го издания этой книжки на несколько лет, хотя потребность в книжке была достаточно велика и спрос на нее не ослабевал. Только теперь представляется возможность осуществить 2-е издание.

За прошедшие годы (1912—1922) появились новые исследования и по вопросам генезиса почвенных типов, и по вопросам географии. Изменились, под влиянием новых фактов, и взгляды автора по некоторым вопросам.

Все это заставило заново пересмотреть книжку и сделать многие исправления, иногда довольно существенные. Объем книжки при этом остался прежним, так как книжка и теперь, как и раньше, имеет в виду не специалистов-почвоведов, а широкий круг читателей, знакомых с естествознанием, для которых большие компендумы не нужны.

К. Глинка.

Почва как самостоятельное естественно-историческое тело.

Почвой в широком смысле называют поверхностную часть земной коры, изменяющуюся на месте под влиянием солнечной теплоты, воздуха, воды, растительных и животных организмов; иначе—это кора выветривания земного шара. Вода проходит сквозь всю толщу почвы, неся с собой те вещества, которые она получила из атмосферы или из верхних слоев самой почвы. Там, где эта вода останавливается или задерживается, проводят нижнюю границу коры выветривания. Таким образом вся толща земли, лежащая между дневной поверхностью и уровнем грунтовых вод, будет корой выветривания или почвой. Эта толща обладает рядом признаков, отличающих ее от других, глубже лежащих толщ земной коры.

Прежде всего явления почвообразования находятся в строгой зависимости от климата страны, и потому кора выветривания или почва тесно связана в своем распределении по лику земли с условиями земных климатов. Это значит, что каждому климату свойственны особые условия почвообразования, а следовательно и особые почвы. Так, например, влажным областям холодно умеренного климата свойственны гумусистые почвы, более сухим областям того же климатического пояса—черноземные почвы, влажным областям тропического климата—латеритные почвы и т. д. Влияние климата имеет столь большое значение в почвообразовании, что если бы во всех перечисленных климатических областях земная поверхность была покрыта одной и той же горной породой, например, гранитом, из этого последнего образовались бы глубоко различные почвы. Зависимость от климата первый и важнейший признак почвы.

Тесная связь и взаимное влияние друг на друга органического (особенно растительного) мира и почвы есть второй существенный признак последней. Органический мир, в единении с другими силами природы, создает почву, а почва, в связи с теми же си-

лами, воздаёт органический мир, Такой тесной связи живой и мертвой природы не наблюдается для других поясов земной коры.

Наконец, третьим отличительным признаком почвы является её участие в мировом обмене вещества, свойственное почве в гораздо большей степени, чем другим поясам земной коры. Обмен этот заключается в том, что почва получает некоторые вещества из атмосферы и даже океанов и сама отдаёт кое-что и атмосфере, и океану.

Условия образования почв налагают особую печать на эти природные тела, благодаря чему почвы получают и своеобразный внешний вид, и своеобразные внутренние свойства (минералогический и химический состав).

Своеобразие минералогического состава почвы объясняется, во-первых, тем, что в образовании минералов почвы участвуют организмы и органические вещества, а во-вторых, тем, что самое образование новых минералов происходит здесь при постоянно изменяющихся условиях среды, особенно температурных.

В этих условиях, как известно, часто получаются неясно кристаллические или даже коллоидальные (желеобразные) продукты. В минералогическом составе почвы мы обычно находим две резко различные группы вторичных, т. е. получившихся благодаря почвообразованию, минералов: неподвижные, мало способные изменять свой состав при тех условиях, какие существуют на земной поверхности, и легко подвижные, способные быстро вступать в обмен, присоединять одни части и отдавать другие. Представители первой группы более или менее просты по своему составу, представители второй—очень часто чрезвычайно сложны. Первые являются остатками выветривания, вторые — новообразованиями, получающимися при процессах выветривания.

Своеобразие минералогического состава почв влечет за собой и своеобразие их химического состава.

Из всего сказанного ясно, что если почвы и являются горными породами, то породами настолько своеобразными, настолько отличными от других пород земной коры, что заслуживают выделения в особую группу естественно-исторических тел.

Своеобразие признаков этих тел требует и своеобразных способов (методов) изучения их и в природе, и в лаборатории. И, следовательно, необходима особая наука—почвоведение или

педология, изучающая законы образования, распределения по лику земли и свойства почв. Так как некоторые из этих свойств изменчивы даже у одной и той же почвы в разные периоды ее жизни, то почвоведение должно изучать и естественную жизнь почвы.

Человек, пользуясь почвой для возделывания растений, вмешивается в ее жизнь, меняет естественные условия, а следовательно изменяет и свойства почвы. Этот процесс до некоторой степени напминает выведение сортов растений или пород животных.

Выяснение вопросов о влиянии человека и его культуры на почву, вопросов о выведении из продукта природы продуктов искусства—есть область прикладной науки—агрологии, целиком входящей в состав агрономических знаний.

Сознательное выведение новых сортов растений и пород животных требует предварительного знакомства с естественными свойствами этих последних, с их анатомией и физиологией. Точно также сознательное пользование почвами, преобразование этих естественных тел в тела искусственные, наилучше удовлетворяющие предъявляемым к ним требованиям, невозможно без знакомства со свойствами естественных почв.

Образование почв.

Разложение органических остатков в почве.

Растения и животные участвуют в образовании почвы не только в периоде своей жизни, но и после смерти. При жизни они разрыхляют верхние слои земли, помогают воде и воздуху попадать в глубину; растения выделяют углекислоту, способствующую выветриванию минералов, а также и другие химические продукты, меняют состав почвы, вытягивая из различных глубин необходимые для их жизни вещества, животные вносят в почву свои извержения, а иные, питаясь почвой, заметно изменяют ее состав и свойства.

Еще большее значение имеют те продукты, которые получаютс из мертвых животных и растительных остатков при их разложении с помощью микроорганизмов.

Разложение органических веществ в почве совершается неодинаково в зависимости от степени проницаемости почвы для воздуха. Если кислород воздуха проникает в почву свободно, значительная часть ра-

стительных и животных остатков разлагается до конца, или, как говорят, минерализуется, т.е. превращается в минеральное вещества. При этом углерод органического вещества окисляется в углекислоту, которая, насыщаясь основаниями, дает углекислые соли; водород и кислород образуют воду, азот дает в конечном итоге азотную кислоту, а сера и фосфор органического вещества окисляются в серную и фосфорную кислоты. Все эти кислоты, соединяясь с различными основаниями, находящимися, между прочим, и в составе растительных и животных тканей, дают соли. Совокупность всех перечисленных процессов называют тлением. Если кислород воздуха не имеет свободного доступа к разлагающимся органическим остаткам, разложение последних происходит медленнее, дает иные продукты и получает название гниения. При гниении полного распада органического вещества не происходит, образуются газы с неприятным запахом, каковы, сероводород, фосфористый водород, болотный газ. Углекислоты образуется немного, выделяется водород, окислы азота, свободный азот. Вместе с этим образуются и сложные органические соединения, иногда с противным запахом. Такое разложение чаще всего происходит там, где в поверхностных слоях земли имеется избыток воды, мешающей проникновению воздуха внутрь почвы, т.е. в болотах, сырых лугах и пр. Если понизить дно мелких болот палкой, из глубины болота выходят пузырьки газов с неприятным запахом; эти газы можно собрать и исследовать. Смесь этих газов может гореть, если ее зажечь, может загораться и сама собой, и тогда получают так называемые блуждающие огоньки, которые можно иногда видеть над болотами, на кладбищах, вообще в таких местах, где происходит гниение.

Хотя тление и гниение такие два способа разложения органических веществ, которые очень резко друг от друга отличаются, однако иногда процессы, свойственные тому и другому типу распада, могут наблюдаться в одной и той же почве. Дело в том, что сухая большую часть года почва может временно пересыхать влагой; а кроме того, у всякой почвы верхние ее горизонты более доступны для кислорода воздуха, чем нижние, а поэтому в последних могут порой наблюдаться процессы, связанные с отсутствием или недостатком кислорода.

Как процессы тления, так и процессы гниения совершаются в почве при содействии микроорганизмов, почему необходимо

ближе ознакомиться с тем, какие вещества и как разлагают различные микробы и что от этого получается.

Органические, как растительные, так и животные остатки состоят из разнообразных соединений, но все эти соединения, в свою очередь, слагаются, главным образом, из углерода, кислорода, водорода и азота. Перечисленные четыре элемента, строящие органическое вещество, называют органогенами, т. е. производителями органических веществ. Кроме них, как уже отмечалось выше, в составе растительных и животных тканей находятся, в сравнительно небольших количествах, и неорганические, или минеральные, или, еще иначе, зольные элементы. Последнее название дано не потому, что при сгорании органических веществ они не сгорают, а образуют золу. Правда, не все те минеральные элементы, которые были в составе органического вещества, переходят в золу: некоторые из них, при накаливании во время горения, могут образовать газообразные вещества, которые и улетают в воздух вместе с продуктами горения.

Среди зольных элементов мы находим в органических остатках самые разнообразные: там могут быть: сера, фосфор, кремний, алюминий, железо, кальций, магний, калий, натрий, хлор, марганец, и ряд других, сравнительно более редких (рубидий, литий, бром, йод, фтор, стронций, барий, и даже медь, цинк, никель и пр.).

Органические соединения, входящие в состав растительных остатков, мы можем разделить, по их составу, на две большие группы. К первой относятся соединения, которые не содержат азота, ко второй — соединения, содержащие азот.

К безазотистым принадлежат: клетчатка, слагающая оболочки клеток травянистых растений, лигнин, входящий в состав оболочек древесных клеток, жиры, крахмал, сахар, пентозы, пентозаны, различные кислоты и пр. К азотистым относятся белки, амины, алкалоиды (никотин, теин, кофеин и пр.).

Азотистых веществ в растениях всегда меньше, чем безазотистых, а часто их бывает и совсем немного: их содержание чаще всего колеблется между 1 и 20%.

Мы остановимся сначала на рассмотрении тех превращений, которые испытывают, под влиянием микробов, безазотистые вещества. Эти превращения вообще наз. брожениями. Виды таких брожений нам известны из повседневной жизни. Когда замешивают тесто и прибавляют к нему дрожжей, то делают это для того, чтобы дрожжи, также

принадлежащие к микроорганизмам, произвели брожение сахара, получающегося из крахмала. Благодаря брожению выделяется углекислый газ, который поднимает тесто и делает его рыхлым и пористым. Брожение происходит при изготовлении кваса, пива, уксуса, вина, при получении простокваши, и все это производят различные микробы, которые и называются иногда микробами того или другого брожения. Различают микробы спиртового, молочнокислого, маслянокислого, уксуснокислого и пр. брожений.

Те же группы микробов могут существовать и в почвах и производить те спиртовое, молочнокисло-масляно- и уксуснокислое брожения. При всех этих брожениях, кроме спирта, молочной, масляной, уксусной и др. кислот, выделяются и газы: углекислота, водород.

Особенно интересно для нас брожение клетчатки ($C_6H_{10}O_5$), которой всегда много в составе растительных остатков. Она, оказываясь, несмотря на свою стойкость и прочность, тоже способна разлагаться микробами и притом различными: так, одни микробы производят метановое брожение, получившее свое название потому, что при нем выделяется болотный газ, иначе называемый метаном. Другие водородное брожение, при котором выделяется, между прочим, водород. Вместе с водородом и метаном выделяется углекислота и летучие органические кислоты. Последние, при доступе воздуха, разлагаются, образуя углекислоту и воду, а без доступа — углекислоту и метан или углекислоту и водород.

Метан, углекислота и летучие кислоты получают и при брожении пентоз ($C_5H_{10}O_5$), пентозаны же ($C_5H_8O_4$) разрушаются с трудом и потому всегда могут быть найдены в почве. Если кипятить органическое вещество почвы с соляной кислотой, появляется запас фурфурола ($C_5H_4O_2$), который получается в этом случае из пентозанов.

При медленном разложении без доступа воздуха клетчатка способна обогащаться углеродом и переходить в уголь. Такой процесс обогащения наблюдается при образовании торфа, бурых и каменных углей.

Наконец, клетчатка способна, быть может, превращаться и в органическое вещество почвы (почвенный гумус), главным образом под влиянием плесневых грибов, а может быть и некоторых бактерий. Хотя вопрос о гумификации клетчатки и до сих пор еще спорный.

Углекислый газ, выделяющийся при брожении клетчатки и пентоз, получается и при многих других брожениях как в процессах гле-

ния, так и в процессах гниения, поэтому и не мудрено, что мы всегда найдем его в воздухе почвы. Так как углекислота—газ тяжелый, то его всегда больше в глубоких слоях почвы, чем в поверхностных. Из поверхностных слоев углекислый газ понемногу переходит в воздух, а из воздуха часть его идет на питание зеленых растений. Последние пользуются таким образом газом, полученным при разложении их умерших роствеников. Кроме зеленых растений, в природе существует и другой очиститель воздуха от вредного для животных избытка углекислого газа, и таким очистителем является океан. Если в воздухе много углекислоты, часть ее может поглощаться океаном или, правильнее сказать, углекислыми солями (углекислой известью, напр.), находящимися в океане. Поглощенный углекислый газ переводит углекислую известь в двууглекислую, которая растворяется в морской воде. Тот же океан может и снабжать атмосферу углекислотой, если последней в атмосфере мало, за счет разложения двууглекислых солей и образования нерастворимых углекислых.

Водород, образующийся в почвах при различных процессах брожения, отчасти может выделяться в атмосферу, но может, при содействии бактерий, соединиться в почве с кислородом (окислиться) и образовать воду.

Болотный газ или метан, также окисляясь, превращается в углекислоту и воду.

Интересно, что и частицы угля способны окислиться в почве при содействии микробов, образуя углекислоту. Таким путем, вероятно, исчезает понемногу уголь, получающийся в почвах лесных областей (сибирская тайга) от лесных пожаров.

Жиры разлагаются в почвах с трудом, однако все же разлагаются, образуя глицерин и свободные кислоты. Полученные продукты разлагаются, в свою очередь, и притом довольно легко.

Смолистые вещества разлагаются еще труднее, чем жиры, и потому их можно обычно найти в составе почвенного перегноя.

Превращения азотистых веществ в почвах сложнее чем безазотистых, и начальные стадии превращений (гниение белковых веществ) еще не достаточно изучены. Гораздо лучше известны те превращения, которые происходят после перехода сложных азотистых соединений в аммиачные. В образовании последних принимают участие различные микроорганизмы.

Если к почве, где образовались аммиачные соединения, имеется достаточный доступ воздуха, то эти соединения очень быстро окисляются, при чем окисление протекает в два приема сначала аммиач-

ные соединения, при помощи одного микроба (*Nitrosomonas* или *Nitrosococcus*) превращаются в азотистокислые, а затем эти последние, при помощи другого микроба (*Nitrobacter*), переходят в азотистокислые. Эти превращения называются нитрификацией. Получающиеся при этом соли азотной кислоты очень важны для питания растений, которые ими и пользуются. Азот этих солей идет на построение сложных азотистых соединений растений, которые, разлагаясь, после своего отмирания вновь предоставляют свои азотистые вещества микробам гниения, аммонизации (образование аммиачных соединений) и нитрификации. Так совершается, при помощи растений, малый круговорот азота в почве.

Однако, далеко не все количество азотной кислоты, получающееся в почве, успевают перехватить растения: часть азотнокислых соединений просачивается в растворе в более глубокие слои почвы, где кислорода воздуха мало, и где, поэтому, азотнокислые соединения могут, при содействии особых микробов, восстанавливаться. Восстановление может идти до образования из азотной кислоты свободного азота. Этот распад называется денитрификацией.

Казалось бы, таким путем почва должна терять азот, но и для предотвращения этой потери у почвы есть приспособление. В ней живут также микробы, которые способны связывать азот и опять превращать его в сложные соединения. Такие микробы образуют две группы: одна из них живет в почве свободно, другая населяет клубеньки, образующиеся на корнях бобовых растений (клевер, люцерна, люпин, эспарцет). Поэтому бобовые растения называют азотособираателями. При посредстве упомянутых превращений в почве совершается второй малый круговорот, но те же превращения участвуют и в большом круговороте, так как микробы—азотособираатели могут связывать и азот атмосферный. Кроме микробов, связывать азот могут синезеленые водоросли и некоторые плесневые грибы.

Часть азотнокислых соединений, образовавшихся в почве, все-таки вымывается в конце концов из нее, попадает в грунтовые (колдезные) воды, в источники, ручьи и реки и, наконец, приносится в океаны. Здесь этими соединениями питаются морские растения, которые, умирая и разлагаясь, вновь доставляют азот в форме аммиачных соединений. Эти соединения из моря попадают в воздух, разносятся ветрами и вместе с дождем, росой, инеем, снегом опять приносятся на поверхность почвы. Таким способом совершается в природе так называемый большой круговорот азота. В разных

климатах вместе с атмосферными осадками выпадает на земную поверхность неодинаковое количество азотных соединений: в умеренном климате их выпадает меньше, в тропическом—больше.

Так как соединения азотной кислоты могут получаться только при доступе кислорода воздуха, то понятно, что чем рыхлее почва и чем меньше она насыщена влагой, тем легче в ней идет образование азотной кислоты. В почвах сырых лугов, например, не находили иногда азотной кислоты. Не находили ее или встречались в меньших количествах также и в почвах с кислой реакцией (подзолистая почва под лесом)

Как уже говорилось раньше, в органических остатках, кроме органических, есть и зольные элементы. При разложении этих остатков зольные элементы частью вымываются, частью испытывают превращения, при чем и в этом процессе участвуют микробы. Когда белковые вещества разлагаются, например, без доступа воздуха (гниют), входящие в состав этих веществ сера и фосфор могут выделяться в виде газов: сероводорода и фосфористого водорода, получаются и более сложные соединения, как меркаптаны (напр. C_2H_5, HS), может быть фосфины (CH_3, PH_2). Сероводород может образоваться и при восстановлении солей серной кислоты (также сернистой, серноватистой). Такие превращения называются десульфуризацией.

Есть особая группа микроорганизмов, так называемые серобактерии, которые окисляют сероводород, накапливая в своих клетках серу. Эта последняя окисляется затем в серную кислоту. Такие превращения происходят лишь при доступе кислорода воздуха.

Повидимому, и соединения фосфора превращаются в почве в фосфорную кислоту также под влиянием микробов, но эти микробы еще не изучили. Есть данные, указывающие на то, что если прекратить доступ воздуха к почве, содержащей в растворе фосфорную кислоту, то последняя исчезает; очевидно, происходит какой-то процесс восстановления, подобный, может быть, десульфуризации, но и это явление пока мало изучено.

Известны и такие микробы, при помощи которых могут испытывать превращения соединения железа (и марганца). Эти микробы называются железобактериями. Они окисляют закисные соединения железа и накапливают в своих оболочках водные окислы железа и марганца.

Наконец, возможно образование в почвах, при содействии микробов, углекислой извести, углекислой магнезии и проч.

Из всего, что было сказано до сих пор о работе микробов в почве, видно, что эти мелкие существа стремятся из сложных органических соединений образовать более простые, часто более подвижные соединения, которые становятся, между прочим, доступными для высших растений. Питаясь сами, микробы в то же время готовят пищу для других более сложно устроенных организмов.

Припоминая результаты работы различных микроорганизмов, мы видим, что многие из них образуют в почве различные кислоты: углекислоту, азотную кислоту, серную, фосфорную и пр. Эти кислоты, за исключением угольной, не остаются в почве в свободном состоянии; они связываются с основаниями, получающимися отчасти из зольных элементов органических остатков, о чем уже говорилось выше, отчасти из минералов, слагающих материнскую породу почвы, и образуют соли. Прежде, однако, чем мы обратимся к рассмотрению дальнейшей судьбы этих солей, нам надо закончить с процессами превращений органических остатков в почве.

Более или менее успешная работа почвенных микробов зависит не только от степени притока кислорода воздуха, но и от тепла и влаги той среды, в которой совершается распад органического вещества. Опыты с тлением различных органических остатков показывают, что успешнее всего работают микроорганизмы тления при средних количествах тепла и влаги. Процессы распада идут медленнее в сильно охлажденной или сильно нагретой среде, они замедляются также, как при избытке, так и при недостатке влаги. Так как тепло или влага зависят, прежде всего, от климата, в котором та или другая почва образуется, то и понятно, что распад органических веществ должен быть неодинаков, как количественно, так и качественно в различных климатических полосах (зонах). Но так как степень тепла и влаги зависит не только от климата, но и от рельефа местности, то ясно, что и в пределах одной и той же климатической полосы распад органических веществ пойдет неодинаково на равнине, на склоне, в котловине и пр. Поэтому мы и наблюдаем обычно, что по котловинам, пониженным местам, где влаги много, органических остатков, неразложённых или полуразложённых, в почве больше, чем на равнине или на склоне. В таких местах образуются в холодных и умеренных влажных климатах сплошные массы полуразложённых органических остатков, называемых торфом.

Неодинаковое количество тепла и влаги будет затем в зависимости от того, находится ли почва под лесом, степью, лугом: поэтому

и в зависимости от характера растительной формации может различно протекать разложение органического вещества.

Есть и еще причины, могущие влиять на энергию микробиологических процессов, а следовательно и на степень, и характер распада органического вещества. Так, например, многие микробы не переносят кислотности среды, резкой ее щелочности и насыщенности солями. Наоборот, небольшая щелочность почвы и небольшие количества некоторых солей очень полезны для многих бактериологических процессов. Известно, например, что в почвах, образующихся из мягких известковых или мергелистых пород, разложение органических остатков идет медленнее, чем среди пород, не содержащих углекислой извести, прибавка же небольших количеств размолотого известняка, мергеля или золы, в которой всегда есть щелочные соли, к кислоте почвы, может ускорить разложение растительных остатков.

На скорость работы микробов влияет и то, приходится ли им разлагать крупные растительные остатки или измельченные. Их работа идет легче, если эти остатки измельчены. В этом микробам помогают различные животные, особенно насекомые, их личинки и черви. Обыкновенный дождевой червь питается растительными остатками: листьями, стеблями трав и пр. Он их измельчает, перерабатывает и затем извергает остатки уже сильно разложившиеся, перемешивая их в своем кишечнике с землей, которая им также заглатывается. Насколько велика работа червей в почве, можно видеть, особенно после дождей, на плотных утопанных местах (на дорожках садов, парков, по тропинкам), которые иногда почти сплошь покрываются извержениями этих животных. В тропических широтах живут громадные дождевые черви, которые своими размерами напоминают скорее змею, чем нашего червяка. Каждый из таких червей может выбросить за один день из своего кишечника до четверти фунта извержений. Насекомые и их личинки перетачивают листья и другие растительные остатки и, питаясь ими, пропуская их через свой кишечник, также перерабатывают эти остатки. Местами немалое участие в разложении органического вещества принимают муравьи, затаскивающие в свои норки хлебные зерна и ими питающиеся, термиты, которые, изменяя структуру почвы, выносят в поверхностные горизонты соли из горизонтов более глубоких и пр. Такую же работу производят и более крупные животные, и эта работа особенно заметна там, где такие животные поселяются массами: В степях Европейской и Азиатской России жило когда-то, а местами и теперь живет, большое количество сурков, сусликов, слепцов и пр., оставленные и засы-

павшие норы которых можно всюду встретить, кспая яму в черноземной полосе. В суммах ст пях нижнего Поволжья и Киргизского края живет бесчисленное множество сусликов. Все это население работает над разрушением органических веществ.

Образование и свойства гумуса (перегноя).

Все то количество органических веществ, которое поступает в почву в течение года, к началу следующего поступления не разлагается целиком. Некоторая часть, в одних случаях большая, в других — меньшая, остается в почве, образуя довольно сложную группу веществ, как бы промежуточных продуктов распада органических остатков. Из этих промежуточных продуктов, изготовляемых, повидимому, не столько бактериями (*Streptothrix chromogena* по Бейеринку), сколько грибами (*Cephalosporia*, *Trichoderma Konigki*), образуется почвенный гумус или перегной.

Понятно, что гумуса в почве будет тем больше, чем больше органических остатков и чем медленнее и труднее они разлагались. Понятно также из того, что было сказано раньше, что если растительных остатков поступает в почву много, то гумуса накопится в почве много лишь тогда, если в почве есть недостаток влаги, или, наоборот, если почва пересыщена влагой или чересчур холодна. Если же в тепле и влаги нет ни избытка, ни недостатка, то и при большом количестве поступающих в почву органических остатков она не накапливает много гумуса. Так дело происходит, например, во влажных тропических широтах, где, несмотря на роскошную растительность, в почве немного гумуса. В степях, где во влаге чувствуется некоторый недостаток, а растительность богатая, почвы накапливают много гумуса. На лугах и заболоченных местах, как уже говорилось выше, разложению органических остатков мешает избыток влаги, поэтому и там много гумуса. В пустынно-степных и пустынных областях, где почва получает немного органических остатков, гумуса в почве мало.

Отсюда ясно, что накопление гумуса в почвах будет, прежде всего, зависеть от климата, а в пределах одной какой-либо климатической полосы — от рельефа местности (котловина, равнина, склон), от типа растительности (лес, степь) и от характера материнской породы.

Если не принимать во внимание различных торфянистых почв, где так много гумуса, как полуразложившихся растительных остатков, то можно было бы сказать, что в почвах гумуса всегда меньше, чем

минеральной составной части. Однако, это не совсем правильно. Значительная часть минеральных веществ почвы (се первичные минералы) представляет, собственно, балласт, действенной же и характерной составной частью почвы являются вторичные минералы, а их чаще всего не так много.

Значительную часть почвенного гумуса можно извлечь из почвы если облить порошок почвы в стакане 5—10%-ным раствором соды и дать постоять несколько дней в теплом месте. Еще лучше каждый день сливать истоявшийся раствор, а затем приливать свежий. На стоявшийся раствор имеет темно-бурый, а при значительном количестве гумуса — почти черный цвет. В этом последнем случае раствор становится совершенно непрозрачным.

Однако, не всегда таким способом можно извлечь из почвы весь гумус: остается кое-что нерастворяющееся в соде. Эти не растворяющиеся вещества давно уже названы ульмином и гумином: первый имеет бурый, а второй — черный цвет.

Мы до сих пор и здесь, и в дальнейшем изложении принуждены пользоваться старой терминологией, так как новая терминология, не смотря на ряд исследований в последние годы, направленных к разъяснению химического состава гумуса, остается пока еще неразработанной. Мы можем лишь утверждать, что как ульмин и гумин, так и упоминаемые ниже гумусовые кислоты не представляют химических индивидов, а являются смесями весьма многих, иногда близких друг к другу по составу, а иногда и довольно различных между собою химических тел, чаще всего с очень большим весом частицы.

Исследование химического состава и строения вещества гумуса представляет очень трудную задачу, и только благодаря новым методам, разработанным в последнее время для изучения состава белковых веществ и продуктов их распада, удастся подойти к вопросу о составе почвенного гумуса.

Вопрос усложняется еще и потому, что часть гумусовых веществ представляется типическими коллоидами. Под коллоидами понимаются вещества, не имеющие кристаллического характера и напоминающие своими свойствами свойства клея. Коллоидальные вещества не дают растворов, а образуют так называемые псевдорастворы (ложные растворы), т.-е. неоднородные среды, где мельчайшие частички коллоида взвешены в жидкости. Эти мельчайшие частички невидимы для простого глаза и даже обыкновенного микроскопа: неоднородность такого псевдораствора может быть обнаружена

с помощью ультрамикроскопа. В псевдорастворе частицы коллоида несут электрический заряд. Если они заряжены положительно—то коллоид называется положительным, если же отрицательно, коллоид — отрицательный. Из состояния золя, в каком находится коллоидальный псевдораствор, коллоиды могут переходить в состоянии желя, т.-е. образовать желеподобные сгустки или осадки. Образование этих сгустков носит название коагуляции. Коллоидальные вещества коагулируют от разных причин: от изменения температуры среды, изменения ее химического состава и пр. Когда к псевдораствору приливают раствор электролита, т.-е. вещества, разлагающегося в растворе на составляющие его ионы (например, хлористый натрий или поваренная соль разлагается на натрий—ион и хлор — ион)), то происходит коагуляция коллоида, вызываемая преимущественно действием иона, несущего противоположный. сравнительно с частицами коллоида, электрический заряд. Так, приливая к псевдораствору отрицательного коллоида соляной кислоты, мы наблюдаем коагуляцию коллоида под влиянием положительно заряженного иона водорода ($\text{HCl} = \overset{+}{\text{H}} + \overset{-}{\text{Cl}}$).

Выпадающий из псевдораствора жель может увлекать с собой один из ионов прилитого раствора. Полученное путем такого поглощения (абсорпции) соединение способно вступать в реакции обмена. Некоторые ученые полагают, что как абсорпция, так и обмен не представляются химическими реакциями.

Таковы в самой краткой форме основные признаки коллоидов. Следует, однако, прибавить к сказанному, что некоторые из этих признаков присущи и мелко-измельченному порошком кристаллических минералов (взмученные порошки таких веществ называют суспензиями). Так, мы знаем, что тончайшие минеральные частички почвы (так называемый почвенный ил) способны долгое время находиться во взвешенном состоянии в воде. Если к такой воде прибавить небольшое количество щелочи, напр., раствора аммиака, частички будут находиться еще продолжительное во взвешенном состоянии; если же к воде прилить кислоты, напр., соляной, то частички собираются хлопьями (коагулируют) и осаждаются на дне сосуда. Полагают, что такие частички несут отрицательный электрический заряд, а следовательно должны коагулировать под влиянием положительно заряженного иона водорода.

Признаки коллоидов свойственны и веществам гумуса, на основании чего некоторые исследователи полагали, что все те реакции

гуминовых веществ, которые позволяли их относить к группе кислот, на самом деле объясняются лишь коллоидальностью гумуса, и что никаких кислот в гумусе не существует. Не говоря уже о том, что последнее положение не доказано, во всей постановке вопроса имеется логическая ошибка. Коллоидальность вещества ничуть не говорит о принадлежности этого вещества к той или другой химической группе; коллоиды известны и в группе кислот, и в группе оснований, и в группе солей и, повидимому, коллоидальность есть состояние, присущее всем телам.

Есть много данных утверждать, что в составе гумуса имеются и кислоты, а работы последних лет даже установили некоторые из таких кислот. Прежде чем говорить об этих новейших данных, мы вернемся к старым способам выделения веществ гумуса из щелочного раствора, о получении которого говорилось выше, и к старой терминологии.

Чтобы получить совершенно чистый содовый раствор (или псевдораствор) гумусовых веществ, нужно его профильтровать под увеличенным давлением сквозь стакан из обожженной глины, при чем дно и стенки стакана задержат те тончайшие минеральные частицы почвы, которые плавали в виде мути. Частицы этой мути, как уже говорилось выше, заряжены отрицательным электричеством, а следовательно могут долгое время находиться взвешенными в щелочном растворе, ибо в последнем присутствуют также отрицательный электрический заряд OH_1 .

Придем теперь к очищенному от тончайшей почвенной мути раствору гумусовых веществ соляной кислоты. Мы заметим через некоторое время образование темнобурых хлопьев, которые понемногу собираются вместе (коагулируют) и осаждаются на дне стакана. Жидкость при этом просветляется и становится желтоватой, цвета слабого чая, или почти бесцветной. Осевшее на дно стакана вещество называли раньше гуминовой кислотой, хотя и считали его не отдельным химическим телом (индивидуумом), а смесью близких по составу веществ. Если выпавшую «гуминовую кислоту» собрать на фильтре, промыть и высушить, то она теряет очень много воды, сильно уменьшает объем и стягивается (свойства коллоидов) в черные блестящие комочки. Сухая «гуминовая кислота» отличается значительно большей неподвижностью, чем только что осажденная, по щелочи переводят и ее в раствор.

Еще давнишние исследования показали, что вытянутая из почвы или торфа «гуминовая кислота» состоит не только из углерода, кисло-

рода и водорода, но содержит в себе всегда азот и зольные вещества, которые прочно с ней соединены и выделяются в минерализованном виде только тогда, когда гуминовая кислота разлагается. Большая часть азота связана также прочно и может освобождаться только медленно и постепенно. «Гуминовая кислота» оказывается способной поглощать аммиак из воздуха и переводить затем аммиачный азот в более прочные соединения. Изучение вопроса о формах, в которых находится азот и зольные вещества в составе «гуминовой кислоты», приводили исследователей к заключению, что сама «гуминовая кислота» должна принадлежать к группе так называемых оксикислот (спирто- или фенокислот), т. е. таких, у которых водные остатки (группа OH) находятся не только в карбоксильной группе¹⁾. Эти последние водные остатки могут замещаться аммиачными остатками (NH_2), а водород их — зольными элементами. При замещении аммиачными остатками получают так называемые амидо или аминокислоты.

Указанные выше заключения подтверждаются отчасти новейшими исследованиями состава гумуса. Эти исследования (Сундквист, Шрейер и Шор и др.) показывают, что в состав того, что мы называем гумусом, входят весьма разнообразные вещества, в том числе оксикислоты. В настоящее время выделены из гумуса, между прочим, следующие соединения:

Моногидростеариновая кисл. $[\text{C}_{17} \text{H}_{21} (\text{HO}). \text{COOH}]$ или $\text{C}_{18} \text{H}_{31} \text{O}_2$

Дигидростеариновая кисл. $\text{C}_{17} \text{H}_{33} (\text{HO})_2 \text{COOH}$ или $\text{C}_{18} \text{H}_{34} \text{O}_4$

Агроцериновая кисл. $[\text{C}_{20} \text{H}_{40} (\text{HO}) \text{COOH}]$ или $\text{C}_{21} \text{H}_{42} \text{O}_2$

Лигноцериновая кисл. } $\text{C}_{23} \text{H}_{47} \text{COOH}$ или $\text{C}_{24} \text{H}_{48} \text{O}_2$
 Парафиновая » }

Аланин или α -аминопропионовая кислота $[\text{CH}_3. \text{CH} (\text{NH}_2). \text{COOH}]$

Лейцин или α -аминокапроновая кислота. $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_4 \text{CH} (\text{NH}_2) \text{COOH}$

Аспарагиновая или аминоянтарная кислота. $\text{CH} (\text{NH}_2) \text{COOH}. \text{CH}_2 \text{COOH}$

¹⁾ Во всякой органической кислоте содержится группа COOH , называемая карбоксильной группой. Если в кислоте имеются водные остатки (OH), стоящие не в карбоксильной группе, то такие остатки будут спиртовыми, а кислоты, их содержащие, — называются спиртокислотами, фенолокислотами или оксикислотами. Если же кислоты содержат амидный остаток (NH_2), то они получают название аминокислот. Таким образом, соединение $\text{CH}_3 \text{COOH}$ — будет уксусная кислота, соединение $(\text{CH}_3. \text{HO}) \text{COOH}$ — оксипропановая кислота, а соединение $\text{CH}_2 (\text{NH}_2). \text{COOH}$ — аминоуксусная кислота.

Тирозин или оксифенил- аминпропионовая кис.	$[C_6H_4(NO)CH.NH_2COOH]$
Глутаминовая кис.	$(CH_2)_2CH.NH_2(COOH)$
Моляные кислоты	$C_{40}H_{58}O_5$
Никотици карбоксилловая кислота.	$C_7H_7NO_2$
Этриаконган (угле- водород)	$C_{31}H_{64}$
Пентозаны (углеводы)	$C_5H_8O_4$

Кроме перечисленных, найдены в составе гумуса и другие азотистые (аргинин, цитозин, ксантин, гитсидин и пр.) и безазотистые соединения, но не все перечисленные вещества входят в группу гуминовой кислоты.

Свойство «гуминовой кислоты» или некоторых из ее составных частей прочно связывать азот и зольные элементы имеет очень важное значение. «Гуминовая кислота» оказывается как бы запасным магазином, куда складываются вещества, которые, медленно освобождаясь, могут принимать формы соединений, пригодных для питания растений. Находящиеся в них зольными элементами «гуминовая кислота» может обмениваться с веществами, находящимися в почвенных растворах, может задерживать некоторые растворенные вещества и закреплять их в почве.

Если состав «гуминовой кислоты» начинает понемногу раз'ясняться в последнее время, то вопрос о строении других, более подвижных кислот, находящихся в составе гумуса, остается все еще недостаточно раз'ясненным.

«Гуминовая кислота», как мы видели, отличается неподвижностью. и в чистой воде, при обычных условиях, она почти нерастворима, а между тем не трудно показать, что в почве имеются органические вещества, сравнительно легко и в заметных количествах растворяющиеся в дистиллированной воде. Среди этих последних находят и соединения, отличающиеся кислотным характером. Растворимые в воде (или дающие псевдорастворы; этот вопрос также не достаточно изучен) вещества частью окрашивают воду в желтоватые цвета, частью совершенно ее не окрашивают.

В частности, в той жидкости, из которой мы выделили «гуминовую кислоту», остались еще другие «кислоты» гумуса, которые также могут

быть выделены. Для этого к оставшейся после отделения «гуминовой кислоты» жидкости прибавляют аммиака, чтобы связать (усреднить) избыток прилитой раньше соляной кислоты. Затем прибавляют уксусной кислоты и раствора уксусномедной соли. После этих операций выпадает буровато-грязноватый осадок соединения «апокреновой кислоты» с медью. Если этот осадок отцедить, взболтать в воде и пропустить в воду сероводород, то получается черный осадок сернистой меди, а в растворе остается апокреновая или осадочно-ключевая кислота. Надо думать, что и последняя представляет, подобно гуминовой, смесь различных соединений, но каков состав этих соединений, пока неизвестно. Правда, указывается, что в кислой жидкости, оставшейся от выделения «гуминовой кислоты», находится лигдистеариновая кислота ($C_{18}H_{36}O_4$), пикколинин-кислота и различные органические основания, но какие из этих соединений входят в состав группы, названной апокреновой кислотой, в точности неизвестно. ¹⁾

Группа «апокреновой кислоты» более подвижна, чем «гуминовая», что видно уже из ее растворимости в воде. Однако, если прибавить к такому раствору раствор солей тяжелых металлов, в том числе и железа, получается осадок. Таким способом, повидимому, получают железистые пленки на поверхности воды в болотных канавах. Эти пленки в дальнейшем образуют болотные руды, в происхождении которых принимают участие и железо-бактерии.

В растворе, из которого мы выделили соединение меди с «апокреновой кислотой», находится еще одна «кислота» гумуса, которая не дает осадка с медной солью в присутствии уксусной кислоты. Последняя и прибавлялась затем, чтобы эта третья «кислота» не выпала в осадок вместе со второй. Следовательно, чтобы заставить осесть третью кислоту, нужно уничтожить в растворе уксусную кислоту, а для этого нужно ее связать, прилив к раствору едкой щелочи. После прилития щелочи, из раствора выпадает зеленый осадок, состоящий из соединения меди с «креповой кислотой» (или «ключевой»). Из этого соединения «кислоту» можно получить тем же способом, каким мы получали «осадочно-ключевую кислоту», т. е. действием сероводорода. Отфильтровав осадок сернистой меди, выпаривают раствор, содержащий «клю-

¹⁾ Шнейдер и Шорн дают такую классификацию выделенных ими соединений:

чевую кислоту», без доступа воздуха, так как эта кислота легко окисляется, и получают бесцветные или белые хлопья «ключевой кислоты».

«Ключевая кислота» еще более подвижна, чем «осадочно-ключевая», и выделяется из всех кислот гумуса своими кислотными свойствами. Ее соединения также отличаются большой растворимостью. Что представляет в химическом смысле «кленовая кислота», до сих пор неизвестно, но можно думать, что теперь это уже вопрос небольшого периода времени. Трудно было найти способы для изучения веществ гумуса, но раз такие способы найдены, гумус очень скоро перестанет быть загадкой для химиков.

Как бы то ни было, и из того, что мы знаем уже о составе почвенного гумуса, ясно, что это чрезвычайно сложная группа различных органических соединений, в которую входят углеводороды, углеводы, кислоты, спирты—и фенолокислоты, аминокислоты и пр. Кислоты присутствуют часто не в свободной форме, а образуют соли, водороды спиртовых водных остатков также отчасти замещены зольными элементами, среди которых находили алюминий, железо, кремний, кальций, магний, калий, натрий, серу, фосфор. Последние два элемента, быть может, входят в состав особых групп металлоорганических соединений, каковы черкаптаны, фосфины, фосфиновые кислоты и пр.

Судя по составу золы различных растений, можно думать, что, кроме найденных уже в золе гумуса элементов, там существуют и многие другие, которых до сих пор только не искали.

Нельзя сомневаться в том, что группа органических соединений, как и минеральных элементов, входящих в состав гумуса различных почвенных типов, неодинакова, как количественно, так и качественно. В этом убеждают не только общие соображения, но и факты. Хотя мы располагаем пока небольшим количеством анализов золы гу-

Обработка почвы щелочью (2% раствор)

Кислые фильтрат.	Осадок от солей	Нерастворимое
Кленовая и апо- кленовая кислоты:	кислоты.	Гумин и ульмин
Дигидростеариновая кислота.	Гуминовая и (ульмино- вая) кислоты.	
Николин-карбоксип- ловая кислота.	Смоляные кислоты	
Ксантин	Эфиры смоляных кис- лот	
Гипоксантин	Глицериды (жиры)	
Цитозин	Параффиновая кислота	
Гистидин	Лигноцериновая кислота	
Аргинин	Агроцериновая кислота	
Пентозаны	Агрозероль	
	Фитостероль	

муса, но и эти анализы показывают, что состав золы находится в связи с типом почвы. Водные вытяжки из различных почвенных типов указывают, что растворимость гумуса неодинакова у различных почв, неодинаков и характер растворяющихся органических веществ. Этого следовало ожидать и теоретически: если распад органических остатков и выщелачивание (вымывание) из них зольных элементов идет неодинаково в различных климатических зонах, то неодинаковы должны быть и конечные результаты этих процессов.

Таким образом, очередная задача в вопросе об изучении гумуса. раз найдены методы для такого изучения, заключается не в ознакомлении с составом гумуса какой-то неопределенной почвы, как это делалось в большинстве случаев, а в сравнении состава гумуса в различных почвенных типах. Необходимо точно знать, чем отличается в своей органической и зольной части гумус подзола от гумуса чернозема, латерита, солонца и пр. Работы в этом направлении уже были начаты, но они представляют лишь первые шаги в этой области.

Распределение гумуса в вертикальном разрезе почвы также неоднородно, в зависимости от условий образования почвы. Обыкновенно у почв больше всего гумуса в поверхностном горизонте, но у одних почв количество его, по мере углубления, уменьшается медленно и постепенно, у других уменьшение количества гумуса вглубь идет резко, скачками, у третьих, наконец, наблюдается понижение, а затем вновь некоторое повышение количества гумуса. Растворимость гумуса даже у одной и той же почвы изменяется с глубиной, что указывает на различие состава гумуса даже в различных горизонтах (слоях), одной и той же почвы.

Уже из сказанного видно, что в различных климатах мы найдем и различные почвы; еще яснее это станет для нас, когда мы рассмотрим те превращения, которые испытывают при процессах почвообразования минералы, слагающие материнские породы почв. Пока мы получили представление лишь об одной стороне процесса почвообразования.

Образование минеральной составной части почвы (выветривание).

Минеральная составная часть почвы получается, главным образом, от разрушения различных горных пород, из которых почва образуется, и отчасти строится из тех зольных элементов, которые находятся в составе разлагающихся органических остатков. Не следует забывать, впрочем, что зольные элементы гумуса имеют своим первоисточником те же горные породы.

Во всякой почве имеются и неизменные или мало измененные минералы материнской горной породы, но не эти первичные минералы, как мы уже отметили выше, характерны для почвы, а вторичные продукты, которые образуются при разрушении горной породы, при превращении ее в почву.

Горная порода может состоять из одного какого-либо минерала, а чаще она состоит из нескольких. В первом случае породу называют простой, а во втором — сложной. Примерами первой группы пород может служить мрамор, кварцит, примерами второй группы — гранит, базальт, слюдяной сланец. Горные породы могут быть твердыми (гранит) и мягкими или рыхлыми (мергель, глина, песок). Последние всегда представляют смесь мелких обломков, пыли и ила твердых пород с продуктами химического изменения этих обломков и кусочков. Почвы могут безразлично образоваться и из твердых, и из рыхлых или мягких пород, при чем, как те, так и другие, превращаясь в почву, выветриваются.

Из всех минералов, слагающих горные породы, наибольший интерес представляют те, в состав которых входит кремнезем, то самое вещество, из которого состоит кварц, горный хрусталь и чистый белый песок. Такие минералы носят общее название силикатов от слова силиций (так называется иначе кремний). Если в минералах, кроме кремнезема, находятся только щелочи и щелочные земли, вообще основания, то их называют просто силикатами, если же вместе со щелочами и щелочными землями есть еще глинозем или окись железа, то такие минералы называют алюмосиликатами (е глиноземом, окисью алюминия) или феррисиликатами (ferrum — железо). В алюмо-и феррисиликатах только щелочи и щелочные земли (и близкие к ним группы) являются основаниями, глинозем же и окись железа вместе с кремнеземом составляют сложную, или, как говорят, комплексную кислоту. Следовательно, простые силикаты являются солями кремневых кислот, а алюмо-и феррисиликаты — солями кремнеглиноземных или кремнежелезных кислот. Вот эти-то группы минералов и составляют главную массу большинства горных пород, из которых образуются почвы. Мы назовем здесь из простых силикатов — оливины, безглиноземные авгиты и роговые обманки, из алюмо-и феррисиликатов — полевые

шпаты, слюды, гранаты, глинозем — содержащие авгиты и роговые обманки, хлориты.

Все перечисленные минералы, как и все остальные, здесь не названные, при превращении горной породы в почву, изменяют постепенно свой состав, при чем они обыкновенно вместе с тем разрушаются, распадаются на мелкие кусочки, листки, зерна, пыль и ил. Вторичные продукты и сосредоточиваются чаще всего среди мельчайших иловатых частиц распавшихся минералов. Такое распадение, сопровождающееся в большинстве случаев изменением химического состава, называется **выветриванием**.

Если горная порода только растрескивается и распадается на кусочки, то выветривание называется **механическим**, если же при этом происходят и превращения, т. е. изменения в составе, переход одних минералов в другие, то выветривание называют **химическим**. Если выветривание идет под влиянием организмов или веществ, слагающих почвенный гумус, то говорят об **органическом** выветривании; в последнем можно различать и механическую и химическую стороны.

Механическое выветривание происходит чаще всего от постоянной смены нагревания и охлаждения, нередко также от того, что в трещинах горных пород замерзает вода, а иногда и от того, что в таких же трещинах кристаллизуются, выделяясь из раствора, разные соли.

Понятно, что чем больше разница между нагревом и охлаждением, тем сильнее будет растрескиваться порода, при чем особенно сильно будет разрушаться такая порода, которая состоит из различных минералов. Это происходит потому, что разные минералы при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются не одинаково и, в силу этого, зерна отдельных минералов, при последовательном нагревании и охлаждении, отстают друг от друга. Но и однородные зерна, т. е. зерна, принадлежащие одному и тому же минералу, могут при этом растрескиваться, так как минералы сжимаются и расширяются от холода и тепла неодинаково по различным направлениям.

Если в породе находится много воды, то значительная часть тепла будет затрачиваться на нагревание и испарение этой воды, а сама порода нагреваться будет слабее. При понижении температуры вода также будет мешать сильному охлаждению, так как она охлаждается медленно. Отсюда следует, что в климатах влажных механическое выветривание горных пород не будет особенно сильным, и оно будет тем сильнее и заметнее, чем суше климат. И на самом деле, нигде так

быстро и сильно не разрушаются механически породы, как в пустынях. особенно жарких пустынях, где днем поверхность земли так сильно нагревается, что камни и песок становятся горячими, их нельзя взять в руку, а ночью не менее сильно охлаждается. Здесь разница между нагреванием и охлаждением очень велика.

Благодаря механическому выветриванию, в пустынях громадные утесы и скалы рассыпаются в обломки, крупные обломки превращаются в мелкие, а мелкие, в свою очередь, в дресву и песок. Путешественники по пустыням нередко наблюдали растрескивание мелких кусков (галец) под своими ногами. Благодаря столь сильному механическому выветриванию, некоторые пустыни покрываются сплошь остроугольными обломками. Так, например, в некоторых пустынях Америки охотники должны бывают обувать своих собак, чтобы они не поранили ног об острые камни пустыни. Впрочем, не всегда в пустынях находят остроугольные обломки. Песок, получающийся при распадении горных пород, перекатываясь под действием ветра, обтачивает остросереберные куски, шлифует и полирует их. Поэтому и все поверхности горных пород бывают испатрихованы и отполированы работой тех же песчинок. Распадаются горные породы также неодинаково, в зависимости от того, плотны они или мягки, однородны или неоднородны, зернисты или слоисты. Зернистые породы рассыпаются в дресву или песок, плотные однородные распадаются на угловатые обломки, слоистые—на пластинки, иногда напоминающие черепки горшечной посуды, и т. д.

Разрушению горных пород в пустыне помогают, как уже отмечалось выше, иногда и соли, которые, кристаллизуясь в мелких трещинах, расширяют последние.

В холодном климате разрушителем пород является лед, образующийся при замерзании воды в трещинах горных пород. Благодаря действию льда, разрушение породы может идти очень быстро, что и наблюдается нередко на скалистых берегах морей в полярных странах.

Химическое выветривание сложнее и труднее для изучения, чем механическое. Следить за химическим выветриванием можно при помощи наблюдения и при помощи опыта. В первом случае сравнивают состав свежих и выветрившихся минералов, найденных в природе, во втором—изучают, какие изменения происходят в минералах при действии на них тех или иных растворов или чистой воды.

В природе химическое выветривание производят: кислород воздуха, вода, углекислота, которая, как мы уже знаем, образуется в почве при разложении органических остатков, слабые растворы различных

солей и составные части гумуса. Наиболее общим деятелем, всюду распространенным в природе, должна считаться вода, содержащая в растворе углекислоту. Природная вода никогда не бывает совершенно чистой: обычно в ней, кроме углекислоты, растворены в небольших количествах различные соли, органические вещества, но в лаборатории можно иметь и совершенно чистую (дистиллированную) воду и изучать ее действие на минералы. Оказывается, что чистая вода действует почти также, как и углекислая; мало отличается по существу и действие слабых соляных растворов, за исключением растворов углекислых щелочей.

Когда вода приходит в соприкосновение с силикатами и алюмосиликатами, она прежде всего растворяется в этих минералах в небольших количествах, а затем начинает их изменять. Изменение заключается в том, что часть основания от силиката или алюмосиликата отщепляется, а на место основания становится вода. Говоря правильно, водород воды занимает место металла основания (натрия, калия, кальция, магния) и таким образом силикат, бывший вначале средней солью, превращается в кислоту, и это превращение идет медленно и постепенно. Оно доходит до конца, когда весь металл основания заменится водородом и, следовательно, бывшая соль превратится в кислоту. Если алюмосиликат был богат кремнеземом, то вместе с отщеплением основания отпадает и лишний кремнезем, что чаще всего происходит до тех пор, пока на одну частицу глинезема не останется двух частиц кремнезема.

Так как простые силикаты являются солями кремневых кислот, то при их выветривании под влиянием воды получаются в конечном итоге эти кремневые кислоты, которые, однако, неустойчивы, а потому в конечном итоге превращаются в кварц (ангидрид кислоты).

Алюмосиликаты, которые представляют соли кремнеглиноземных кислот, выветриваясь, превращаются в эти кислоты, иначе называемые глинами. Всем известные обыкновенные глины, хотя и не состоят целиком из этих кислот, но содержат их в больших или меньших количествах.

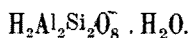
Феррисиликаты, в тех же условиях, распадаются целиком, так как кремнежелезные кислоты неустойчивы на земной поверхности и разлагаются на кремнезем (кварц) и водную окись железа.

Совершенно те же результаты получаются, если действует вода с углекислотой, только в этих случаях разложение идет сильнее, а отщепляющиеся основания образуют углекислые соли. Присутствие угольной кислоты в почвенном воздухе, очевидно, имеет большое зна-

чение в процессах выветривания. Почти так же, как чистая вода, действуют и слабые растворы с той только разницей, что металлы силиката и металл соли могут обмениваться своими местами.

Когда разложение силикатов и алюмосиликатов происходит в почве, то отщепляющиеся основания, частью соединяясь с углекислотой, дают углекислые соли, или соединяются с другими кислотами, получающимися при разложении органических веществ, и дают сернокислые, азотнокислые, фосфорнокислые соли, или, наконец, образуют соединения с кислотами гумуса, которые, постепенно разлагаясь, дают опять-таки углекислые соли. Железо и марганец, которые заключались в силикатах, обычно выделяются в виде водных окислов.

Остановимся несколько подробнее на тех глинах, которые получаются при выветривании алюмосиликатов. Наиболее известною из этих глин является каолин, то самое вещество, из которого состоят белые, так называемые фарфоровые, глины. Каолин содержит в своем составе одну частицу глинозема, две частицы кремнезема и две частицы воды, из коих одна легче может быть выделена нагреванием из минерала, чем другая; поэтому формулу каолича изображают так:



Каолин получается из всех полевых шпатов, из слюд, из минералов группы нефелина, из лейцита, гранатов. При выветривании черной слюды (биотита) и гранатов, кроме каолина, образуется и кварц. В тех из названных минералов, в которых на ряду с глиноземом находится окись железа, получают и каолины с некоторым содержанием окиси железа.

Минералы из группы цеолитов (водные алюмосиликаты), повидимому, чаще дают другую глину, в которой воды больше, чем в каолине (галлузит).

Наконец, глиноземы, содержащие авгиты и роговые обманки, дают более сложную глину, называемую анаукситом.

Не всегда, однако, выветривание силикатов и особенно алюмосиликатов идет в природе так, как это только что было описано; иногда на ряду с образованием глин, или, быть может, после их образования, идет и полный распад алюмосиликата с отщеплением от него глинозема, который в конце концов накапливается в почвах в виде водных окислов алюминия. Вместе с ними накапливается и водная окись железа. Так происходит выветривание алюмосиликатов в тропических странах.

Менее подвижные соединения гумуса (группа «гуминовой кислоты»), повидимому, способны отнимать от алюмосиликатов основания, щелочные же растворы этой группы могут производить сложный обмен своими зольными элементами с составными частями алюмосиликатов, отчасти растворяя последние. Из таких растворов могут выпадать, при их пересыщении, различные, иногда и сложные соединения, в форме коллоидов.

Раньше было уже указано, что в зависимости от условий, при которых образуется почва, в ней получается различного качества гумус. Теперь мы видим еще, что и процессы выветривания также протекают неодинаково в различных условиях. Отсюда понятно, что почвы, как в своей органической, так и в минеральной части, не могут быть одинаковы в разных климатах даже в том случае, когда они образуются из одинаковых пород. И действительно, дальше мы узнаем, что в каждой климатической полосе есть свои особенные почвы, как есть свои особенные растения и животные.

Из сказанного ясно, что выветривание ведет к образованию минералов непостоянного состава (постепенное замещение водородом воды металлов оснований). Таким образом, почва представляет царство м у т а б и л ь н ы х с о е д и н е н и й), что одинаково справедливо как по отношению к ее минеральным, так и органическим соединениям.

Мы рассмотрели пока выветривание отдельных, более распространенных, групп минералов; посмотрим теперь, как выветриваются различные горные породы и чем различаются между собой продукты, получающиеся, при одинаковом выветривании, из различных горных пород. Положим, что выветривание происходит, главным образом, при действии воды и углекислоты.

В группе твердых (массивных) горных пород, которые произошли вулканическим путем, т.-е. образовались из расплавленных масс, мы различаем две главные подгруппы: более кислые и основные. Кислотность и основность определяется количеством заключающегося в породах кремнезема. В первой группе (более кислых пород) главной составной частью является кислый полевошпат, так называемый ортоклаз, с которым вместе встречаются кварц и слюды, а иногда и минералы из группы нефелина. По химическому составу эти породы, кроме богатства кремнеземом, которого бывает от 60 до 75 %, отличаются еще и богатым содержанием щелочей. Щелочных земель в них сравнительно немного, немного и железа. Выветриваясь под влиянием воды и углекислоты, эти породы теряют свои основания и переходят в конце концов в смесь каолина и кварца с не-

большими сравнительно примесями водной окиси железа. Иначе говоря, мы получаем слабо железистые белые, желтые, розоватые или буроватые каолины с кварцем. Так выветриваются граниты, сиениты, нефелиновые сиениты, кварцевые и безкварцевые порфиры, трахиты. Так как в нефелиновых породах встречаются и цеолиты, то здесь вместе с каолином может получиться и некоторое количество другой глины.

Более основные породы, с содержанием кремнезема от 40 до 50%, обыкновенно не содержат кварца, состоят из более бедных кремнеземом полевых шпатов и содержат, кроме них, еще авгиты и роговые обманки, нередко оливин и цеолиты. По химическому составу отличаются, помимо степени кислотности, от первой группы пород большими количествами щелочных земель и железа. При выветривании полевые шпаты и здесь переходят в каолин, а цеолиты дают другую глину, но на ряду с ними, из авгитов и роговых обманок получается **а н а у к с и т**, резко отличающийся от каолина и под микроскопом. Так как в основных породах много железа, то образуется при выветривании большое количество водной окиси железа. Поэтому здесь получаются не только более сложные по составу, но обычно и более железистые глины темного, краснобурого и даже ярко-красного цветов. Богатое содержание извести и трудная растворимость ее углекислой соли делают то, что в таких глинах иногда задерживается и углекислая известь. Так как кроме того силикаты и алюмосиликаты, содержащие магний, очень трудно разлагаются и прежде чем окончательно выветриться, дают целый ряд промежуточных соединений, то в глинах, получающихся из основных пород, обычно можно встретить еще эти промежуточные соединения, содержащие магний. Так выветриваются под влиянием воды и углекислоты диориты, диабазы, габбро, авгитовые порфиры, мелафиры, базальты и т. п. породы.

При рассмотрении процессов выветривания так называемых **осадочных** пород, куда относятся известняки, мергеля, глинистые сланцы, различные глины, суглинки, песчаники и пр., особенно интересно остановиться на выветривании известняков. Всякий известняк, как бы чист он ни был, не состоит только из углекислой извести, а содержит всегда и небольшое количество примесей, состоящих из различных, более или менее тонко измельченных минералов. Иногда количество таких примесей меньше процента, иногда же оно может достигать нескольких процентов. Углекислая вода, действуя на известняк, растворяет и уносит из него углекислую известь, а примеси остаются. Если исследовать какой-нибудь известняк, выходящий прямо на поверхность земли, то не трудно будет убедиться, что в глубоких слоях такого

известняка меньше примесей, чем в поверхностных. Для того, чтобы в этом удостовериться, можно взять два одинаковых куска известняка из глубоких и из поверхностных слоев, положить их в разные стаканы и налить в оба стакана слабой соляной кислоты. При этом углекислая известь растворится, а примеси останутся. Если выветривание известняка дойдет до конца, то из него будет вынесена вся углекислая известь, а останутся только примеси, которые и образуют на поверхности известняка слой желтого, буроватого или красного суглинка. Если примесей в известняке было мало, то понятно, что для образования с помощью выветривания слоя суглинка в аршин толщиной может понадобиться толща известняка в несколько сажен. Скорее, конечно, получится такой суглинок из мергеля, который содержит большое количество примесей (15—20% и более) к углекислой извести.

Разные суглинки и обыкновенные глины тоже могут выветриваться, так как та порода, которую в обыкновенной жизни называют глиной, всегда содержит в своем составе полуразложженные или еще почти не разложженные химически первичные минералы, и иногда в довольно большом количестве.

Однако, выветривание глин и суглинков изучать труднее, чем выветривание плотных и твердых пород, хотя и можно подмечать в них изменение цвета. Для такого изучения нужно, как и всегда, делать химические анализы.

Припомним теперь, какие вещества получаются при образовании почв; из того, что говорилось раньше, мы уже теперь знаем, что в почвах образуются следующие группы соединений:

1. Органические вещества или почвенный гумус.
2. Различные минеральные соли, каковы: азотнокислые, серно-кислые, углекислые, фосфорнокислые и пр., а иногда и соли органических кислот: щавелевокислые и др.
3. Водные окиси железа и алюминия (в эту группу следует прибавить еще водные окислы марганца, которые выделяются при разложении силикатов и алюмосиликатов, содержащих марганец).
4. Различные глины (каолин, анауксит и пр.) и кислые соли из группы силикатов и алюмосиликатов (промежуточные продукты выветривания).
5. Кварц и др. трудно разлагаемые минералы (некоторые соединения титана, циркония и пр.).

Из перечисленных пяти групп три последние характеризуются относительною стойкостью и малой подвижностью принадлежащих к

ним соединений, во второй группе, наоборот, находятся соединения весьма подвижные и, наконец, первая, слагаясь то подвижными, то мало подвижными веществами, охватывает соединения, постоянно разлагающиеся в почве и постоянно заменяемые новыми.

Кроме указанных пяти групп, возможны и некоторые новообразования из группы алюмосиликатов (повидимому, некоторые магнезиальные алюмосиликаты).

Изучая образование почвенного гумуса, мы видели уже, как совершается в природе круговорот азота и угольной кислоты. Посмотрим теперь, как происходит круговорот легко подвижных продуктов выветривания — солей.

Прежде чем приступить к решению этого вопроса, следует отметить одно важное свойство почв, называемое поглотительной способностью. Свойство это заключается в следующем. Если через слой почвы пропускать раствор какой-нибудь соли или какой-нибудь газ, то почва может задержать эту соль и этот газ, при чем соль может быть поглощена почвой целиком, но может быть поглощено только основание или только кислота соли.

Поглотительную способность можно рассматривать отчасти как химическое явление, отчасти как физические и отчасти, как явление, стоящее на границе физики и химии (физико-химическое). Прибавляемая к почве в растворе соль может вступать с составными частями почвы в химический обмен и тогда на место поглощенных почвой оснований или кислоты, в раствор перейдут из почвы другое основание или другая кислота. Физически почва может поглощать следующим образом: те тонкие оболочки жидкости, которые облекают почвенные частицы, притягиваются к последним с громадной силой, которую некоторые физики определяют величиной давления в тысячи атмосфер. Следовательно, те соли, растворимость которых при повышении давления увеличивается, будут задерживаться вокруг почвенных частиц, и прошедший сквозь почву раствор окажется разжиженным.

Коллоидальные вещества почвы также обладают поглотительной способностью, но из объяснения этого явления мы останавливаться здесь не можем. К коллоидам почвы принадлежат вещества гумуса, отчасти гидрата (водные окиси) железа и алюминия и временно находящиеся в почвах гидраты (водные окиси) кремнезема, а иногда и более сложные соединения.

Наблюдения показывают, что почва далеко не одинаково сильно поглощает все основания и кислоты и сильнее поглощает как раз такие, которые могут понадобиться для питания растений. Так из щело-

чей аммиак и калий поглощаются сильнее натрия, из щелочных земель больше поглощается извести, чем магний, из кислот энергичнее всего поглощается фосфорная, иногда может поглощаться серная кислота (если в почве много извести) и совсем не поглощаются соляная и азотная кислоты.

Если почва получает в природе много влаги, то в ней мы не найдем выделений солей: часть из них будет поглощена почвой, другая же будет постоянно вымываться и попадать в грунтовые воды, ручьи, реки и, наконец, будет принесена в море. Если же почва получает мало воды, то непоглощенные почвой соли выделяются, кристаллизуются в почве и иногда образуют на ее поверхности соляные налеты и корки, иногда же слагают целые прослойки в более глубоких горизонтах почвы.

Так как калий поглощается почвой, то обыкновенно среди этих солей мы найдем сравнительно мало калийных, зато часто — натровые. Так как далее углекислая и сернокислая соли магния более растворимы, чем такие же соли извести, и так как магниевые силикаты выветриваются труднее, чем известковые, то мы найдем в почвах углекислую, сернокислую и даже хлористую соли кальция и гораздо реже, и в значительно меньших количествах — те же соли магния.

Из всего сказанного понятно, что попадать в грунтовые и речные воды и уноситься затем в моря будут преимущественно такие соли, которые довольно легко вымываются из почвы и ею мало поглощаются. И действительно, в морях мы находим в наибольших количествах хлористый натрий (поваренная соль), хлористый и сернокислый магний. Азотнокислые соли, как мы уже видели раньше, попадая в море, испытывают там сложные превращения и дают, в конце концов, аммиачные соединения.

Таким образом, существует ясная связь между процессами образования почв и накоплением солей в морских бассейнах. Спрашивается, могут ли соли, находящиеся в морской воде, появляться на суше и попадать в почвы.

На этот вопрос нужно ответить утвердительно. Когда сильные ветры распыляют брызги морской воды в воздухе, и в воздухе же происходит испарение воды этих брызг, то соли, в виде тонкой пыли, остаются висеть в атмосфере, могут затем разноситься ветрами на далекие расстояния и вместе с дождями выпадать на землю, чтобы вновь начать свой круговорот.

В атмосферу попадает и часть солей непосредственно из почвы, и также разносится затем ветрами, и вновь выпадает на поверхность земли.

Таким образом, те соли, которые в настоящее время находятся в различных почвах, получились частью путем гумусообразования и выветривания на месте, частью путем переноса атмосферой и атмосферными осадками.

Подобно тому, как накопление и распределение гумуса в почвах находится в зависимости от того, в каком климате почва образуется, так и накопление и распределение солей в почвах также зависит от климата. В таких климатических областях, где выпадает много атмосферных осадков (особенно дождей), в почвах солей не наблюдается: так, напр., совершенно нет солей в почвах влажных тропических областей, нет солей и в лесных областях умеренного климата, если не считать солей гумусовых кислот, но зато почвы степей, полупустынь и пустынь обыкновенно содержат в себе соли.

И в этих климатических областях соли распределяются с известной правильностью: так в более богатой атмосферными осадками полосе степей мы находим, главным образом, углекислую известь, в более бедной осадками полосе тех же степей, кроме углекислой извести, встречается уже и более растворимая сернокислая известь (гипс). В пустынных степях, кроме углекислой извести и гипса, найдем хлористые и сернокислые соли натра, а в исключительно сухих пустынях найдем даже азотнокислые соли (селитру), самые легко растворимые из всех почвенных солей.

Кроме того, по мере перехода от влажных областей к более сухим, мы замечаем, как почвенные соли все ближе и ближе поднимаются к поверхности. Так, в черноземах (почвах степей) соли обыкновенно лежат на значительной глубине, в пустынных степях Саратовской, Самарской и Астраханской губерний они уже ближе к поверхности и тем ближе, чем суше пустынная степь.

Наконец, по пониженным участкам степей, а еще сильнее пустынных степей образуются настоящие солончаки, на поверхности которых местами можно наблюдать белые корки разных солей, блестящие, как снег. На таких солончаках или ничего не растет, или поселяются особые растения, не только мирящиеся с солями, но даже лучше развивающиеся в присутствии солей.

Если в распределении гумуса и солей по земной поверхности легко подметить известную правильность, то по отношению к другим продуктам выветривания это становится уже труднее, хотя и там правиль-

ность, несомненно, существует. Так, например, водные окиси железа и алюминия сосредоточиваются в особенно больших количествах во влажных тропических и подтропических странах, где на ряду с ними находятся и глины; кварц собирается в наибольших количествах в верхних слоях почв лесных областей холодно-умеренного климата. Достаточно влажные области умеренного пояса накапливают кислые силикаты и алюмосиликаты, а в сухих областях, где замещение металла основания кремнеземных и кремнеглинистых солей водородом идет слабо, кислых силикатов и алюмосиликатов немного, и тем меньше, чем суше климат. Поэтому почва степей и особенно сухих степей, богаты основаниями, тогда как почвы влажных климатов ими бедны.

Таковы главные выводы, которые мы можем сделать относительно процессов образования почв.

Вода в почве и ее роль в почвообразовании.

При изучении процессов почвообразования, невольно бросается в глаза та важная роль, которую играет в этих процессах вода. Вода в почве, как удачно выразился один из русских исследователей, играет почти такое же значение, как кровь в живом организме. Как кровь питает и оживляет различные органы и строит ткани тела животного, так и вода в почве оживляет последнюю, строит различные горизонты почвы, у одних отнимая кое-что, а другим кое-что прибавляя. Без воды почва мертва, как бы ни была она богата по химическому составу, и в местностях сухих (пустынных степях) приходится искусственно орошать почву, доставлять ей воду, чтобы она могла производить культурные растения.

В виду всего сказанного, интересно знать, как образуется вода в почве, как она передвигается сверху вниз и снизу вверх, насколько почва способна задерживать воду и, наконец, как влияет на почвенную воду различного рода растительность. По поводу последнего вопроса особенно важно выяснить, как влияет на почвенные воды лес, способен ли он сохранять влагу почвы, или, наоборот, уничтожать ее. Интересно вместе с тем узнать, как почва отдает воду глубоким слоям земли, так называемым, **грунтам**, и как образуются те **грунтовые воды**, из которых питаются наши колодцы, ключи, а иногда и горизонты самой почвы.

Раньше думали, что вода в почве получается только от атмосферных осадков (дождя, снега) и что та же атмосферная влага, проса-

чиваясь глубже, образует и грунтовую воду. Многие и теперь так думают, но за последнее время все больше и больше слышится голосов утверждающих, что почвенная и прунтовая воды могут образоваться и другим способом, а именно сгущением водяных паров, находящихся в том воздухе, который проникает в почву и движется между ее частицами. Были даже и такие ученые, которые утверждали, что от просачивания атмосферных осадков совсем не может получиться грунтовой воды, и что последняя образуется исключительно насчет сгущения водяных паров, но это, несомненно, неправильно.

Есть много разных наблюдений, которые показывают, что в сухих областях (степных), где атмосферных осадков выпадает немного, далеко не всюду, а только в исключительных случаях, по котловинкам, низинам вода атмосферных осадков может просачиваться на значительную глубину и доходить до уровня грунтовых вод, в большинстве же мест сквозного промывания грунта не происходит, хотя и возможно, что вода в скрытом состоянии движется ¹⁾. Есть также наблюдения и опыты, которые говорят, что в почве, действительно, может образоваться вода путем сгущения водяных паров.

Как бы то ни было, мы, очевидно, должны признать, что существуют два источника для образования почвенной и грунтовой воды: один источник—это атмосферные осадки, другой—сгущающиеся водяные пары. В иных местах могут действовать оба эти источника, в других—какой-нибудь один или, главным образом, один.

Посмотрим теперь, что происходит с водой, попавшей тем или иным путем в почву. Мы увидим прежде всего, что почва обладает способностью задерживать между своими частицами часть попавшей в нее влаги. Эта способность называется влаге^мостью почвы. Чем мелкоземистее почва, тем большее количество воды способна она задержать, следовательно, суглинистые почвы отличаются большей влаге^мостью, чем песчаные. Но и влаге^мость песчанистых почв может значительно возрасти, если почва содержит много гумуса, а еще больше, если в почве есть торфянистые вещества, так как торф отличается очень большой влаге^мостью: у торфа влаге^мость больше, чем у самых тонких (иловатых) частиц почвы. Благодаря такой его способности, нередко могут образоваться болота на таких пониженных

¹⁾ Скрытым или пленочным состоянием называется такое, когда вода не заполняет всех пор, а облекает тонкими оболочками (пленками) зерна почвы. В этом состоянии глаз не различает воды и ее движения.

местах, где поселились мхи и с течением времени образовали слой торфа.

Из приведенного примера ясно уже, что влагоемкость почвы будет зависеть не только от ее механического состава, но и от того, из каких веществ будет состоять почва. Поэтому, например, мелкая кварцевая пыль будет отличаться меньшей влагоемкостью, чем такая же пыль каолина, известковый песок оказывается более влагоемким, чем кварцевый, одни соли повышают влагоемкость почвы, другие—понижают ее. третьи, наконец, не оказывают никакого влияния.

Значительную часть воды, оставшейся на поверхности почвы и задержанной в силу влагоемкости, почва отдает обратно в воздух путем испарения. Влажная поверхность почвы испаряет воду сильнее, чем водная поверхность. На место испарившейся воды поднимается вода снизу и вновь испаряется. Испарение ослабевает, когда в верхних слоях почвы нет уже капиллярной воды, т.-е. воды, выполняющей мелкие поры между частицами, а находится лишь вода в пленочном состоянии. Полной влагоемкостью называется такое состояние почвы, когда все ее поры заполнены водой. Влагоемкость выражают в процентах веса поглощенной воды к весу сухой почвы; можно ее выражать и в объемах. Когда вода в капиллярном состоянии больше не поднимается, поверхностный слой почвы высыхает. Такое состояние высыхания поверхностных горизонтов почвы наступает для различных почв неодинаково скоро, даже в том случае, если почвы одинаково увлажнены, так как сила, а, значит, и скорость испарения зависит от многих причин: во-первых, от степени нагревания почвы, которая, в свою очередь, зависит от того, лежит ли почва на равнине или на склоне, куда обращен склон: на север, юг, восток или запад. какова крутизна склона и пр., во-вторых,—от силы ветра, так как последний увеличивает испарение, в третьих,—от самой почвы. Так, плотные почвы испаряют сильнее рыхлых, темные сильнее светлых, большое количество солей в почве замедляет испарение. Наконец, испарение зависит и от того, покрыта ли почва растительностью или нет, и какого рода эта растительность: травянистая или древесная, имеет ли почва на поверхности какой-нибудь мертвый покров: слой торфа, лесную подстилку.

Почва, покрытая растительностью, испаряет больше воды, чем почва без растительности, при чем с помощью древесной растительности, как увидим дальше, из почвы и грунта уносится больше воды,

чем с помощью травянистой. Почва с мертвым покровом испаряет меньше, чем почва без растительности.

Таким образом, только тот остаток воды, который не испаряется и не задержится почвой, в силу ее влагоемкости (нужно иметь в виду еще и стекание воды по поверхности почвы), может просачиваться в глубину, и при благоприятных условиях, доходить до уровня грунтовых вод.

Само собою разумеется, что в различных почвах вода будет просачиваться вглубь с различной быстротой, или, как говорят, почвы будут обладать различной водопроницаемостью. Это свойство почвы, как и влагоемкость, зависит, прежде всего, от механического состава ее: легкие песчаные почвы, у которых промежутки между частицами почвы крупнее, легче пропустят сквозь себя воду, чем тяжелые глинистые почвы, у которых воздушные промежутки между отдельными частицами очень мелки, при чем очень тяжелые глинистые почвы, если они не зернисты, почти совершенно непроницаемы для капиллярной, видимой глазом, воды. Но кроме механического состава на водопроницаемость влияют и другие условия. Так, например, нагретая почва легче пропускает воду, чем холодная, или теплая вода просачивается скорее холодной, мел, при одинаковой величине частиц, скорее пропускает воду, чем глина, а кварцевой песок еще гораздо скорее, чем мел.

Просачившаяся в глубину почвы вода может, как мы уже говорили, при известных условиях опять подниматься вверх, и это свойство почвы называется водоподъемной способностью. Подниматься может вода или по сети мелких каналов почвы, так называемых, волосных или капиллярных, а такие каналы образуются прилегающими одна к другой порами (промежутками между частицами почвы) или в пленочном, незаметном для глаза состоянии. Мелкоземистые почвы могут выше поднять воду, чем крупнозернистые, хотя у последних вначале вода поднимается быстрее, чем у первых. У очень мелкоземистых почв поднятие воды происходит медленно, но зато такие почвы могут поднять воду на высоту сажени и даже выше.

Поднимающаяся к поверхности почвы вода может вместе с собою нести в более высокие горизонты почвы такие вещества, которые образуются только в глубоких горизонтах, а просачивающаяся в глубину вода—переносить вещества, образовавшиеся в верхних горизонтах почвы,—в горизонты ниже лежащие и может их вынести даже в грунтовые воды, как мы уже видели на примере азотнокислых

солей. Этими словами мы еще раз подчеркиваем ту важную роль, какую играет вода в почвообразовании.

Если вода, попавшая в почву и в грунт, пришла в известное равновесие, то наблюдается некоторая правильность в распределении ее в вертикальном столбе почвы и грунта. Обыкновенно в этих случаях слои грунта, прилегающие к грунтовой воде, бывают насыщены водою так, что она заполняет все промежутки. Эти слои, можно сказать, находятся при условии полной или наибольшей влагоемкости. Несколько выше уже не все поры будут содержать воду; в более крупных порах воды не будет и здесь грунт будет иметь меньшую влажность, или будет находиться при условиях средней (относительной) влагоемкости. Наконец, в более высоких горизонтах вода будет заключаться только в самых мелких порах или в виде пленок. В этих горизонтах почва будет иметь уже небольшую влажность, или будет находиться в условиях наименьшей влагоемкости.

Так как влага в почве далеко не всегда может быть в равновесии и так как строение той или иной почвы может иногда внести существенные изменения в распределение влаги почвенного разреза, то от указанной правильности возможны различные отступления. К сожалению, мы слишком мало еще изучали распределение влаги в природе, и среди различных почвенных типов в этом отношении сколько-нибудь изученными представляются лишь чернозем и деградированные суглинки.

Влияние леса на почвенную и грунтовую воды. Этот вопрос интересовал очень многих исследователей, причем одни из них хотели видеть в лесах защитников от иссушения страны, от обмеления рек, от исчезновения источников, короче говоря, считать их настолько могущественными охранителями водных богатств, что в уничтожении лесов видели гибель страны, другие относились к этому вопросу несколько сдержаннее и, не отрицая целого ряда полезных свойств леса, старались с помощью наблюдений установить, действительно ли лес оказывается таким защитником влаги, или это мнение представляется сильно преувеличенным. Оказалось, что оно, действительно, сильно преувеличено, что лес далеко не всегда является собирателем вод, по крайней мере, грунтовых, а даже, оказывается, до некоторой степени, расточителем этих вод.

Отсюда, конечно, не следует, что лес нужно истреблять, так как если он не всегда сберегает грунтовые воды, то он охраняет многое другое. Он закрепляет и тучие пески, мешает разрастанию оврагов,

мешает быстрому таянию снегов, которое может производить большие разрушения поверхностных слоев почвы, размывать их и их частицами заносить ручьи и источники. Этого уже достаточно, чтобы понять великое значение леса и стараться не только сохранять существующие леса, но и разводить новые; однако, не нужно и преувеличивать значение леса, а необходимо стараться справедливо отнестись к лесу, т.-е. точно, научно учитывать его силу и его слабые стороны.

Посмотрим теперь, к какому выводу по отношению к влажности почвы и богатству грунтовых вод должны привести нас наблюдения над приходом и расходом влаги в лесу и над лесом.

Прежде всего следует отметить, что многие исследователи признают за лесом способность притягивать к себе дожди и объясняют это тем, что над лесами всегда находится столб более холодного воздуха, получающегося от сильного испарения в воздухе кронами деревьев воды. Этот холодный столб воздуха заставляет проходящие тучи сгущаться над лесами и над ними же разражаться дождем. Вопрос о способности леса притягивать дожди, не может, однако, считаться окончательно решенным для всех климатов, так как на ряду с показаниями в пользу леса, имеются и противоположные показания для Сев. Америки, Швеции, Сев. Африки.

Допустим, однако, что права первая группа исследователей и проследим судьбу той влаги, которая выпадает над лесом.

Оказывается, прежде всего, что значительная часть этой влаги не попадает на поверхность лесной почвы, а остается на листьях и ветвях деревьев и испаряется обратно в воздух. Конечно, различные леса могут задерживать своими кронами неодинаковое количество влаги, что и понятно, так как леса могут быть молодые и старые, густые и редкие, лиственные и хвойные. В среднем можно принять, что леса могут задержать от одной пятой до трети, а иногда и немного более выпавших осадков, при чем хвойные леса задерживают больше лиственных, которые способны задерживать летние осадки (дождь), а зимние (снег) задерживают мало. Таким образом, если бы даже лес и получал больше осадков, чем соседнее поле или степь, то отсюда еще далеко не следует, что и лесная почва получит извне больше влаги, чем полевая или степная.

Но у леса есть большое преимущество перед открытыми пространствами в том, что он, не пропуская сквозь свои кроны большого количества солнечных лучей и ослабляя действие ветров, не дает влаге попавшей на поверхность почвы, быстро испаряться. Всем, конечно

известно, что после дождей, когда на открытых местах дороги уже высохли и пылят, в лесу они часто еще грязны, а по котловинкам и глубоким дорожным колеям стоит вода. Это, на первый взгляд, может произвести на исследователя обманчивое впечатление: ему может показаться, что лес вообще богаче водой, чем соседняя безлесная равнина, на самом же деле, это не так, или не всегда так. Что касается влаги, попавшей на почву, то можно сказать, что в лесу испаряется не более трети или половины того, что испаряет поверхность безлесной почвы. Таким образом, едва ли можно сомневаться в том, что поверхностные горизонты почвы увлажняются под лесами, в среднем, лучше, чем на безлесных равнинах.

Мы знаем, однако, что почва теряет свою влагу не только при помощи испарения с поверхности, но еще, и даже, главным образом, при действии растений, при чем травянистые растения высасывают влагу менее глубоких, а древесные—более глубоких горизонтов почвы. Следовательно, нам нужно решить вопрос, какая же растительность высосет вообще больше влаги из почвы: травянистая или древесная. Мы знаем, что вода нужна растению для образования его тканей и что между количеством производимого растением органического вещества и количеством принятой им и испаренной, или, как говорят, транспирированной воды существует известная зависимость, которая показывает, что чем больше производит растение этого вещества, тем больше ему нужно и воды на транспирацию. Считая грубо, можно сказать, что лес производит на одинаковую площадь, напр., на десятину, раза в полтора больше сухого вещества, чем травянистая растительность, а, следовательно, и воды он должен транспирировать больше. Поэтому не было бы ничего удивительного, если бы оказалось, что глубокие горизонты почвы под лесом иссушаются сильнее, чем под травянистой растительностью, и что грунтовые воды под лесом получают меньше влаги, чем под травой, особенно в течение того периода года, когда деревья живут и покрыты листвой (вегетационный период). И действительно, целый ряд наблюдений, главным образом, в черноземной полосе России, показывает, что верхние горизонты почвы под лесом влажнее, чем под степью, а глубокие, напротив, суше (В со ц к и й, М о р о з о в). Другие же наблюдения, произведенные в различных лесах России, как на юге, так и на севере, а также и в некоторых равнинных лесах Западной Европы, приводят к заключению, что грунтовые воды в лесу стоят обыкновенно ниже (глубже), чем в безлесной местности (О т о ц к и й, А н р и).

Мы можем, следовательно, по отношению к влиянию леса на почвенную влагу, сделать следующие заключения:

1) лес задерживает таяние снега и сток талых вод по земной поверхности, понижает испарение с поверхности и помогает поддержанию большой влажности в поверхностных горизонтах почвы;

2) он в то же время значительно иссушает глубокие горизонты почвы (грунт) и понижает уровень грунтовых вод.

Последний вывод мы можем распространить теперь не только на равнинные леса умеренной климатической полосы, но и на таковые же леса тропической области.

Упомянутые выводы нам пригодятся после, когда мы будем разбирать условия образования почв под лесами и особенно условия изменения уже готовых черноземных почв под влиянием поселения на них леса.

К сказанному до сих пор нужно еще прибавить, что лес влияет не только на влажность почвы, но и на ее теплоту (температуру). Мы уже говорили несколько раньше, что солнечные лучи меньше нагревают лесную, чем полевою почву, откуда понятно, что летом почва в лесу будет несколько холоднее, чем на поле. Зато зимой почва под лесом никогда так сильно не охлаждается, как на поле, и, значит, зимой лесная почва теплее полевой. Иначе говоря, в лесу не наблюдается тех резких переходов от тепла к холоду, какие могут быть в открытой местности.

Свойства отдельных почвенных типов и почвенных групп.

Классификация почв.

Поскольку мы в настоящее время знакомы с почвами земного шара, нам представляется возможным наметить на земной поверхности несколько **типов почвообразования**, иначе говоря, несколько способов развития почв. Таких типов намечается пять. Они, как явления географического порядка, не могут быть ограничены в природе друг от друга сколько-нибудь резко, а потому два соседние типа связываются друг с другом постепенным переходом, что дает возможность внутри каждого типа выделять ряд разностей. Упомянутые пять типов почвообразования таковы:

1. Почвы латеритного типа.
2. Почвы подзолистого типа.
3. Почвы степного типа.
4. Почвы болотного типа. куда мы относим и солончаковые почвы.
5. Почвы солонцового типа.

Почвы л а т е р и т н о г о типа залегают, главным образом, в тех областях тропического и субтропического климатов, где выпадает много дождей и где, в то же время, круглый год почва и воздух нагреваются сильно. В таких областях растет обыкновенно роскошная тропическая растительность: высокие непроходимые леса, перевитые и перепутанные лианами, доставляющие земной поверхности большое количество органических остатков, или травянистая растительность выше человеческого роста, так называемые саванны. Однако, от всей массы органических остатков, которая получается в тропических лесах и саваннах, почве достается немного гумуса, так как органические остатки здесь быстро минерализуются. Поэтому тропические почвы редко бывают окрашены гумусом; обычно их окраска зависит от водных окисей железа. Выветривание здесь идет очень быстро и сильно, камни здесь «гниют», как выражаются некоторые путешественники, и на поверхности нельзя найти куска твердой породы. Далее мы рассмотрим более подробно, как происходит здесь выветривание, а пока отметим только, что оно совершается в данном случае, главным образом, при участии воды с углекислотой и, отчасти, быть может, при участии углекислых щелочей, просачивающихся сверху.

Почвы п о д з о л и с т о г о типа занимают лесные и луговые области холодно-умеренного климата. Эти почвы хотя и получают из атмосферы не особенно большие количества влаги, но так как нагревание здесь, а значит и испарение влаги, сравнительно не велики, то почве все же остается достаточное количество полезной влаги. При тех условиях тепла и влаги, в которых образуются эти почвы, полная минерализация органических остатков не происходит, следовательно, гумус, хотя и в неособенно больших количествах, в почве накапливается. Этот гумус, однако, слабо минерализован, т.-е. содержит мало зольных элементов от него отщепляется. Особенно важно в данном случае отщепление и вынос извести, как элемента, закрепляющего перегной. Лишенный извести, перегной становится подвижным и может в замет-

ных количествах выносятся из верхних горизонтов почвы в более глубокие и рассасываются таким образом в толще грунта.

Почвы степного типа располагаются по обширным травяным равнинам умеренного климата, т. е. занимают области так называемых степей и, частью, пустынных степей. Органические остатки разлагаются здесь медленно, так как влаги не хватает. Поэтому в почве накапливается заметное количество гумуса, и тем больше, чем богаче степи травянистой растительностью. По мере того, как мы переходим к более сухим степям, количество гумуса понижается. В противоположность двум предыдущим группам, не содержащим солей, в этих почвах соли начинают накапливаться в подгумусовых горизонтах, причем главное место принадлежит углекислой извести, а второе—сернистой (гипсу). Подгумусовые горизонты ясно вскипают от соляной кислоты.

Почвы болотного типа образуются там, где влага постоянно насыщает верхние горизонты почвы и не дает органическим остаткам разлагаться сколько-нибудь полно. Поэтому в таких почвах накапливаются как мало окисленные соединения гумуса, так и полурасложенные органические остатки (торф). В них с грудом проникает воздух, почему нередко явления раскисления (восстановления), благодаря которым эти почвы зачастую содержат соединения, не встречающиеся в других почвах, как-то: сернистое и углекислое железо, фосфорнокислую закись железа, так-называемый вишнякит, минерал цвета синьки.

Мы относим к этой группе все болотные почвы лесных областей умеренного климата, которые, по мере приближения к степной полосе, сменяются так-называемыми мокрыми или неструктурными солончаками.

К этой же группе мы относим торфяные почвы сухих мест тундры и торфяные же почвы горных вершин.

Почвы солонцового типа, пересыщающиеся влагой не постоянно и имеющие приток влаги, между прочим, снизу, залегают более или менее крупными пятнами в областях степей и пустынных степей. В последних они иногда настолько широко развиты, что являются, несомненно, зональными, так, что мы можем говорить о зонах солонцовых почв земного шара. Условия разложения в них органических остатков, а также и процессы выветривания отличаются значительной сложностью, а потому мы рассмотрим их позже, в связи с описанием строения этих почв. К танной группе мы относим так-называемые столбчатые солонцы или просто солонцы и солонцеватые почвы.

В более полном виде наша классификация имеет такой вид:

I. Почвы латеритного типа:

1. Латериты.
2. Красноземы.
3. Желтоземы.

II. Почвы подзолистого типа:

1. Первичные подзолистые почвы (лесные, луговые и болотно-подзолистые).

III. Почвы степного типа:

1. Чернозем (и регур)
2. Каптановые почвы.
3. Буроземы.
4. Белоземы или сероземы.
5. Красноземы.

IV. Почвы болотного типа.

1. Болотные (торфяные и иловатые) почвы.
2. Торфяные почвы сухих тундр.
3. Торфяные почвы горных вершин.

V. Почвы солонцового типа.

1. Структурные солонцы.
2. Солонцеватые почвы.

Как мы уже видели из предыдущего описания, перечисленные в таблице группы почв и отдельные типы их занимают нередко обширные области на земной поверхности, вытягиваясь более или менее широкими лентами, сменяющими друг друга с неменьшей правильностью, чем климатические и растительные полосы. Такие ленты однородных почв называют почвенными поясами или зонами, хотя, в действительности, очень немногие почвенные ленты опоясывают весь земной шар без перерывов. Эти зоны, кроме преобладающей в каждой из них почвы, несут и другие, подчиненные, которые в данной зоне могут быть названы и игразональными, тогда как господ-

ствующая почва называется зональной. Так, например, в степной или черноземной зоне зональной почвой будет чернозем, а интразональными—солонцы, солончаки и деградированные почвы. Сам чернозем, будучи зональной почвой в степной зоне, может явиться интразональной почвой в подзолистом зоне, и т. д.

Ленты почв, как оказывается, располагаются правильно не только в горизонтальной плоскости, но и в плоскостях вертикальных, т. е. на высоких горах, что довольно легко проследить на Кавказе, в Алтае и Туркестане. Известно, что при поднятии на высокие горы наблюдается постепенное изменение температуры и влаги, т. е. климатических условий. У подножия горы может быть настоящий тропический климат, а на ее высокой вершине будут вечные снега и льды. Понятно, что с изменением климата меняется растительность, а вместе с ней и почвы. Поразительным примером в этом отношении являются у нас в Закавказье окрестности Эривани. Ближайшие к Эривани места представляют настоящую пустынную степь со светлыми почвами, поднимаясь от Эривани по направлению к горе Али-Бек, путешественник из области пустынной степи постепенно переходит в степь с ковылем и настоящими черноземами, далее он попадает в полосу лесов, сначала с деградированными суглинками, а несколько выше с типичными подзолами.

Выше леса располагаются горные луга с их темноцветными почвами, а самая вершина горы Али-Бек покрыта коричневыми торфянистыми почвами. Все расстояние между Эриванью и вершиной горы Али-Бек измеряется приблизительно 60-ью верстами.

Перейдем теперь к более подробному ознакомлению со свойствами отдельных почвенных групп, типов и разновидностей.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЕСТЕСТВЕННЫХ ВИДОВ ПОЧВ.

Почвы латеритного типа.

Наиболее типичными почвами обильно увлажняемых тропических областей являются так называемые латериты (от латинского слова *later*, что значит кирпич). На кирпич они похожи, впрочем, только своим цветом, да и то, как увидим ниже, не всегда. Почвы эти в своих верхних горизонтах имеют иногда губчатое или cellularное сложение, т. е. состоят как бы из клеточек (*cellula*—клеточка). Стенки клеток твердые, а внутреннее пространство наполнено более рыхлой массой, которая, при обнажении латерита на стенках оврагов, может сравнительно легко вымываться дождями. Упомяну-

тые стенки образуются водной окисью железа, которая накапливается в верхних горизонтах почвы в таких больших количествах, что латериты местами разрабатываются, как железные руды. Водная окись железа в латеритах не та, которая обычно встречается в почве наших климатов, а более бедная водой; она приближается, повидимому, к турьиту, состоящему из двух частиц окиси железа и одной частицы воды. Распространенный в наших почвах лимонит или бурый железняк содержит на две частицы окиси железа три частицы воды. Вместе с водной окисью железа в верхних горизонтах латерита накапливается и водная окись алюминия, а также окислы марганца и титановая кислота. Щелочи и щелочные земли, как и кремнезема, наоборот, уносятся и совершенно вымываются из почвы. Органических веществ, т. е. почвенного гумуса, как уже отмечалось раньше, в латерите немного, а потому немного и азота.

Из сказанного ясно, что настоящие латериты, как почвы, не содержащие важнейших для растений питательных веществ: калия, кальция, азота, очень бедны и мало пригодны для культуры: поэтому области настоящих латеритов являются обыкновенно и областями голода.

Если выветривание в тропиках, или, как это чаще бывает, в субтропических странах, не дошло до конца, или не было особенно сильным, то образуются не латериты, а близкие к ним почвы—красноземы, в которых уже не находят таких скоплений (стяжений) водной окиси железа, как в латеритах. Эти почвы чаще всего красного цвета, но оттенки его уклоняются то в сторону желтого, то в сторону фиолетового. Все такие цветовые разности красноземов известны в Бразилии, на острове Мадагаскаре, на Цейлоне и пр.

Красноземы (*terra rossa*) встречаются кое-где и в теплоумеренных странах. Так они известны по берегам Средиземного и Адриатического морей, на юге Японии. Повидимому, красноземы теплоумеренного климата менее разложены, чем субтропические почвы.

Почвы подзолистого типа.

К этой группе принадлежит весьма распространенные у нас в лесной и лесостепной областях (зонах) подзолистые почвы. Эти последние можно подразделить прежде всего на две большие подгруппы: первичных и вторичных подзолистых почв. Под первичными подзолистыми почвами мы понимаем такие, которые с самого начала возникновения почвообразовательного процесса стали формироваться по подзолистому типу, вторичными мы называем поч-

вы, которые раньше не принадлежали к подзолистой группе и в которых подзолистый процесс выветривания возник позже, благодаря изменившимся условиям почвообразования.

Останавливаясь сначала на первой из упомянутых подгрупп, отметим, что и в ней можно различить две разности; таковыми будут: а) лесные подзолистые почвы и б) луговые подзолистые почвы. В тех и других встречаются новообразования, носящие название орштейна¹⁾. Орштейном называются более или менее твердые конкреции красноватого, буроватого или черного цветов. Иногда эти конкреции отлагаются в виде целых слоев или прослоек, иногда в виде отдельных крупных гнезд, а иногда, накопив в форме более или менее округленных стяжений (конкреций). Первая форма (слои) наблюдается в песчаных подзолах, вторая (гнезда) в супесчаных, а третья (конкреции)—в суглинистых.

Приведем схемы разрезов наиболее резко выраженных подзолистых почв с орштейном. Для того, чтобы схемы эти были понятными, необходимо пояснить, что, описывая какой бы то ни было почвенный разрез, мы рисуем, так сказать, ту картину, которую видит наблюдатель на вертикальной стенке более или менее глубокой почвенной ямы. Всякий почвенный разрез состоит из нескольких сменяющихся сверху вниз частей, отличающихся друг от друга своим цветом, сложением, структурой и другими видимыми признаками. Эти части называют горизонтами почвы. Один из этих горизонтов образуется при участии воды, просачивающейся сверху, и такие называются почвенными, другие образуются при участии воды, поднимающейся снизу (от уровня грунтовых вод); их называют глеевыми (Висоцкий). Среди почвенных горизонтов можно различать такие, из которых что-либо вынесено механически или химически, и такие, в которые что-либо внесено одним из указанных только что способов. Первые называют элювиальными (от слова eluo—вымываю), вторые—иллювиальными (illuo—вмываю). Элювиальные горизонты или части их могут быть в то же время аккумуляционными (Захаров) или собирающими. Это будут такие горизонты, которые теряют что-то из своего минерального состава, но в то же время собирают продукты, накопленные органическими остатками. Элювиальные горизонты обозначают буквой А (отдельные их части будут А₁, А₂), иллювиальные—буквой В (В₁, В₂), а глеевые—буквой G. Теперь будут ясны приводимые непосредственно ниже схемы.

¹⁾ Орштейн—испорченное немецкое Erzstein—рудный камень по русски рудняк Французы называют это образование alios

Песчаные подзолы.

- I. A₁—Серого цвета, рыхлый, небольшой мощности.
A₂—Белый рыхлый горизонт.
B—Плотный орштейновый горизонт.
C—Песок, материнская порода.
- II. A₁—Темного, почти черного цвета, иногда значительной мощности.
A₂—Грязновато-белый горизонт значительной мощности.
B—Темнобурый, иногда почти черный, орштейновый.
G—Сизоватые с ржавыми и синеватыми или зеленоватыми, иногда черными пятнами и прослойками горизонты, лежащие над уровнем грунтовой воды.

Глинистые подзолы.

- I. A₁—Серый и светлосерый горизонт с отдельными крушинками (горошинками) орштейна темнобурого, иногда черного цвета.
A₂—Белый горизонт пластинчатой структуры, пористый, иногда только крупнопористый, без заметной структуры. Встречаются такие же орштейновые конкреции, как и в предыдущем горизонте.
B—Бурый, более плотный, чем предыдущие горизонты, также нередко содержащий крушинки орштейна.
C—Бурая глина или суглинок (материнская порода).
- II. A₀¹⁾—Бурочерный торфянистый горизонт.
A₁—Черный торфянисто-землистый, мощный.
A₂—Грязновато-белесый с орштейновыми зернами.
B—Буро-ржавый горизонт.
G—Горизонт с синеватыми пятнами, темными пятнами и прослойками, находящийся над уровнем грунтовой воды.

Данные схемы ясно показывают, что среди подзолистых почв с орштейнами опять таки существуют две категории, особенно резко различаемые среди песчаных подзолов: одна—типично-подзолистые почвы без признаков заболачивания, а другая—торфяно-подзолистые или подзолисто-глеевые почвы с ясными признаками заболачивания и с близким к поверхности залеганием гле-

¹⁾ Буквой A₀ обозначают торфянистые горизонты

евых горизонтов. Лугово-подзолистые почвы ближе стоят к группе подзолисто-глеевых, так как имеют мощные гумусовые горизонты и неглубокие глеевые. Последние категории подзолистых почв представляют переходы к болотному типу почвообразования. Две только что упомянутые группы отличаются друг от друга и по химическим свойствам, но на этом вопросе мы остановимся несколько ниже.

Подзолистые почвы без ортштейна образуют также очень обширную подгруппу, отдельные разности которой отличаются внешним образом друг от друга степенью развития горизонтов A_2 и В. Те разности, у которых горизонт A_2 представляется в виде сплошного слоя более или менее значительной мощности, а горизонт В вполне отчетливо выражен, называют подзолами,¹⁾ разности у которых горизонт A_2 не имеет сплошного развития, а представляется в виде белесых разорванных пятен, прожилок, карманов, при чем горизонт В обособляется менее резко, называются подзолистыми почвами и, наконец, те разности, у которых горизонт A_2 выражен отдельными пятнами или совсем не обнаруживается на глаз, а горизонт В слабо отграничивается, называются слабо-подзолистыми почвами (старое, не особенно удачное, слово—дерновые почвы).

Мы не останавливаемся здесь на более подробных описаниях различных разрезов группы первичных подзолистых почв, которые дали бы возможность обособить и другие, более мелкие разновидности. Полагаем, что и сказанного достаточно для того, чтобы видеть, какая пестрота почвенного покрова свойственна нашей ответной лесной полосе (таежной полосе Сибири в том числе). Распределение упомянутых разностей первичных подзолистых почв в любой части подзолистой зоны строго связано с условиями местного рельефа, даже с мелкими изменениями этого последнего (микрорельеф). Но и в общей схеме распределения подзолистых почв в пределах всей зоны наблюдается известная закономерность: на более влажных окраинах европейско-азиатской подзолистой зоны: западной (Финляндия) и восточной (Амурская, Приморская обл.) наблюдается преобладание заболоченных (торфяно-подзолистых или подзолисто-глеевых) разностей над типично-подзолистыми. По мере движения к северу в пределах подзолистой зоны наблюдается ослабление подзолистого процесса. Явление это свойственно, повидимому, наиболее континентальным частям подзолистой зоны (Восточная Сибирь), при чем самые континентальные части последней (Якутская область) начинают получать некоторые признаки,

¹⁾ В последнее время, однако, многие исследователи подзолистых почв средней России утверждают, что подзолов без ортштейна несуществует

свойственные более сухим почвенным зонам (появление солонцов и солончаков).

Подзолистые почвы, кроме Европейской и Азиатской России, существуют в Западной Европе, в Северной Америке (северная зона) и в Южной Америке (южная зона). Американские подзолистые почвы почти не изучены, особенно на юге, где их можно ожидать на Огненной Земле и в самой южной оконечности материка (область распространения буковых лесов).

Подзолистый тип почвообразования характеризуется следующими химическими признаками: горизонт A_1 и особенно A_2 представляются заметно, а иногда и сильно выщелоченными; они обеднены основаниями и полуторными окислами (окись алюминия, окись железа) и обогащены кремнеземом. При большой гумусности и некоторой торфянистости гор. А, обеднения основаниями иногда не наблюдается (особенно известью), так как этот горизонт является в то же время и аккумуляционным. Горизонты В и орштейновые обогащаются полуторными окислами, окислами марганца, фосфорной кислотой и гумусом, при чем у лесных подзолистых почв орштейн накапливается обычно много железа и глинозема и сравнительно мало гумуса, тогда как у торфяно-подзолистых, где наблюдается более глубокое залегание орштейна, накопление полуторных окислов в орштейне не велико, но зато здесь наблюдается значительное скопление гумуса. Между двумя отмеченными типами орштейна существуют промежуточные формы.

У подзолистых почв без орштейна полуторные окислы накапливаются в горизонте В, при чем такое накопление является результатом вымывания тонкозернистых частиц (мельче 0,001 мм. в диаметре), выносимых из поверхностных горизонтов (A_1 и A_2), вместе с золями гумуса, который здесь отличается большей подвижностью.

Орштейн образуется взаимодействием долей гумуса и гидратов окиси железа, отчасти марганца и иногда глинозема. При определенных количественных соотношениях между железом и гумусом, последний осаждает гидраты окиси железа в значительных количествах, осаждаясь при этом сам в небольших дозах. Для осаждения глинозема требуются значительно большие количества гумуса.

Распределение гумуса в подзолистых почвах отличается тем, что убывание гумуса в глубину идет не постепенно, а довольно резким скачком. Горизонт A_1 иногда содержит довольно заметное количество гумуса, в горизонте же A_2 гумуса часто ничтожные количества. В некоторых случаях наблюдалось небольшое увеличение количества гумуса в горизонте В, при чем, однако, это увеличение выражалось лишь

в десятых долях процента. Растворимость гумуса у подзолистых почв в воде довольно велика, особенно в горизонте A_2 .

Водные вытяжки из первичных подзолистых почв лесного происхождения отличаются следующими признаками. Они имеют чаще кислотный характер, при чем кислотность обыкновенно ослабевает по мере углубления. У лугово-подзолистых почв кислой реакции, однако, нет, а чаще слабо щелочная, глеевые горизонты характеризуются уже всегда слабо щелочной реакцией. В водной вытяжке всех подзолистых почв количество растворимых органических веществ, иногда совершенно бесцветных, значительно превышает количество растворимых минеральных веществ. Содержание последних часто совершенно ничтожно, что указывает не только на резкое выщелачивание растворимых веществ из минеральной составной части почвы, но и на вынос зольных элементов почвенного гумуса. Особенно сильно вымыта известь, что, повидимому, и влияет на подвижность перегноя.

Вторичные подзолистые почвы, как уже отмечено выше, получаются путем изменения других почвенных типов, как-то. чернозема, луговых подзолистых почв, болотных почв, иногда даже солонцов.

Процесс постепенного изменения чернозема с превращением последнего в почву подзолистого типа, носит название *деградации*. Дегградация может совершаться под влиянием леса, надвинувшегося на степь, но может, повидимому, происходить и без участия леса, при изменении условий влажности в поверхностных горизонтах, в сторону увеличения последней. Поэтому наблюдается две разности деградированных черноземов. У первой разности (под лесом) признаки дегградации начинают прежде всего отмечаться в нижних частях гумусовых и подгумусовых горизонтов, внешним образом дегградация в этом случае выражается в посветлении нижних частей гумусовых горизонтов (появление подзолистой окраски), в изменении их структуры (появление ореховатости) и в понижении горизонта солей. Если такой процесс дегградации продолжается, то гумусовые горизонты сереют до самого верху и получают в A_2 типичную ореховатую структуру (этот горизонт распадается на многогранные отдельности, орешки), а под ним развивается плотный краснобурый горизонт В без солей. В этой стадии дегградации почва называется *деградированным суглинком*¹⁾ Если же гумусовые горизонты строятся по типу подзолистой

¹⁾ Различают темные и светлые разности у первых пори. В еще сильно покрашен гумусом

почвы, а кратновато-бурый горизонт (В), иногда вверху и внизу разединенный подзолистыми пятнами и языками (появление внизу как бы второго подзолистого горизонта), сохраняется, почва получает название вторично-подзолистой. В промежутках между деградированными суглинками и вторичными подзолами стоят почвы, у которых горизонт A_2 разделяется на две части. верхнюю бесструктурную, часто листоватого сложения и нижнюю—ореховатую.

Деградация супесчаных черноземных почв начинается с расслаивания нижней части мощного гумусового горизонта на несколько довольно широких полос. В дальнейшем эти полосы распадаются на ряд более тонких полосок, вымываемых еще глубже. Получается зебровидная поверхность разреза. Наконец, эти полоски, обогащаясь гидратами окиси железа, становятся бурыми и получают название «псевдофибр» (Высоцкий). Сущность деградации заключается в том, что, при увеличивающемся количестве влаги, гумус черноземной почвы начинает терять много извести. В силу этого возрастает подвижность не только гумусового комплекса, но и находящихся с ним в связи топчающих части почвы (суспензий). Все это понемногу исчезает из верхних горизонтов и уносится вглубь. Остающиеся отмытыми кварцевые зернышки образуют так называемую «присыпку», которой и выражается подзолистость.

Деградация в отсутствии леса, особенно при продолжительной распашке, выражается в посветлении поверхностных горизонтов. Эти последние кажутся в сухом состоянии светло-серыми, получают подзолистый оттенок, тогда как более глубокие горизонты сохраняют темную окраску. В этом типе деградации понижения горизонта солей и образования красно-бурых подгумусовых горизонтов не наблюдается.

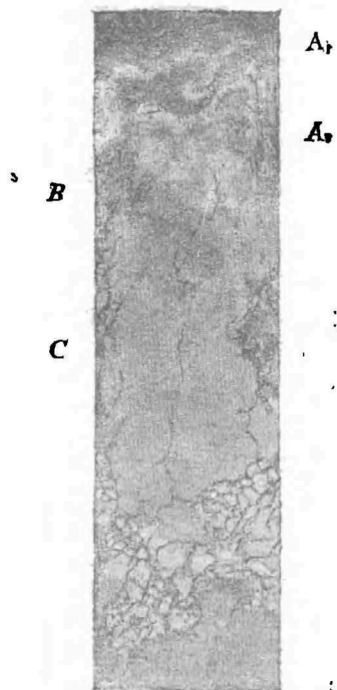
Химические свойства вторичных подзолистых почв, в общем, таковы же, как и у первичных, но наблюдающиеся у последних признаки выщелачивания горизонта А, кислотность вытяжки и пр. здесь несколько ослаблены.

Как уже отмечалось, превращаться в подзолистые почвы могут не только черноземы, но и луговые почвы (почвы болотного типа), а также солонцы. Со свойствами таких деградированных почв мы познакомимся после изучения солонцовых почв.

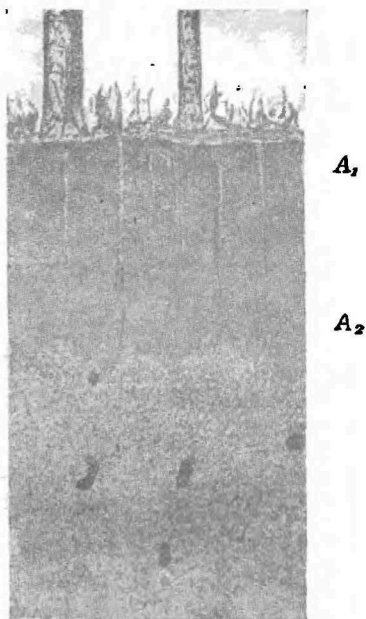
Сопоставляя все сказанное о подзолистом типе почвообразования, мы можем дать следующую классификационную таблицу подзолистых почв.



Способ выемки почвенного образца.



Подзол суглинистый.



Деградированный чернозем.



Чернозем Енисейской губ.

Первичные
подзолистые
почвы.

Торфянисто-подзолистые или подзолисто-глеевые почвы являющейся переходом к болотному типу почвообразования, с черными или бурочерными орштейнами и иллювиальными горизонтами. Глизики к поверхности глеевые горизонты. Лугово-подзолистые почвы.

Лесные подзолистые почвы с бурными или краснобурными орштейнами.

Подзолистые почвы без орштейна: подзолы, подзолистые и слабо подзолистые разности.

Вторичные
подзолистые
почвы.

Вторичные подзолистые почвы бывшего предстепня.

Темные и светлые деградиров. суглинки и супеси.

Слоисто-ореховатые деградированные почвы.

Деградированные черноземы: а) при помощи леса, б) без участия лесной растительности.

Подзолистые почвы, получившиеся из луговых.

Подзолистые почвы, получившиеся из солонцов.

Географическая схема распределения подзолистых почв Евразии такова:

Слабо или скрыто—подзолистые почвы пограничной с тундровой зоной, преимущественно восточная часть зоны.

Почвы явно подзолистые лесные, или луговые; на крайнем западе и крайнем востоке преобладание луговых и торфяно-подзолистых, гумусовые подзолы — по терминологии финнов (Ф р о с т е р у с).

Вторичные подзолистые почвы, в том числе и деградированные черноземы.

Почвы степного типа.

Представителем этой группы почв является чернозем, изучение которого положило основу русскому почвоведению. Чернозем—это почва травянистых степей, образующаяся в таких климатических областях, где влаги хватает для роскошного развития трав, но ее же недостаточно для полного разложения образующейся массы органических остатков. В просторечии черноземом называют всякую темную или черную почву, относя сюда и почвы сырых лугов или заболоченных низин, но в науке этого не делают, так как черные почвы различного

происхождения различаются и по своим свойствам, а свойства черной луговой почвы совсем другие, чем у настоящего степного чернозема.

В степях, где влаги не хватает для разложения растительных остатков, не хватает ее и для вымывания солей, получающихся, как мы уже знаем, частью из минеральной составной части почвы, а главным образом из золы растительных остатков. Поэтому в черноземах непосредственно под темными гумусовыми горизонтами, а иногда даже и внутри этих последних появляются соли. Такими солями являются углекислая известь (всегда) гипс (иногда). Первая выделяется в различных формах: иногда она обнаруживается в виде тонких, пересекающих друг друга ниточек, напоминающих мицелий плесневых грибов. и такая форма выделения носит название псевдомицелия (ложного мицелия), иногда образует мягкие пятнистые включения, прожилки и пр. Различные формы выделения углекислой извести свойственны различным разностям чернозема.

Внимательно наблюдая строение чернозема в различных местах русской равнины, нетрудно убедиться в том, что чернозем неодинаков и по мощности, и по структуре, и по цветовым оттенкам, и по формам выделения углекислой извести, и что различающиеся всеми указанными внешними признаками разности чернозема разбросаны в пределах черноземной зоны не случайно, а по определенному закону. Короче говоря, разности чернозема слагают как бы подзоны, последовательно сменяющие друг друга по мере движения в Европейской России с СЗ на ЮВ. Таковых разностей в настоящее время насчитывают до пяти, а именно: 1) северный чернозем, 2) выщелочный чернозем, 3) мощный чернозем, 4) средний или обыкновенный чернозем и 4) южный чернозем.

Северный чернозем, как показывает самое название, приурочен к северной части черноземной полосы, где уже начинают появляться, как постоянные слагаемые почвенного покрова, в различной степени деградированные почвы. Внешние признаки северного чернозема очерчены пока недостаточно полно; обыкновенно отмечают сероватый оттенок этой разности слоеватость или плитчатость горизонта A_1 , неравномерность окраски A_2 (нижняя часть гумусового горизонта); повидимому, северный чернозем представляет, в сущности, деградированный чернозем.

Выщелоченный чернозем имеет под гумусовыми горизонтами безкарбонатный иллювиальный горизонт, знаменующий, как бы начало перехода к более северному типу почвообразования, подзолистому.

Мощный чернозем характеризуется следующими внешними признаками: общая мощность гумусовых горизонтов ($A_1 + A_2$) достигает одного метра (иногда несколько больше), при чем на долю верхнего горизонта (A_1) приходится половина или даже больше половины общей мощности. Горизонт A_1 равномерно окрашен и имеет ясную зернистую структуру. Переход в горизонт A_2 постепенный, благодаря чему очень трудно разграничить эти два горизонта. Окраска A_2 равномерная, постепенно ослабевает к низу, и только в конце горизонта заметна бывает слабо выраженная языковатость и пятнистость. Верхняя часть этого горизонта имеет зернистую структуру, которая глубже переходит в комковатую и затем в призмовидно-комковатую. Углесоли чаще всего в форме псевдомицелия.

Обыкновенный или средний чернозем имеет мощность гумусовых горизонтов ($A_1—A_2$) около 70—75 сантиметров, при чем на долю горизонта A_1 приходится меньше половины общей мощности. Горизонт A_1 переходит в A_2 хотя и постепенно, однако граница между ними может быть уловлена достаточно ясно. Горизонт A_2 имеет у среднего чернозема ясную пятнистую и языковую окраску (темные пятна и языки чередуются с пятнами и языками, приближающимися по цвету к материнской породе). Горизонт A_1 у среднего чернозема зернистый с некоторой наклонностью к комковатости, комки легко распадаются на зерна. В горизонте A_2 зернистость переходит в комковатость и потом в призмовидную комковатость. На залежах горизонт A_1 в верхних 5—10 сантиметрах имеет слабо выраженную слоеватость, при распахивании исчезающую. Углесоли в виде пленок, налетов, пленок, а южнее — глазков.

Южный чернозем характеризуется прежде всего сероватым оттенком своих гумусовых горизонтов, из-под которого, впрочем совершенно явственно выступает основной черный тон почвы. Такой же серый оттенок присущ, как увидим дальше, и каштановым почвам, но из-под него у последних не менее ясно выступает основной бурый цвет почвы. Мощность гумусовых горизонтов от 60 до 70 сантиметров и менее, при чем на долю верхнего горизонта (A_1) приходится обычно от 10 до 20 сантиметров. Горизонт A_1 , ясно слоеватый, обнаруживает мелкокрупитчатую или пороховидную структуру (размер отдельностей 0,5—1 миллиметр); переход в горизонт A_2 быстрый. Горизонт A_2 с ясно выраженной языковатой и пятнистой окраской; верхняя треть или половина A_2 имеет зернистую структуру, а глубже зернистость переходит в мелкую комковатость и потом в призмовидную

комковатость. В разрезе гумусовые горизонты слабо уплотнены, имеют вертикальные трещины и поэтому выламываются призмовидными комками, но комки горизонта A_1 легко крошатся на пороховидные элементы, а комки верхней половины A_2 на зернистые. Углекислый кальций выделяется в форме **белоглазки**. Часть горизонта белоглазки сильно уплотнена. На некоторой глубине показывается **гипс**. Сквозь толщу безгумусового горизонта проходят вертикальные и горизонтальные трещины, по первым далеко вглубь разреза уходят тонкие жилки (протеки) гумуса.

В Предкавказьи и Приазовском крае описана еще одна разность чернозема с очень мощным и карбонатным гумусовым горизонтом, не имеющим определенной структуры. Этот **предкавказский** и **приазовский** чернозем считается **провинциальной** разностью черноземных почв, но можно поставить вопрос и о том, не является ли он представителем самой южной **подзоны**, продолжающейся и на черноморское побережье. Этот чернозем вскипает почти с поверхности, содержа карбонаты часто в виде **псевдомицелия**.

Все описанные признаки свойственны суглинистым разностям чернозема и притом залегающим на высоких равнинных водоразделах (плато), где нет ни скопления избыточной влаги на поверхности, ни подтока грунтовой воды снизу. Такие условия залегания называют **плакорными** (**Высоцкий**), и для того, чтобы ознакомиться с основными свойствами любого почвенного типа, нужно изучать его внешние признаки (морфологию) именно в плакорных положениях.

Черноземы, залегающие на различной крутизне склонах, в местах несколько пониженных, точно также черноземы, развивающиеся на песчаных или каменистых материнских породах, могут и должны отличаться своими внешними признаками от только что описанных, и эти отличия при подробных исследованиях должны отмечаться.

К данному уже описанию внешних признаков черноземных почв мы должны прибавить, что у девственных (не паханных) черноземов на поверхности наблюдается присутствие растительного войлока, в виде сухой переплетенной массы мелких корешков, с незначительной примесью песка и мельчайших глинистых частиц. Реже на поверхности лежит слой бурой порошковатой трухи, по которой нога ступает, как по ковру.

К числу характерных признаков черноземного разреза принадлежит также присутствие **к р о т о в и н**. Кротовины—это засыпанные норы роющих животных, каковы: **сурки**, **суслики**, **слепцы**, **земляные**

зайцы. На разрезе кротовины представляются в виде округлых, овальных и неправильной формы пятен, при чем пятна эти в гумусовой части разреза выделяются тогда, когда они заполнены материалом материнской породы, а в подгумусовой,—когда выполнены материалом гумусовых горизонтов. Присутствие кротовин нередко мешает точно устанавливать границы и мощность отдельных гумусовых горизонтов и заставляет исследователя бросать одну выкопанную яму и делать по соседству другую. Сильно перерытые и обычно высоко вскипающие черноземы выделены в последнее время в группу **кротовинных черноземов** (Панков). Таковые занимают чаще всего высокие части водоразделов, куда спасались роющие животные от орудий земледельца, начавшего распахивать прежде всего окраины водоразделов.

Переходя к химическим свойствам чернозема, отметим, прежде всего, что в противоположность ранее описанным типам почв (латериты, подзолистые почвы), верхние горизонты чернозема (А) представляются очень слабо выщелоченными. Из них, насколько можно судить по существующим анализам, выносятся лишь некоторые количества оснований и кремнезема, тогда как полуторные окислы остаются неподвижными. Не происходит и заметных механических передвижений тонких почвенных частиц из поверхностных в более глубокие горизонты (за исключением северных разностей).

Гумуса в черноземах различное количество, а именно:

в северном черноземе	4—6%
» мощном черноземе более северных широт	6—10
в мощном черноземе более южных широт	10—14 и более %
» обыкновенном (среднем) черноземе	6—10
» южном черноземе	5—6
» приазовском около	5—6%

Эти цифры относятся опять-таки к суглинистым разностям чернозема и к плакорным условиям его залегания.

В почвенном разрезе гумус распределяется без резких скачков, постепенно убывая в глубину, количество углекислоты столь же постепенно увеличивается по мере углубления, но это увеличение идет до известного предела, ниже которого вновь наблюдается падение количества углесолей.

Гумус чернозема отличается сравнительно малой растворимостью в воде, что особенно справедливо по отношению к гумусу поверхност-

ного горизонта (A_1); в горизонте A_2 растворимость гумуса заметно повышается, но и здесь степень растворимости не достигает тех величин, которые получаются для гумуса подзолистых почв.

Водные вытяжки из черноземных почв имеют слабую золотисто-желтую окраску для поверхностных горизонтов; они почти бесцветны для горизонтов более глубоких. Реакция водной вытяжки обыкновенно слабо-щелочная, при чем щелочность возрастает по мере углубления. Количество переходящих в раствор минеральных веществ здесь почти равно количеству растворяющихся органических веществ. Засоленность черноземных почв ничтожная, так как хлора и серной кислоты в водных вытяжках содержатся лишь тысячные доли процента. Из минеральных веществ преобладает в водной вытяжке известь. Надо думать, что значительная часть извести, переходящей в раствор, заимствуется из золы гумусовых веществ.

К сожалению, мы до сих пор не располагаем данными, которые позволили бы нам сравнить химические свойства всех разностей чернозема, но кое-что в этом отношении уже имеется для черноземов Тамбовской и Воронежской губ. Валовые анализы слишком грубы, чтобы обнаружить заметные различия, но в водных вытяжках эти различия выступают. Не следует забывать, что растения для своего развития нуждаются в сравнительно ничтожных количествах минеральных веществ, а потому, если грубый аналитический прием, каким является в данном случае валовой анализ, не обнаружит существенных различий в свойствах двух разностей чернозема, то отсюда нельзя еще сделать вывода, что эти разности проявят себя одинаково по отношению к культурным растениям.

Черноземные почвы занимают большие площади на земной поверхности. Почти сплошная полоса чернозема протягивается в южной части Европейской России, откуда чернозем проникает как на восток, так и на запад. На востоке, за Уралом, чернозем и его спутники (деградированные почвы, солонцы) тянутся почти сплошной полосой по Томской и части Томской губ. В более восточной части Томской губернии черноземная зона суживается, разбивается на отдельные острова, благодаря тому, что здесь страна начинает принимать горный характер, а горы в черноземной зоне не могут быть покрыты черноземом, а должны нести на себе почвы подзолистого типа. Такими же полосами и островами залегает чернозем в Енисейской, Иркутской губерниях и Забайкальской области, откуда черноземная зона проникает в северную Маньчжурию. До берега Великого океана чернозем, однако, не доходит.

как не доходит в Западной Европе до берегов Атлантического океана. И там, и здесь климат имеет морской характер, а чернозем—почва континентальных областей, а потому в морских климатах развиваться не может.

На территории Западной Европы чернозем известен в Германии, затем в Австрии, Венгрии, Румынии, Болгарии, но не все эти западноевропейские черноземы принадлежат горизонтальной зоне европейско-азиатского материка. Чернозем может являться, как и многие другие почвы, представителем и вертикальных зон, как например, чернозем нашего Предкавказья, предгорий Алтая и пр. Чтобы пояснить сказанное, заметим, что когда в юго-восточной России мы двигаемся, начиная, положим, от Сарепты, на юг, к Владикавказу, то сначала у Сарепты мы проходим область пустынной степи, лежащую к югу от зоны равнинного чернозема. По мере приближения к Владикавказу, эта степь, однако, начинает постепенно сменяться степью с черноземными почвами. Черноземные почвы, лежащие в данном случае южнее почв пустынной степи, являются здесь следствием закона вертикальной зональности почв, следствием того постепенного изменения, в сторону большей влажности, климата, которое обуславливается приближением к Кавказской горной стране. Подобная же смена почв наблюдается в предгорьях Алтая. Если исследователь движется по пустынным степям Акмолинской и Семипалатинской областей с запада на восток, то перебравшись через Иртыш и приближаясь к Алтаю, он постепенно переходит из сухой степи к степным черноземным пространствам.

Кроме Европы и Азии, северная зона черноземных почв распространяется и в Северную Америку, занимая здесь среднюю часть Соединенных Штатов и часть Канады.

В южном полушарии определенно известны черноземные почвы лишь в Южной Америке (Аргентина), но они, как и северо-американские черноземы, изучены крайне недостаточно.

Встречаются ли черноземные почвы в тропической области, вполне точно сказать нельзя. Как родственники чернозема, рассматривались темноцветные почвы Индостана, так-называемые регуры, но для полного отождествления регура с черноземом, не хватает подробного и ясного описания внешних признаков индостанских темноцветных почв и полного химического исследования этих последних.

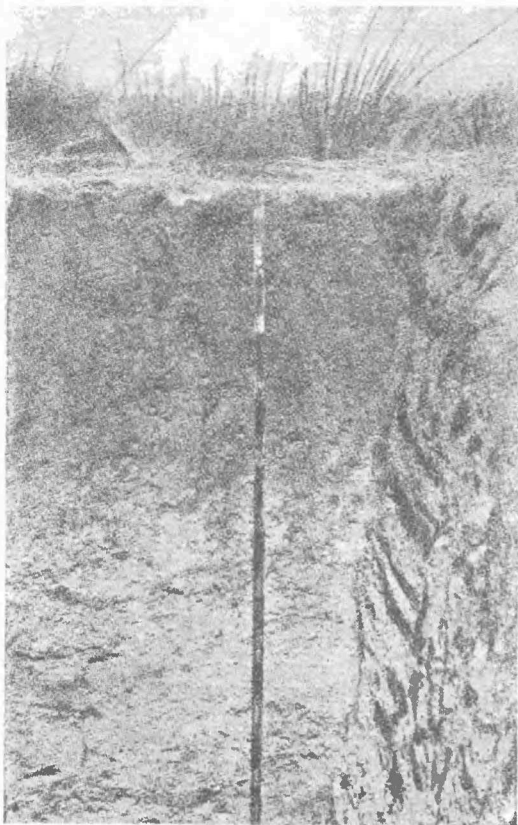
Черноземные почвы, встречающиеся, как уже сказано, на равнинах и в предгорьях, могут залегать и высоко в горах. Такие высокогорные черноземы наблюдаются там, где подошвы гор или предгорья сла-

гаются почвами пустынной степи. Высокогорные черноземы известны в горах Закавказья, где они образуются местами из базальтовой лавы, а также в горных хребтах Туркестана. Черноземы, развивающиеся на базальтовой лаве, отличаются богатыми выделениями углекислой извести. Последние образуют здесь почти сплошной белый слой под гумусовыми горизонтами чернозема. Происходит такое обогащение углесолями, как можно думать, в силу того, что базальтовая лава гораздо богаче известью, чем материнские породы равнинных черноземов Европейской России.

К тому же типу почвообразования принадлежат и некоторые почвы сухих степей, которые занимают огромные пространства к югу от черноземной зоны. Пустынные степи Европейской и Азиатской России непосредственно соприкасаются с черноземными областями, которые в них к югу и переходят постепенно. Уже цветовой отенок (сероватый), южного чернозема, намечает этот переход, так как все почвы русских пустынных степей, какого бы цвета они ни были, отличаются, вместе с тем сероватым оттенком.

Группу почв русских пустынных степей по цвету, содержанию гумуса и некоторым другим признакам, можно разбить на три подгруппы: каштановые, бурые (бурозем) и серые (серозем). В субтропических полупустынях появляются красноцветные почвы, которые ни по внешним признакам, ни по химическим свойствам, не имеют ничего общего с красноземами латеритного типа.

Каштановые почвы занимают в России самое северное положение среди почвенных образований пустынных степей и непосредственно соприкасаются с зоной чернозема, вдаваясь в последнюю отдельными языками по пониженным участкам рельефа. Эти почвы занимают довольно обширные пространства в Поволжье (Саратовская, Самарская губ.), откуда широкой полосой направляются на восток и более узкой—на запад. Через Донскую область и Таврическую губернию каштановая зона идет на юг Бессарабии, а через Оренбургскую губернию и Уральскую область, она же уходит в Тургайскую, Акмолинскую и Семипалатинскую области. Перед Алтаем, как уже упоминалось раньше, каштановая зона постепенно переходит в черноземную, и только по долинам южного Алтая мы встречаем каштановые почвы, которые связывают каштановую зону Западной Сибири с таковой же Восточной Сибири. В Восточной Сибири каштановые почвы встречаются на юге Енисейской губернии (Минусинский, частью Ачинский уезды), совершенно не заходя в Иркутскую губернию, где южные части заняты гор-



Каштановая почва Енисейской губ.



Бурый суглинок Акмолинской обл.



Серозем Туркестана.



Известковая корка туркестанских песков.

ными хребтами, и вновь появляются в южном Забайкалье, откуда сплошной полосой переходят в Маньчжурию, где, как и чернозем, не доходят до побережья Великого океана.

В Западной Европе каштановые почвы определенно известны в Румынии и Венгрии, встречаются они также и в Испании, где они, быть может, являются уже результатом вертикальной зональности.

В Северной Америке каштановые почвы не выделялись и не описывались, но едва ли можно сомневаться в том, что они тем существуют, ограничивая с запада и юго-запада область местного чернозема. Их существование представляется также вполне вероятным и в южной Америке (Патагония).

Кроме равнинных пространств, мы встречаем каштановые почвы и в горных странах, например в Туркестане, где они являются уже представительницами вертикальных почвенных зон.

Больше всего изучены со стороны географии, внешних признаков и химических свойств каштановые почвы Степного Киргизского края и, частью, Восточной Сибири (Енисейская губ., Забайкальская область).

Переходя к внешним признакам каштановых почв, отметим, что почвы эти отличаются темнобуроватым цветом своих гумусовых горизонтов, напоминающим цвет зрелых плодов каштана, откуда и получилось самое название описываемых почв. Темнобурые куски почв имеют вместе с тем явственный сероватый оттенок, подобный такому же южного чернозема. Горизонт A_1 каштановой почвы в верхней своей части (5—7 сантиметр.) отличается слоеватым сложением, несколько более светлым оттенком, и относительной рыхлостью от других частей гумусовых горизонтов. Нижняя часть того же горизонта совершенно лишена структуры и отличается некоторой плотноватостью. При раздавливании сухого комка последний распадается на пороховидные отдельности. Горизонт A_2 несколько светлее окрашен, плотноват, как и нижняя часть A_1 , и также лишен зернистой или ореховатой структуры. Окраска книзу ослабевает постепенно с легкой языковатостью или пятнистостью. Общая мощность гумусовых горизонтов достигает 60 сантим., если не считать отдельных гумусовых язычков и пятен, уходящих иногда и глубже. Горизонты A_1 и A_2 имеют ясно выраженные или замаскированные трещины через 5—8 сантим. Благодаря трещинам и плотноватости, оба горизонта выламываются призматическими кусками.

Вскипание с кислотой у каштановых почв наблюдается или в нижней половине горизонта A_2 , или даже с поверхности. Этот по-

следний случай связан с значительным содержанием углесолей в материнских породах. Иначе говоря, углесоли таких почв не являются результатом современного процесса почвообразования; они тем или иным способом были накоплены раньше. Вскипающие с поверхности каштановые почвы называются карбонатными. Можно здесь же отметить, что карбонатные разности известны и для черноземов, особенно южных.

В подгумусовых горизонтах каштановых почв замечаются значительные скопления углекислой извести в виде пятен, а также и гипса.

Просматривая механические анализы каштановых почв по горизонтам, нетрудно видеть, что и здесь, как в черноземе, вымывания тонких почвенных частиц из одного горизонта в другой не происходит.

Столь же незаметным оказывается и передвижение химических элементов. По крайней мере, валовые анализы показывают, что минеральная часть каштановых почв во всех горизонтах имеет почти один и тот же состав. Количество гумуса в каштановых почвах не превышает 5%, а чаще всего колеблется между 3 и 4,5%.

Водные вытяжки из каштановых почв дают всегда слабую щелочную реакцию; по мере углубления щелочности несколько увеличивается. Засоленность в поверхностных горизонтах ничтожная, но в глубоких (безгумусовых) она иногда бывает довольно значительной.

Среди каштановой зоны выделяют две подзоны: темнокаштановых и светлокаштановых почв.

Бурые почвы, располагающиеся в Европейской и Азиатской России к югу от каштановой зоны, отличаются от каштановых почв более светлым бурым цветом, при чем и здесь наблюдается обычно с поверхности тот сероватый оттенок, который присущ всем вообще почвам пустынной степи умеренного климата. Благодаря светлой окраске, гумусовые горизонты у бурых почв нередко с трудом отграничиваются от горизонтов безгумусовых. Общая мощность гумусовых горизонтов чаще всего колеблется между 40—50 сантиметрами. Как и среди каштановых почв, так и среди бурых, существуют разности карбонатные, т.-е. вскипающие с поверхности.

Количество гумуса в бурых суглинках колеблется между 1 и 2%, при чем гумус убывает в глубину столь же постепенно, как в черноземе и каштановых почвах. Водные вытяжки у буроземов обладают теми же свойствами, как и у каштановых почв, хотя здесь уже наблюдается ясный перевес количества минеральных растворимых веществ над количеством органических во всех горизонтах. Бурая зона

распадается на подзоны темнобурых и светлобурых почв.

Бурые почвы в Азиатской России, по мере движения на юг, по направлению к Сыр-Дарьинской области, постепенно сменяются светлыми сероземами (белоземами).

Занимая значительную площадь в нижнем Поволжье, а также в Уральской, Тургайской, Акмолинской, Семипалатинской и, частью, Семиречинской областях, бурые почвы отсутствуют в Восточной Сибири, так как те широты, где должны бы были находиться бурые почвы к востоку от Алтайской горной страны, входят уже в состав Китая.

Серые почвы или сероземы были обособлены впервые в Сыр-Дарьинской области (Неуструев), где они покрывают плато и склоны увалов между реками и речками, т. е. располагаются в волнистой местности, обеспечивающей сток поверхности вод. Пока исследователи были мало знакомы с почвами Туркестана, местные почвы носили название эолово-лессовых или просто лессовых. При этом допускалось, с одной стороны, что преобладающей материнской породой Туркестана является лесс, а с другой принималось, что лесс этот продолжает формироваться и в настоящее время, так что процессы почвообразования протекают здесь одновременно с чисто механическими процессами отложения лессовой пыли, переносимой ветрами (отсюда название «эоловый»). Более внимательное изучение туркестанских почв показывает, однако, что процесс почвообразования на местных равнинах протекает столь же нормально, как и на равнинах других почвенных зон, и что никакого одновременного, сколько-нибудь заметного, механического процесса не происходит. Следует прибавить к сказанному, что хотя сероземы Туркестана и располагаются часто на лессах и лессовидных породах, но известны случаи, когда тот же почвенный тип формируется и из других материнских пород.

Верхние слои сероземов окрашены в ясно сероватый тон, который от серого колеблется до серовато-бурого; окраска несколько буреет на глубине 10—20 сантим., чтобы на 30—50 сантим. снова сделаться более серой, благодаря массе карбонатных жилок и вообще увеличению карбонатов (углекислой извести); глубже делается часто пестрой от пятен и жилок углекислой извести и, наконец, превращается в однородный бурсерый, довольно темный от влажности, лесс. Сложение сероземов в верхних горизонтах слоеватое, часто слабо выраженное, наблюдается деление на чечевички; здесь почва умеренно



Защитная кора в Забайкалье.



Пятна солончаков каштановой зоны.



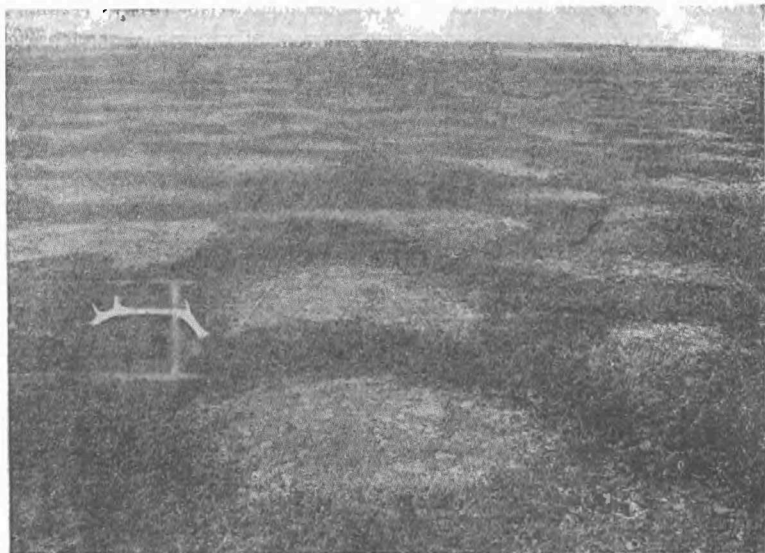
**Карбонатный солончак чернозем-
ной зоны.**

плотна и связана, благодаря корешкам злаков, но на глубине 5—10 сантим. часто легко рассыпчата. Глубже дырчатые (от деятельности червей и насекомых) горизонты отличаются рыхлостью; лопата легко идет в них, но глубже, в слое, богатом углекислой известью, почва становится жесткой, как камень; правда, это наблюдается не всегда. Сложение горизонта с углекислой известью комковатое или крупно-ореховатое. Глубже 80 сантим., а часто только на глубине 200 сантиметров, к почве возвращается снова умеренная рыхлость и рассыпчатость, вообще свойственная лессу. Под слоем с углекислой известью появляются часто жилки гипса (на глубине 130—200 сантим.). Верхние слои почвы летом сухи, только ниже слоя с углекислой известью замечается легкая влажность, свойственная также лессу в глубине (Неуструев).

Сколько-нибудь значительное количество гумуса (выше 1%, иногда до 2% слишком) содержится лишь в верхних 15 сантиметрах серозема, а глубже количество гумуса понижается до немногих десятых процента. Благодаря этому, в сероземе чрезвычайно трудно уловить границу между гумусовыми и безгумусовыми горизонтами почвы. Углесоли находятся во всех горизонтах почвы, но наибольшее их количество наблюдается на глубине 100—200 сантиметров. Валовые анализы по горизонтам показывают, что сколько-нибудь заметных передвижений минеральных веществ из одного горизонта в другой не происходит¹⁾. Водные вытяжки дают всегда слабую щелочную реакцию, при чем щелочность заметно не изменяется по мере углубления. Количество растворимых минеральных веществ значительно выше количества растворяющихся органических, при чем эта разница особенно резка, начиная с глубины около 10 сантим.

Все эти признаки не отличаются существенно от таковых же признаков других почв пустынных степей. Засоленность (количество

¹⁾ В предыдущем неоднократно говорилось о химических и механических анализах «по горизонтам почвы». Необходимо пояснить, что анализ одного какого-нибудь горизонта почвы не дает возможности делать никаких заключений о почве. Только тогда мы можем уяснить себе процесс почвообразования и окончательно отнести почву к тому или иному **типу почвообразования**, когда проанализированы все различаемые на почвенном разрезе горизонты почвы, каждый в отдельности. Сравнивая затем полученные данные, перечисленные на минеральное вещество, мы в состоянии ответить на вопросы, что потерял один горизонт, что приобрел за счет этой потери другой, происходило ли при почвообразовании механическое передвижение частиц почвы **или** ее составные части передвигались в растворах и пр. Этим путем мы решаем вопросы о происхождении (генезис) почв.



Пятнистая тундра.



Торфяно-бугристая тундра.

хлористых и серноокислых легко растворимых солей) сероземов также совершенно ничтожная.

Более детальное исследование Туркестанских равнин показало, что те почвы, которые вначале названы были сероземами, не являются представителями самой южной горизонтальной зоны русских пустынных степей, так как они занимают все же более повышенные районы. Наиболее низкие площади Туркестана покрыты еще более светлыми, почти белыми почвами (светлые сероземы или белоземы), а упомянутые выше сероземы представляют первую ступень в серии вертикальных почвенных зон Туркестана.

Сероземы, кроме Туркестана, известны в Закавказье (Д о к у ч а е в называл их б е л о з е м а м и). Есть основание полагать, что почвы сухих и теплых западных штатов Северной Америки имеют много общего с нашими сероземами. Близкие к сероземам почвы существуют также в окрестностях Мадрида, в Испании. Вообще же сероземы, свойственны, повидимому, сухим степям умеренного климата, отличающимся сравнительно теплыми зимами.

В субтропических и частью теплоумеренных пустынных степях почвы принимают красный или красноватый оттенок. Такие пустынно-степные красоземы изучены со стороны их внешних свойств и химических признаков, преимущественно в Алжире (Д р а н и ц ы н). По некоторым образцам из Испании (окрестности Саламанки) и Австралии можно думать, что по своим свойствам такие красоземы близки к описанным уже почвам наших пустынных степей.

Почвы болотного типа.

Болотные почвы пользуются наиболее широким развитием в таких климатических областях, которые или извне получают большие количества атмосферных осадков, или накапливают в поверхностных горизонтах земной коры много влаги; благодаря невысокой температуре и малому испарению. Следовательно, болотные почвы присущи, с одной стороны, богатым атмосферными осадками тропическим областям, а с другой — холодным частям умеренного климатического пояса.

Избыточное увлажнение отражается, прежде всего, на характере разложения органических остатков, находящихся на поверхности и в верхних горизонтах почвы. Затрудняя доступ воздуха внутрь почвы, пересыщение влагой создает условия неполного распада (гниения) органического вещества. Как известно, при этом разложение идет чрезвычайно медленно, при разложении развиваются особые газы: бо-

лотный, сероводород, фосфористый водород, окислы азота, свободный азот (относительно выделения последнего при гниении вопрос, впрочем, недостаточно изучен) и пр., накапливаются трудно разлагаемые азотистых и безазотистые продукты, частью принадлежащие к группе веществ гумуса, частью относящиеся к другим группам органических соединений. Азотистой, а особенно азотной кислоты образуется немного. Благодаря медленному разложению органических остатков, болотные почвы накапливают большие количества не только гумуса, но полуразложённых (иногда обугленных) органических остатков, сохраняющих строение производивших их растений.

Необходимо добавить, что болотные почвы развиваются не только под влиянием влаги, попадающей в них с поверхности, но и под влиянием влаги, поднимающейся к поверхности, так как в местах залегания этих почв грунтовые воды стоят не глубоко. Благодаря последнему условию, в болотных почвах нередко затруднительно бывает провести границу между собственно почвенными и глеевыми горизонтами.

В умеренном климате различают две главные группы болотных почв: а) приморские и б) пресноводные. Те же две группы намечаются, повидимому, и в тропических странах. Приморские болотные почвы (марши, лагунны — в умеренном, мангровые — в тропическом поясе) отличаются от соответственных пресноводных, во-первых, присутствием солей в ранних стадиях их развития, а во-вторых — меньшей торфянистостью своих гумусовых горизонтов.

Остановливаясь на строении ближе нам известных пресноводно-болотных почв умеренного пояса, отметим, что у них обыкновенно наблюдается более или менее торфянистый поверхностный мощный и темнокветный горизонт и лежащий под ним синеватый или зеленоватый горизонт с ржавыми пятнами и прожилками. При меньших степях заболачивания торфянистость верхнего горизонта уменьшается, а вместе с тем бледнеют и цветовые оттенки следующего горизонта, и последний теряет сплошность, будучи представлен отдельными синеватыми пятнами и подтеками.

Синеватый и зеленоватый цвета связаны с присутствием закисных соединений железа, которые в данном случае являются результатом отсутствия кислорода воздуха, благодаря избытку влаги, и наличности восстанавливающих органических веществ. Из соединений железа яркий синий (голубой) оттенок придает *вивианит* (фосфорнокислое железо — $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$). В совершенно неокис-

ленном состоянии минерал этот бесцветен, но при первых следах окисления получает голубоватый оттенок. Окисляясь дальше, он принимает зеленоватый оттенок, а затем бурый. При таком окислении **феррофосфат** (закисное соединение), каковым является вивианит, постепенно переходит в **феррифосфат** (окисное соединение).

Не так давно еще полагали, что процессы выветривания, происходящие в болотных почвах, совершаются в кислой среде. Однако, новейшие исследования показывают, что реакция **болотных** почв, как и грунтовых вод, не кислая, а слабо щелочная, что и понятно до известной степени, ибо там, где вода непрерывно или весьма продолжительно соприкасается с минералами, содержащими щелочи и щелочные земли, всегда должна наблюдаться щелочная реакция. Если это так, то выветривание под болотами должно вести к накоплению глины. Железо при этом может выноситься из поверхностных горизонтов, так как оно здесь нередко находится в виде закисных соединений, а таковые обладают растворимостью, а следовательно, подвижностью. Впрочем, такой вынос может происходить и в случае присутствия золь гидрата окиси железа вместе с золями гумусовых веществ. Имеющиеся аналитические данные подтверждают высказанные положения. Благодаря существованию и передвижению закисного железа в болотных почвах, здесь появляется ряд его соединений, неизвестных в других почвенных типах. К числу таковых относятся, кроме упомянутого уже вивианита, сернистые соединения, каковы черное коллоидное односернистое железо, серный колчедан (FeS_2), а также углекислое железо (сидерит). Так называемые **дерновые руды**, появляющиеся иногда в верхних горизонтах болотных почв, образуются под влиянием восходящих грунтовых вод.

Так как болотные почвы, просыхая летом, становятся, хотя бы в некоторых своих частях, доступными для атмосферного кислорода (особенно по корневым ходам), то закисные соединения железа могут временами окисляться. Серный колчедан дает при этом железный купорос, свободную серную кислоту, а затем и целый ряд простых и сложных сернокислых соединений. Последние получаются при действии серной кислоты на минеральные составные части почвы.

На **иловатых-болотных** почвах в сухие лета появляются иногда беловатые налеты (пленки) солей; в числе которых находятся, между прочим, и хлористые соли. Нахождение таких налетов сближает болотные почвы севера с солончаками степных и пустынно-степных областей, которые мы опишем ниже. Иногда среди

разрезов болотных почв встречаются и порошкообразные отложения углекислой извести.

Последние обычно появляются в тех случаях, когда болото образовалось на месте бывшего озера, а в озерах углекислая известь является нередко продуктом, выделяемым водной растительностью (так называемый озерный мел, по немецки Seekreide).

В разностях торфяно-болотных почв находятся иногда темные или черные выделения доплерита. В свежем состоянии доплерит представляет черную, мягкую, эластичную массу с жирным блеском и раковистым изломом. По высыхании образует довольно твердые, хрупкие куски, напоминающие внешним видом вулканическое стекло (обсидиан). В воздушно-сухом состоянии доплерит имеет такой состав:

воды . . .	18,08%
углерода .	43,53%
кислорода	31,09%
водорода . .	3,24%
азота . . .	0,79%
зола . . .	3,27%

Другой подкласс, относимый нами к группе почв болотного типа, составляют почвы более сухих, равнинных, частей тундры, а также почвы горных вершин.

На возвышенно-равнинной тундре, где нет условий для застаивания воды, травяной покров не густой и не высокий, состоящий из осок, типца и некоторых других трав, к которым примешиваются полярные береза и ива. Самая почва покрыта сплошным моховым покровом, толщиной в 2—3 сантиметра. Торфяной мох (*Sphagnum*) в этом моховом покрове отсутствует. Под мхами лежит серокоричневый гумусовый горизонт, местами с мало разложившимися остатками растений, такой же приблизительно толщины. Глубже гумусового горизонта сначала идет не толстый желтовато-бурый суглинистый слой, а под ним располагается сизосерый, вязкий суглинок, насыщенный водой и потому легко оплывающий в яме. Еще глубже расположен тонкий слой охристого желто-бурого суглинка, похожий на подгумусовый горизонт, а под ним плотный буровато-серый, не оплывающий суглинистый горизонт, в котором часто попадаются темные, расплывчатые пятна (повидимому, гумусовые). Сизосерый горизонт тем толще и тем резче выражен, чем влажнее и глинистее почва. При большей

сухости наблюдаются в тундре и особенно на песчаных породах, переходы к подзолистому типу.

Процессы почвообразования в тундре часто маскируются чисто механическими процессами, совершающимися под влиянием мерзлоты.

Такие процессы, конечно, перемешивают и перепутывают горизонты почвы, и требуется особая внимательность, чтобы отличить то, что произведено процессами почвообразования от того, что совершено чисто механическими процессами излияния.

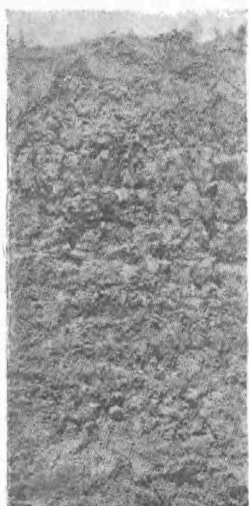
Интересно, что сизосерый горизонт, наиболее характерный, по видимому, для почв тундры, имеет слабую щелочную реакцию, а буроватый отличается слабо кислой, почти нейтральной реакцией.

В Тиманском крае крутые склоны твердых пород одеты лишайниковым покровом, иногда с примесью седого мха. На более ровных местах твердые породы одеты сплошным дерном в 5 и более сантиметров толщиной. Этот дерн сдвигается большими сплошными кусками (Т а н ф и л ь е в).

Торфянистые почвы горных вершин наблюдались на высотах Кавказа, а также Каратау и Таласского Алатау. Их поверхностный горизонт состоит из сплетения травянистых корней и имеет черновато-бурый оттенок. Мелкозем, который удается отобрать от сохранивших следы организации растительных остатков, отличается чрезвычайной легкостью и почти на половину состоит из органической массы. Следующий горизонт принимает более бурый оттенок, который светлеет по мере углубления. Масса его столь же легка, как и у поверхностного горизонта. Глубже лежит материнская порода.

Болотные почвы северных широт, по мере перехода к степным пространствам, постепенно сменяются солончаками, формирующимися также при участии грунтовых вод, но здесь уже эти воды принимают к поверхности не соединения железа и марганца, а растворимые соли, начиная с углекислой извести. Первоисточником солей в почвах, как мы уже знаем, являются процессы выветривания и еще в большей степени процессы разложения органических веществ в почвах. Все другие причины появления почвенных солей (проникновение морских солей, перенос атмосферой) нужно считать вторичным.

Почвообразование и атмосферные осадки доставляют соли в больших или меньших количествах любой климатической области, но оставаться и накапливаться в почвах эти соли могут только там, где осадков падает немного, а испарение велико. Да и в таких местах соли скопляются в



A

B₁

B₂

Столбчатый солонец.

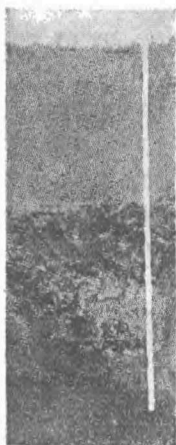


A

B₁

B₂

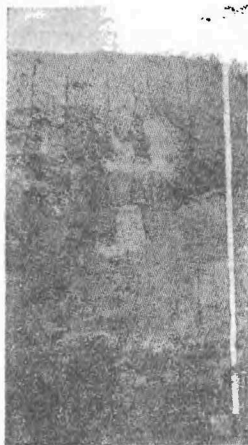
Призматический солонец.



A

B

Глыбистый солонец.



A

B

Корково-столбчатый солонец.

массе по преимуществу в отрицательных формах рельефа (низинах, котловинах), куда могут быть вымыты из более высоких пунктов или перенесены неглубоко-лежащими грунтовыми водами. Солончаки встречаются в различных зонах сухого климата и потому можно различать черноземные солончаки (или солончаки черноземной зоны), каштановые и пр. От них могут существовать переходы к тем зональным почвам, среди которых они залегают; поэтому возможны солончаковатые черноземы, солончаковатые каштановые почвы и пр.

Наконец в солончаках могут преобладать те или другие группы солей (хлористые, сернокислые, углекислые), а потому можно различать галогидные (с хлористыми солями, чаще всего поваренная соль, но иногда CaCl_2 и MgCl_2), галогидно-сульфатные с хлористыми и сернокислыми солями), сульфатные, (обычно глауберова соль или гипс, но иногда и MgSO_4) карбонатные (с углекислыми солями) солончаки и пр.¹⁾ Последние встречаются обыкновенно там, где выпадают более значительные количества влаги, где, следовательно, более легко растворимые соли могут вымываться. Так мы встречаем карбонатные солончаки в северных частях черноземной полосы, где эти почвы играют роль как бы переходных образований между солончаками более южных широт и болотными почвами севера. Карбонатные солончаки широко распространены в области приазовского чернозема.

Своеобразную группу карбонатно-солончаковых почв мы встречаем на горных склонах в Туркестане, Алтае, частью в Енисейской губернии, вообще на горных хребтах, лежащих в областях пустынных степей. Все такие почвы характеризуются пухлыми гумусовыми горизонтами, чем они прежде всего отличаются от соответствующих им зональных почв (чернозема, каштановой и пр.), к каковым они приближаются некоторыми чертами своего разреза. Вторым отличительным признаком горных карбонатно-солончаковых почв является сильная мергелистость подгумусовых горизонтов, при чем нередко, особенно при переходе горного склона в более или менее равнинную площадку, углесоли поднимаются к поверхности и оказываются в значительных количествах в самых верхних горизонтах почвы. Наконец, в тех же почвах под горизонтом с углесолями наблюдается присутствие ржавых пятен

¹⁾ Иногда в солончаках встречаем и фосфорноислые соли, и в особенно сухих странах и азотноислые.

водной окиси железа. Некоторые наблюдения позволяют допустить, что как водная окись железа, так и углесолы выделяются при поднятии к поверхности грунтовых вод, сочащихся здесь иногда на небольшой глубине. И вообще весь процесс образования горных карбонатно-солончаковых почв находится в связи с своеобразным режимом стекающих по склонам почвенно-грунтовых вод.

Из сульфатных солончаков обращают на себя особое внимание пухлые солончаки, имеющие чрезвычайно рыхлый и сыпучий гумусовый горизонт. Он распылен и высушен, благодаря кристаллизации между частицами почвы большого количества глауберовой соли, отнимающей от среды, в которой она выделяется, много воды. Из галогидных солончаков особенно интересны содержащие CaCl_2 ; они обыкновенно темного цвета и всегда видны, благодаря высокой гигроскопичности хлористого кальция.

Почвы солонцового типа.

К этому отделу мы причисляем обширную группу почв, представители которой, встречаясь в различных климатических поясах, приурочиваются к тем их частям, которые получают относительно небольшие количества атмосферных осадков. Очень редко солонцы появляются в подзолистой зоне, в черноземной они уже обычны, но не часты. В каштановой и бурой зонах, особенно северной части последней, солонцовые почвы настолько широко развиты, что представляют здесь уже зональное образование, среди которого интразонально вкраплены несолонцовые, каштановые и бурые почвы.

Солонцы, дают ряд переходов к почвам несолонцовым соответственной зоны. Таковы солонцеватый чернозем, солонцеватая каштановая почва и проч.

Термин солонец определенно указывает, что эти почвы содержат в своем составе соли в больших количествах, чем это свойственно окружающим их черноземам, каштановым почвам и пр. Обычно этих солей все же немного, особенно в верхних горизонтах, однако они оказывают, как увидим ниже, определенное влияние на внешние признаки и внутренние свойства почвы.

Перейдем теперь к характеристике морфологических признаков солонцовых почв.

Солонцы. В разрезе солонцов совершенно определенно различаются два гумусовых горизонта: верхний (А)—элювиальный и

нижний (В)—и л ю в и а л ь н ы й. Горизонт А отличается своей более светлой окраской и большой рыхлостью; окраска горизонта В более темная, а сложение чрезвычайно плотное.

Сложение горизонта А весьма различно: он может быть слоистым, ячеистым (содержащим пустоты округлой или овальной формы в 1—2 миллим. диаметром), зернистым и бесструктурным. Толщина (мощность) этого горизонта весьма разнообразна, начиная от нескольких миллиметр. до 20 сант. и больше. У тех разностей солонцов, которые имеют довольно мощный горизонт А, отдельные части этого горизонта могут быть сложены не одинаково, и это дает возможность расчленять горизонт А на отдельные подгоризонты (A_1 , A_2). Нередко верхняя часть горизонта А окрашена темнее нижней. Горизонт В также построен неодинаково, на основании чего можно различать: 1) столбчатые, 2) призматические, 3) ореховатые и 4) комковатые или глыбистые солонцы.

У столбчатых солонцов верхняя часть горизонта В состоит из столбчатых отдельностей в 3—8 сантим. шириной. Столбики вверху суживаются, образуя конусообразно закругленные верхушки, не соприкасающиеся между собой. Эти верхушки и их боковые поверхности покрыты белесым налетом.

У призматических (призматических) солонцов подгоризонт В вертикальными трещинами, отстоящими друг от друга на 3—6 сантим., разделяется на ряд призматических отдельностей, имеющих иногда форму карандаша (карандашные отдельности). Верхняя поверхность этих отдельностей плоская и покрыта, как и у первой разности, белесым налетом. Нижняя часть горизонта В (B_2) у обеих разностей распадается на многогранные (ореховатые) отдельности.

У ореховатых солонцов весь горизонт В сложен неправильными многогранными отдельностями (орехами.).

У комковатых солонцов подгоризонт В разбивается трещинами на комки и глыбы неправильных очертаний. Верхняя поверхность плоская, оглажена и покрыта белесым налетом.

Углекислая известь в солонцах начинает встречаться уже с подгоризонта. B_2 , а глубже она выделяется в значительном количестве. В подгумусовых горизонтах встречается также и гипс, залегающий нередко выше карбонатов.

У всех перечисленных разностей солонцов (столбчатые, призматические, ореховатые, комковатые) могут быть различной структуры

(см. выше) горизонты А, откуда ясно, что разновидностей солонцов существует очень много.

Общий тон цветовой окраски солонца соответствует той почвенной зоне, в которой солонец залегает, благодаря чему мы можем различать черноземный солонец (или лучше солонец черноземной зоны), каштановый солонец, бурый солонец и пр.

На ряду с типичными солонцами встречаются почвы, обладающие сходными с последними внешними признаками, но только слабее выраженными. Среди этих почв различают две категории, а именно солонцеватые и слабо-солонцеватые почвы; они могут встречаться во всех зонах, где встречаются солонцы, но особенно богата этими почвами южная часть каштановой и буряя зона. У солонцеватой почвы горизонты А и В по цветовым оттенкам и структурным особенностям разграничиваются ясно, но поверхность соприкосновения горизонта В с горизонтом А не оглажена и лишена белесого излета. У слабо-солонцеватых почв горизонты А и В по цветовым и структурным особенностям разграничены неясно (Тумин). Среди солонцеватых почв, как и среди солонцов, можно подметить разности, отличающиеся друг от друга структурой горизонтов В или А.

Глубина вскипания солонцов, солонцеватых и слабо-солонцеватых почв изменяется довольно значительно. Встречаются почвы, вскипающие с поверхности (карбонатные). Не вскипающие соли (хлористые, сернокислые) или совсем отсутствуют в гумусовых горизонтах, или встречаются в пределах горизонта В на различных его глубинах.

Как и солонцы, солонцеватые и слабо-солонцеватые почвы различаются своими цветовыми оттенками, в зависимости от того, в какой почвенной зоне они залегают.

Ознакомившись с внешними признаками солонцовых почв, переходим к изучению их свойств, открываемых с помощью анализа, и остановимся на свойствах солонцов.

Изучая механический состав последних по горизонтам, мы убеждаемся в том, что плотный и твердый горизонт В обогащен, сравнительно с рыхлым и рассыпчатым горизонтом А, мелкоземистыми, иловатыми частицами. Последние вымыты, очевидно, из горизонта А и перенесены в горизонт В, а потому нужно думать, что валовой анализ тех же горизонтов столбчатого солонца обнаружит большую разницу в составе этих горизонтов. Так как мелкоземистые частицы богаче крупнозернистых глинозёмом, окисью железа и основаниями (известью, магнием, кали, натром), то, при наличии механического переноса, гори-

зонт В должен обогатиться перечисленными веществами и обеднеть кремнеземом. Так оно и есть на самом деле.

Как же и почему совершается здесь перенос тонкозернистых частиц из одного горизонта в другой? На этот вопрос мы ответим несколько позже, после ознакомления с некоторыми химическими свойствами солонцов.

Распределение гумуса в солонцах весьма оригинально наибольшее количество определяется в верхней части горизонта А (A_1), затем наблюдается обыкновенно довольно резкое понижение в нижней части того же горизонта (A_2) и новое заметное повышение в верхней части горизонта В (B_1). Получается впечатление, что на ряду с иловатыми частицами происходит вымывание из горизонтов А и выывание в горизонт В веществ гумуса. Весьма характерным признаком солонцов является резкое повышение растворимости гумуса по мере углубления, и особенно в горизонте B_1 . Чтобы понять сущность этого явления, познакомимся с составом водных вытяжек из различных структурных солонцов. Прежде всего следует отметить, что реакция вытяжки всегда щелочная, при чем, в отличие от других почвенных типов сухих климатических зон, анализ обнаруживает в солонцах не только присутствие двууглекислых солей, но и углекислых (средняя сода); последняя приурочивается обычно к горизонту В структурных солонцов. Щелочная реакция в солонцах существует круглый год, если нет условий для их деградации, т. е. для превращения их в почву полизолистого типа (такие явления в природе наблюдались). Впрочем, и в этом случае, пока солонец совершенно не превратился в подзол, реакция продолжает оставаться щелочной.

Благодаря повышенной щелочности, водные вытяжки из горизонта В солонцов обладают обычно более темной, а иногда и совершенно черной окраской. Изучая параллельно водные вытяжки разных солонцов, можно прийти к заключению, что имеется некоторая связь между количеством гумуса в солонце, его щелочностью и густотой окраски водной вытяжки. Обычно солонцы, богатые гумусом, обнаруживают большую щелочность и более густую (темную) окраску вытяжки. И в зонах более южных, чем черноземная, попадаются иногда солонцы богатые водой, но солонцы эти темноцветные и встречаются только там, где, по условиям увлажнения, больше имеется органических веществ для образования гумуса.

Большая часть соды, определяемой в солонцах, принадлежит кислой соли, которая неспособна переводить «гуминовую кислоту» в раствор

(или превращать в состояние з о л я, т. е. такое состояние, в котором мельчайшие, невидимые для глаза частички коллоида оказываются взвешенными в жидкости), а между тем в солонцах «гуминовая кислота» в таком состоянии получается. Это может произвести средняя сода, следовательно должны быть условия для образования этой последней в солонцовых почвах. Полагают, что средняя сода образуется путем поднятия к поверхности натровых солей и постепенного насыщения гумуса ионом натрия (Г е д р о й ц).

Посмотрим теперь, что должно произойти с почвой, если ее поверхностные горизонты будут подвергаться действию раствора средней соды. Очевидно, прежде всего «гуминовая кислота» перейдет в раствор (или псевдораствор, состояние з о л я). В последнем могут взвешиваться тончайшие почвенные частички, которые, подобно «гуминовой кислоте», обладают свойством о т р и ц а т е л ь н ы х коллоидов (т. е. коллоидов, частички которых несут электрический заряд с отрицательным знаком). Весь полученный таким образом комплекс з о л е й и тонких суспензий будет просачиваться в глубь почвы, а что произойдет дальше, показывает следующий опыт: стеклянная трубка, обвязанная с нижнего конца тонкой материей, была наполнена измельченной черноземной почвой, не содержащей хлористых и сернокислых солей. Сверху в трубку приливались разбавленные растворы кислой и средней соды. Раствор кислой соли проходил сквозь содержимое трубки легко и без задержки, очень слабо окрашиваясь в желтоватый цвет. Раствор средней соли очень быстро окрашивался в темный цвет, и получившаяся густая жидкость опускалась лишь на небольшую глубину, где вновь начиналось выпадение из раствора, и через некоторое время образовалось темное кольцо, после чего влажный столбик почвы не пропускал сквозь себя новых порций раствора. В растворе, прошедшем сквозь всю колонну почвы, не оказалось и следов средней соды; в нем были только кислые соли.

Из этого опыта явствует, что, при наличии раствора средней соды в почве, может идти выщелачивание поверхностного горизонта и образование вязкого, богатого желеми и суспензиями горизонта В. Процесс может совершаться и при полном отсутствии хлористых и сернокислых солей.

Хлористые и сернокислые соли, в качестве электролитов, должны вызывать коагуляцию коллоидов, и если они присутствуют в солонце, в заметных количествах, то действие их несомненно скажется. Необходимо при этом указать, что каждая соль способна вызвать коагуляцию

лишь тогда, когда ее содержание достигло определенной величины. Отсюда следует, что переход «гуминовой кислоты» в золь и выпадение ее в виде желя будет зависеть от тех соотношений, в каких находятся в почве золеобразующая сода и желеобразующие электролиты. Поэтому возможно образование структурных солонцов при очень небольших количествах соды и полном отсутствии хлористых и сернокислых солей, возможно при больших количествах соды и небольших количествах хлоридов и сульфатов, возможно, наконец, при больших количествах соды и заметных количествах упомянутых электролитов. Понятно также, что могут быть такие соотношения между содой и другими солями, когда при наличии той и других, структурного солонца не образуется, а получается солончак.

Из наблюдений в природе и анализов можно видеть, что если хлористые и сернокислые соли в значительных количествах поднимаются в верхние горизонты почвы, а эти последние недостаточно промываются с поверхности, то вместе с тем постепенно утрачиваются типические внешние признаки структурного солонца. У так называемых корковых солонцов, т. е. солонцов, у которых горизонт А имеет небольшую мощность и превращается иногда в тонкую поверхностную корку, хлориды и сульфаты находятся в больших количествах в горизонте В и ближе поднимаются к поверхности, чем у так называемых столбчатых солонцов или солонцов с мощным выщелоченным горизонтом А.

Химические свойства, присущие солонцам, отражаются в слабой степени и на солонцеватых почвах, почвы же слабосолонцеватые не отличаются по химизму от тех зональных почв, среди которых они залегают.

Приведенные выше данные делают возможным объяснение и деталей во внешних признаках солонцов. Так слоистое сложение верхнего горизонта (А) или его частей может быть объяснено постепенным выносом из него иловатых частичек и перераспределением, в силу этого, слагающих его более крупных частиц. Плотность и вязкость горизонта В объясняется богатством внесенных в него желей и тонких суспензий, а процесс образования столбчатых или призматических отдельностей до некоторой степени напоминает образование столбов базальта. Последние получаются при охлаждении расплавленной лавы, а первые—при высыхании. Распадение нижней части горизонта В (B_2) на многогранные отдельности объясняется большим количеством коагулирующих веществ (преимущественно хлористых и сернокислых солей; углекислая

известь, присутствующая в солонцах, играет здесь, повидимому, подчиненную роль).

Что касается распределения солонцов среди более или менее равнинных пространств, то, очевидно, оно должно быть связано с условиями, благоприятствующими временному поднятию к поверхности солей. Такие условия осуществляются: по котловинкам с неглубоким уровнем грунтовой воды (особенно края котловинок), на переломах южных склонов и в местах с очень водоупорными на небольших глубинах породами.

В районах пустынных степей, рассеченных оврагами и хорошо дренированных, а также в районах, сложенных водопроницаемыми породами, при отсутствии близких к поверхности грунтовых вод, солонцовые почвы встречаются реже, при противоположных условиях они часты и иногда почти вытесняют несолонцовую почву, участвуя в образовании так называемых почвенных комплексов. (Неструев).

Под последними понимается чрезвычайно пестрая картина почвенного покрова, в котором постоянно чередуются участки не солонцовой почвы с участками слабо - солонцеватых, солонцеватых почв и солонцов. Такими комплексами особенно характеризуется южная часть каштановой и северная часть бурой зоны, на чем мы еще остановимся в географическом очерке

Почвообразование в прежних геологических периодов.

Несмотря на то, что почвы, как поверхностные образования, легко разрушаются: размываются водой, развеваются ветром и пр., нередко случаи, когда почвы или части их, погребаясь под новыми образованиями, сохраняются от разрушения. Такие почвы мы называем погребенными или ископаемыми почвами. Их находят и под морскими, под ледниковыми и речными наносами, находят под вулканической лавой и особенно под ветровыми (эоловыми) отложениями.

Возможны и такие случаи, когда почва, не разрушаясь механически, с течением времени превращается в своих верхних горизонтах в новую почву. В этом случае неизменившиеся в новом почвообразовании горизонты прежней почвы мы называем древней почвой.

Изучение ископаемых и древних почв представляет большой интерес, так как позволяет до некоторой степени судить о климатических условиях тех геологических периодов, среди осадков которых найдены бывшие почвы. Такое суждение будет даже более обоснованным, чем

решение вопроса о климате какого-либо геологического периода по ископаемым растениям и животным. Дело в том, что и растения, и животные обладают способностью приспособления и следовательно не всегда возможно утверждать, что те роды организмов, которые теперь живут, положим, в тропиках, должны были и в прежние геологические периоды жить при условиях тропического климата. Так, например, мы знаем, что теперешние слоны живут в тропических широтах, но отсюда не следует, что и близкое к ним животное—мамонт—тоже жил в тропическом климате. Напротив, известно, что мамонт обитал рядом с ледниками и что к условиям тогдашнего климата он был приспособлен, так как кожа его была покрыта шерстью.

Процессы почвообразования приспособляться не могут, и если мы найдем где-либо ископаемый латерит, то это будет несомненно свидетельствовать о тропическом климате того периода, среди осадков которого найден латерит.

Интересный пример древнего почвообразования представляют красноземы латеритного типа, найденные в Приморской области. Эти красноземы принадлежат третичному периоду, и верхние их горизонты превращены в настоящее время в типичные подзолистые почвы. Последние вполне соответствуют условиям современного климата Приморской области, где средняя годовая температура колеблется между $+1$ и $+3^{\circ}$ Ц., а количество осадков между 500 и 600 мм. в год. Находя непосредственно под подзолами красноземы, мы вправе заключить, что климат предыдущего геологического периода был здесь существенно иным, близким к субтропическому. Это объясняет нам ту странную смесь растений и животных, какая наблюдается еще и ныне в Приморской области. Там, например, на ряду с елью растет виноград, там живут субтропические бабочки и другие насекомые, там водится тигр на ряду с северным оленем и соболем. Очевидно, виноград, тропические насекомые и тигр представляют остатки флоры и фауны того периода, в который здесь развивались красноземы, в настоящее же время они лишь приспособились к новым климатическим условиям.

Есть некоторые данные, позволяющие думать, что не только в Приморской, но и в Забайкальской области существуют следы древних процессов почвообразования. Их следует искать в таких местах, которые не были захвачены осадками ледникового периода.

Интересно, что многочисленные находки ископаемым и древних красноземов Западной Европы (Германия, Венгрия) относят также к третичному периоду. Того же возраста, красноземы Закавказья (окрест-

ности Батума, чайные плантации Чаквы) и красные глины и каолины Тургайской области, а также окрестностей Челябинска (Крашенинников) и пр., имеются почвы латеритного типа и в более древних геологических системах, например, каменноугольной. Сюда относятся, повидимому, тихвинские бокситы (Васильевский, Малявкин, Курнаков).

География русских почв.

По преобладающему типу почвообразования, Россия может быть разбита на ряд зон, последовательно сменяющих друг друга с СЗ на ЮВ. Каждая из этих зон отличается своеобразным сочетанием почвообразователей, в каждой из них существуют и различные местные факторы, способствующие уклонению в сторону общего для всей зоны процесса и создающие среди основного, зонального, типа почвы один или несколько интразональных. Задачей географического отдела является характеристика почвообразователей и почвенного покрова каждой из русских зон, что мы и сделаем в дальнейшем изложении, поскольку это позволяет имеющийся материал.

На площади равнинной России могут быть выделены следующие, постепенно переходящие друг в друга зоны:

1. Тундровая или торфяно-лишайниковая зона.
2. Подзолистая или лесная. »
3. Черноземная или степная. »
4. Каштановая пустынно-степная. »
5. Бурая. » »
6. Серая. » »

Перечисленные зоны изучены в настоящее время не только в Европейской, но и в Азиатской России; в частности серая зона на равнине Европейской России не встречается; она известна лишь на равнинах Закавказья и Туркестана.

Кроме упомянутых зон равнинной России, заслуживают особого рассмотрения ее горные области: Крым, Кавказ, Урал, Алтай, горные системы Туркестана.

ЕВРОПЕЙСКАЯ РОССИЯ.

1. Тундровая зона.

В климатическом отношении тундровая область изучена менее других, однако некоторые данные имеются и для этой зоны. Одной из характерных особенностей полярного климата является долгая зимняя ночь с ее низкой температурой. В течение короткого лета незаходящее солнце посылает косые лучи, теплоты которых часто едва хватает на таяние снега и льда, и только склоны холмов и гор, получающие более отвесные лучи, согреваются сильнее, что сказывается и на растительности этих последних. Низкая средняя температура года (ниже 0°) и небольшое количество атмосферных осадков (200—300 мм.), не превышающее количества осадков пустынной степи, характерны для тундровой полосы. Однако, здесь это количество осадков, при наличии низкой температуры, вполне достаточно не только для насыщения, но и для пересыщения влагой поверхностных горизонтов при подходящих условиях рельефа. Часть этой влаги находится неглубоко от земной поверхности в вечно-мерзлом состоянии, что некоторые исследователи считают основной причиной отсутствия леса в тундре (Т а п ф и л ь е в).

Материнские породы тундровой зоны Европейской России частью плотные и даже кристаллические (известняки, граниты, гнейсы), частью рыхлые, наносные. Из наносных пород одни отложены ледниками, которые когда-то, двигаясь с севера-запада, покрывали громадную площадь Европейской России, другие—моря, которые в конце того же периода гораздо глубже вдавались с севера в Россию, чем теперешние Северный Ледовитый океан и Белое море. Ледниковые наносы грубые, несортированные, с крупными и мелкими валунами, с грубозернистым песком, морские—более тонкие, сортированные, то песчаные, то глинистые, с остатками морских раковин.

По устройству поверхности тундра Европейской России довольно разнообразна. В восточной части тундровой зоны, между реками Индигой и Печорой, а также, вероятно, и в Большеземельской тундре глины и пески выходят на поверхность обширными площадями, иногда образуя невысокие бугры или сопки, которые, благодаря равнинности тундры, хорошо бывают заметны даже издали. Здесь же встречаются реки и балки с крутыми склонами и более или менее замкнутые понижения, залитые мелкими озерами в крутых торфяных берегах (Т а п ф и л ь е в). Часто пространства песчаной и глинистой тундры зимой бывают лишены сне-

га, они покрываются трещинами, между которыми наблюдаются участки, совершенно лишенные растительного покрова; растения появляются только по трещинам. Это тундра лысая или пятнистая (Та н ф и л ь е в). Особенно бедны растительностью сопки.

К востоку от Индиги встречаются также обширные, почти горизонтальные, участки торфяно-кочкарной тундры. Сплошной торфяной слой имеет толщину в 1—2 фута. Поверхность такой тундры плотная, не болотистая, покрытая небольшими кочками. Цвет ее грязно-зеленый и светло-серый. Кроме мхов и лишайев, встречаются карликовая береза, виды лильи и некоторые полукустарники и травы.

Крутые склоны Тиманского края сложены твердыми породами. На более ровных местах лежит дорновый слой толщиной в 2 и более дюйма он сдвигается с породы большими кусками

В земле Тиманских самоедов, на Канине и, повидимому, в восточной Лапландии распространена тундра бугристая, доходящая на востоке до Тимана. Такие же бугристые участки попадаются и к В. от Индиги, но там этот тип не является господствующим. Бугры имеющие диаметр от 5 до 25 метров и высоту около 3—5 метр., расставлены по тундре, как шашки на доске. Они плотны, с неглубокой мерзлотой (35—40 сантим в конце августа), с поверхности грязно-белого или седого цвета. Тиманские самоеды называют эти бугры «ладь», а канинские— «мога». Между буграми находятся впадины: «ерсеи» или «ярден». Главная масса холма сложена торфяным мхом, а на дне иногда встречаются остатки древесной растительности (Та н ф и л ь е в).

Встречаются, наконец, в тундре и луга по долинам рек. Заливаемые рекой места поймы называются «наволоки», а места, затопляемые морскими водами—«лайда».

Из всего сказанного следует, что области тундры, покрытые растительностью, заняты или мокрыми торфяными почвами, подобными более южным торфяно-болотным образованиям, или луговыми заболоченными почвами по речным долинам, или же, наконец, сухими торфяными, несколько напоминающими торфяные почвы горных вершин. Внешние признаки этих последних почв остаются пока недостаточно изученными. Изучая почвообразование тундры, необходимо учитывать здесь влияние мерзлоты, которая хотя и встречается в более южных зонах, но далеко не имеет там столь сплошного развития, как в тундре. На местах, не затянутах растительностью, происходит, главным образом, механическое выветривание, фактором которого является преимущественно замерзающая вода. Та-

кое выветривание наиболее резко проявляется на плотных породах и мало заметно на глинах и песках. В результате механического выветривания возникают скелетные образования.

Необходимо, наконец, прибавить к сказанному, что в тундре не исключена возможность подзолообразовательных процессов и что подзолистые почвы (главным образом, слабо подзолистые) там существуют.

2. Подзолистая зона.

Эта зона в бывших пределах Европейской России занимает огромную площадь; в ее состав входит почти вся Финляндия, Прибалтийский край, губернии: Виленская, Гродненская и Ковенская, восемь губерний Польши (кроме Люблинской и Келецкой, принадлежащих этой зоне не полностью), губернии: Олонецкая, С.-Петербургская, Псковская, Новгородская, Вологодская, Вятская, Ярославская, Костромская, Смоленская, Московская, Витебская, Могилевская, Минская, а кроме того, части губерний: Волынской, Киевской, Черниговской, Орловской, Калужской, Владимирской, Рязанской, Тульской, Нижегородской, Тамбовской, Казанской, Симбирской, Пермской, Архангельской.

Климат подзолистой зоны характеризуется средней годовой температурой от $+2$ до $+5^{\circ}$ Ц.; годовое количество осадков от 500 до 600—700 мм. Количество осадков, как и на всей площади России, понижается к востоку, но параллельно с этим понижением идет и падение средней годовой температуры.

Устройство поверхности (рельеф) на значительном протяжении подзолистой зоны находится в зависимости от геологии четвертичного периода (постплиоцена), осадки которого играют наиболее важную роль среди материнских пород данной зоны. Разнообразие материнских пород сказывается на деталях строения местных почв, в силу чего приходится для описания разбить подзолистую зону на ряд районов, а именно: 1) финляндский, 2) прибалтийский, 3) озерный, 4) польско-литовский, 5) пограничный, 6) центральный и 7) северо-восточный.

Финляндский район. Северная и средняя части Финляндии и прилегающие к ней части Олонецкой и Архангельской губерний. могут рассматриваться не только как области ледникового накопления, но и как области ледникового разрушения. Здесь мы находим и осадки подпочной морены (отложенные под ледниковым покровом валунные глины, суглинки и пр.) и водно-ледниковые или, как их называют, флювиогляциальные (отложенные водами лед-

ников слоистые пески с галечником, иногда целые гряды, нагроможденные железнодорожные насыпи, так называемые озовые гряды) и пр., а на ряду с ними обточенные и округленные выходы гранитов и других твердых пород (курчавые скалы, барахлыны).

Кроме коренных пород и наносов, связанных с деятельностью ледника, в Финляндии большую роль играют морские осадки, отлагавшиеся Балтийским морем в позднеледниковый и послеледниковый периоды. Эти осадки, в виде слоистых (полосчатых) глин и глин, не обнаруживающих полосчатости, окрашены в серые или синевато-серые цвета, иногда буроватые, мешающие нередко различать оттенки почвенных горизонтов.

Из почв подзолистого типа в Финляндском районе сильнее развиты торфяно-подзолистые или подзолисто-глеевые почвы, чем почвы типично-подзолистые.

Последние нередко грубозернисты, богаты хрящем, галькой и валунами. Очень широко развиты почвы болотного типа.

Прибалтийский район. Слагается только одной толщей моренной (валунной) глины. Из моренных отложений следует отметить так называемые «рихжи»; это небольшие холмы, сложенные обломками местного (силурийского) известняка и северными валунами кристаллических пород.

Моренные (ледниковые) наносы местами прикрыты слоистой глиной, которую называют иольдиевой и считают морским осадком позднеледникового периода. В западной Эстляндии во многих местах находят валы старого послеледникового пресноводного бассейна с остатками раковины (моллюска) *Ancylus*; те же отложения известны и в Курляндии.

Чтобы понять образование этих позднеледниковых и послеледниковых водных осадков, нужно обратиться к истории Балтийского моря. В конце последнего ледникового периода Балтийское море представляло огромный бассейн, который соединялся обширными проливами с Северным Ледовитым океаном и с Немецким морем. В этом бассейне жил моллюск *Yoldia arctica*, почему и самый бассейн получил название иольдиевого моря. Осадками этого моря и считают те полосчатые глины, которые сильно распространены в Финляндии, встречаются в Прибалтийском крае и известны в окрестностях Петербурга. Позже, по исчезновении ледника, прекратилось соединение иольдиевого моря с Ледовитым океаном и Немецким морем, и на месте теперешнего Балтийского моря возник внутренний, постепенно опреснявшийся бассейн, в

котором жил, между прочим, моллюск *Ancylus fluviatilis*. Благодаря последнему, бассейн получил название анцилового моря или озера. Еще позже произошло соединение анцилового бассейна с Немецким морем и образовалось литториновое море (с моллюском *Littorlua littorea*), которое затем постепенно превратилось в современное Балтийское море.

Кроме ледниковых и морских осадков, в Прибалтийском крае, ролн-материнских пород иногда играют известняки, местами подходящие близко к поверхности. Поэтому, кроме подзолистых и болотных почв, тут встречаются рендзины или **перегнойно-карбонатные** почвы, в ранних стадиях своего развития не имеющие ни морфологии, ни химизма подзолистых почв. Проявлению подзолистого процесса мешает избыток углекислой извести. Такие почвы представляют, однако, явление временное. Как только углекислая известь исчезнет из верхних горизонтов почвы, последняя постепенно превращается в почву подзолистого типа.

Озерный район включает в себя южную часть Петербургской губернии, целиком Псковскую, Новгородскую, части Смоленской, Витебской, Ковенской, Виленской, северо-западный угол Тверской и западный—Вологодской губернии. Здесь также одна моренная гонца, представленная валунной глиной, различной вязкости. Лишь по южной и восточной границам района наблюдаются две толщи моренной глины, разделенные слоистыми песками.

Кроме глин, часто встречаются валуныные пески, то бедные валунами, то настолько обогащенные валунами и галькой, что превращаются в сплошные валуныные поля, совершенно недоступные обработке.

Устройство поверхности очень сложное: равнины с отдельными, более или менее правильно расположенными грядами (озы, дремлинны), чередуются с областями, так-называемого, моренного ландшафта, где возвышенности, иногда довольно значительных размеров, разбросаны в самом прихотливом беспорядке, где котловины между группами холмов заняты озерами и болотами. Полоса моренного рельефа заканчивается конечными моренами, в виде гряд и цепей холмов, переполненных валунами (Виленская, Витебская, Псковская губернии, особенно Торопецкий уезд, последней, Новгородская). Впереди конечных морен лежат песчаные пространства, так-называемые, **зандровые пески**.

Лесная растительность района разнообразна и дает разные комбинации, тесно связанные с механическим составом почвы. Так, сосновые боры занимают обычно глубокие пески; песчаные почвы, неглубоко подстилаемые глинами, покрыты смешанным насаждением из сосны и березы; области легких суглинков заняты елью; чистые березовые насаждения растут на средних суглинках, а дуб с подмесью ясени и липы—на самых тяжелых суглинках.

Среди подзолистых почв района обращают на себя внимание структурные (ореховатые) суглинки под дубовыми лесами. В Псковской губ. они называются *поддубицами* или *дубняжинами*.

Местами среди ледниковых наносов выступают на поверхность красноцветные девонские глины. Развивающиеся на них почвы на глаз очень слабо или даже вовсе незаметно оподзолены. Вообще же подзолистый процесс в районе выражен ясно и типично—подзолистые почвы берут перевес над торфяно-подзолистыми.

Кроме подзолистых и болотных почв попадаются пятна рендин, частью на выходах девонского известняка (по берегам рек), частью на отложениях пресноводного известкового туфа.

Разности почв сменяют друг друга в описываемом районе очень быстро, особенно в областях моренного ландшафта, что сильно затрудняет составление почвенных карт.

Польско-литовский район охватывает значительную часть Литовского края и север Польши. Он, по характеру своих чаш, ближе всего напоминает соседнюю Германию. Здесь можно различать две моренные толщи, разделенные слоистыми осадками, заключающими местами органические остатки, напоминающие бурый уголь. Осадки нижней морены—сероватого цвета, верхней—красновато-желтого. Эти осадки нередко содержат углекислую известь, что сказывается, конечно, и на характере почв (ослабляется подзолистость и выпечленность).

Пограничный район К нему принадлежит значительная часть Смоленской губ., части Витебской, Виленской, Могилевской, Тверской, Московской, Ярославской, Владимирской, Вологодской. Район расположен впереди конечных морен второго оледенения, примыкая близко к границе последних, откуда и название. Здесь наблюдалась также одна толща моренной глины, но остановившийся ледник оказывал еще, по-видимому, тут свое влияние.

Среди материнских пород района особенное внимание обращает на себя поверхностный безвалунный суглинок, несколько

напоминающий лесс, но более грубый по структуре. Он порист, гораздо легче, чем валунные глины, проницаем для воды, а потому процессы подзолообразования здесь выражены яснее и распространяются на большую глубину, чем во всех предыдущих районах. Может быть, однако, в таком усилении видимых следов подзолообразования виновато участие и более южное положение района.

Безвалунный суглинок, повидимому, связан с периодом вторичной остановки ледника и получался в виде пролювия (вымытого глечером), из талых вод ледника. Этот суглинок, отложившись в областях бывшего моренного ландшафта, сильно сгладил последний, а местами и совершенно замаскировал ¹⁾.

Центральный, иначе область дифференцированных наносов, представляет полосу, где, наряду с моренными осадками, находятся наносы, переработанные водой и ветром. Находясь от Люблинской и Радомской губерний, центральный район простирается в пределы Волынского, Минского и Киевского Полесья, захватывает северную часть Черниговской губ., западную—Орловской, южную—Смоленской, части Калужской, Рязанской, Тульской, Владимирской, Нижегородской, Тамбовской, Симбирской. Район характеризуется широким развитием песков, которым, частью, по крайней мере, следует приписать водно-ледниковое (флювиоглациальное) происхождение. К песчаным наносам, далеко уходящим на юг, приурочиваются обыкновенно леса, а в области Полесья—обширные болота.

Кроме песков, в Центральном районе начинают попадаться островки типичного лесса (Радомская, Люблинская, Минская, Владимирская, Нижегородская и др. губернии).

В южной части Полесья (Киевская, Волынская губ.) есть довольно значительные пространства, где наносы отсутствуют (Тутковский); подзолистые и болотные почвы развиваются здесь на твердых породах. Тут же встречаются древнейшие конечные морены (Тутковский).

В этом районе впервые начинают встречаться вторичные подзолистые почвы с двумя подзолистыми горизонтами.

¹⁾ Здесь следует отметить, что некоторые исследователи принимают для Европейской России несколько ледниковых периодов (два, три), разделение которых более мягкими по климату межледниковыми эпохами. Мы полагаем, что для таких обобщений фактов еще недостаточно. Все находки между двумя моренными толщами слоистых масс с органическими остатками приурочены в России к берегам водных бассейнов и могут трактоваться, как явление местного характера.

Северо-восточный район испытал влияние двух ледников: скандинаво-русского и тимано-уральского. Кроме того, он богат озерными и террасовыми (вдоль рек) осадками. Наносы слагаются глинами, то содержащими обломки местных пород, то безвалунными лессовидными, а также глинистыми песками (таковы наносы Пермско-Солкамского края). Озерные осадки особенно развиты в Вятской губ., где ледниковые образования выражены суглинками с валунами, песками, иногда отдельными валунами на поверхности и скоплениями целых холмов или гряд галечного материала, носящих название «пут» или «дресвяных гор». Нередко почвообразование идет здесь на коренных породах

3. Черноземная (степная) зона.

Черноземная зона охватывает части губерний: Келецкой, Люблинской, Волынской, Киевской, Черниговской, Курской, Орловской, Рязанской, Нижегородской, Тульской, Тамбовской, Симбирской, Казанской, Пермской, Самарской, Саратовской. почти целиком губернии: Подольскую, Бессарабскую, Полтавскую, Харьковскую, Екатеринославскую, Воронежскую, Пензенскую Уфимскую и части Херсонской, Таврической, Донской области, Оренбургской губ. В Предкавказье также имеется чернозем, но последний, как уже отмечалось выше, не входит в состав черноземной зоны Европейской России.

В указанных пределах лежит, в сущности, не только черноземная зона, но и обе подзоны, служащие переходом как к подзолистой (лесной), так и к каштановой (пустынно-степной) зонам.

Климатические условия черноземной зоны, конечно, не вполне одинаковы на протяжении всей упомянутой территории, но, как и в пределах подзолистой зоны, наблюдается уменьшение количества атмосферных осадков с СЗ на ЮВ. В восточном направлении падает и средняя годовая температура. Последняя колеблется между 3 и 7° Ц. (в среднем 5° с небольшим), количество же осадков колеблется между 370 и 500 мм. (среднее—461 мм.).

Преобладающей растительностью черноземной зоны всегда была травянистая, леса же стали поселяться здесь позже, постепенно отвоевывая участки степи. Наиболее энергично внедрение леса шло по северной границе чернозема, в центральных же и более южных частях леса выходили на степь из речных долин, балок, оврагов и пр. Поселению лесов в степи, как полагают, препятствовала и препятствует до сих пор мелкоземистость грунтов и связанное с последними неглубокое

капиллярное промачивание почвы, а также соленость местных материнских пород при условиях относительно сухого климата. Последняя оговорка необходима, так как наблюдения показывают, что при больших количествах влаги некоторые древесные породы могут мириться с большей соленостью, чем та, какая существует в черноземной степи Европейской России.

Чернозем в Европейской России развивается на самых разнообразных горных породах, но среди последних очень важную роль играет лесс, занимающий большую площадь в черноземной зоне. Лесс—это тонкозернистый, мелко-песчаный, пористый суглинок, богатый углекислой известью; он имеет чаще всего желтовато-бурый или паленый оттенок и обладает способностью отваливаться вертикальными стенками.

Происхождение лесса связывают с деятельностью постоянных ветров, которые должны были дуть с поверхности бывшего скандинаво-русского ледника. Последний имел наибольшую толщину в своей средней части, а, следовательно, здесь он отличался и наибольшей высотой. Тут была наиболее низкая температура и наиболее высокое давление. Ветры, расходясь от центра к окраинам ледника, должны были опускаться а, следовательно, нагреваться и становиться относительно сухими (Т у т к о в с к и й). Развевание лежащих впереди ледника пород могло происходить лишь тогда, когда эти породы были уже сухими. Эти соображения, а также наблюдения над условиями залегания лесса, приводят к заключению, что главным периодом отложения русского лесса был период вторичного надвигания ледника.

Не все, однако, придерживаются такого толкования происхождения русского лесса. Некоторые исследователи полагают, что лесс—порода водного происхождения и образовался постепенно, деятельностью дождевых струек и струек, получавшихся от таяния снега (такие отложения называют делювием, или отлагался потоками, в местах их окончания, где тонкозернистые осадки, как это и теперь можно наблюдать в Туркестане, за сравнительно короткий период отлагаются на большой площади (это, согласно терминологии проф. А.П. Павлова, пролювиальный способ образования). Представители делювиальной и пролювиальной гипотез пока находятся в меньшинстве, но следует отметить, что накапливающиеся за последние годы факты дают все больше и больше подтверждений водной гипотезе образования лесса.

Чтобы дать некоторое представление о характере современного почвенного покрова черноземной зоны, мы опишем кратко несколько

районов черноземной зоны. Начнем описание с Кромского у., Орловской губернии, всей своей площадью лежащего в переходной от черноземной к подзолистой зоне полосе. Значительную площадь уезда покрывает лес, лишь кое-где выходят на поверхность, играя роль материнских пород, коренные образования.

Наибольшее распространение имеют в уезде деградированные суглинки, которые встречаются здесь в трех разновидностях: темнокоричневые, коричнево-серые и светло-серые. Они различаются по мощности гумусовых горизонтов, количеству гумуса и глубине вскипания: у первой разности мощность и количество гумуса наибольшие ($A_1 + A_2 = 52$ сантим.; гумус—6%), а вскипание наиболее высокое (90—140 сантим.), у последней мощность и количество гумуса наименьшие ($A_1 + A_2 = 30$ сантим., гумуса—2.79%), а вскипание наиболее пониженное (178 сантим.). Вторая разность занимает промежуточное положение.

Реже здесь встречается чернозем (лессовый и глинистый), часто с признаками деградации ($A_1 + A_2 = 64$ сантим., гумус—7.44% у лессовых черноземов), а также супесчаные почвы подзолистого типа (Фрейберг).

В других уездах той же губернии устанавливается еще одна разность черноземных почв—«выщелоченный чернозем», отличающийся понижением горизонта вскипания и слабо выраженной зернистостью.

В Нежинском уезде, Черниговской губ. (Полынов), юг уезда, покрыт лесом и лессовидными суглинками. На севере уезда материнские породы более грубы по механическому составу (супеси, пески); на них развиваются подзолистые и болотные почвы, а южная часть уезда покрыта черноземами и карбонатными солончаками.

В Пензенской губернии материнские породы представлены полевитическими наносами, а кое-где и коренными отложениями. Валунные наносы (глины и пески) часто прикрыты покровными глинами, весьма однородными, лишенными слоистости. Пензенский уезд представляет площадь переходную от типично-степной к лесостепной области. В степной части уезда чернозем чередуется с деградированным черноземом и деградированным суглинком, при чем последние две почвы встречаются небольшими участками. По котловинкам залегают подзолы или солонцеватые почвы. Местами—карбонатные черноземы.

В лесостепной части уезда, на ряду с разностями чернозема, встречаются довольно значительные площади хрящевато-щебенчатых под-

листых почв, а кроме них—деградированный чернозем и деградированные суглинки.

Примером центральных частей черноземной зоны могут служить Полтавская и Воронежская губернии; первая расположена—в западной, вторая—в более восточной части зоны.

Материнскими породами Полтавской губ. служат чаще всего лесс и лессовидные суглинки. Наибольшую площадь в губернии занимает чернозем, мощность гумусовых горизонтов которого, в зависимости от связности и водопроницаемости материнских пород, в западной и средней частях колеблется от 0.9 до 1.2 метра, а в восточной—от 0.75 до 0.9. В связи с колебанием мощности колеблется и содержание перегноя, которое падает в почвах более мощных (менее глинистых) и повышается в менее мощных (глинистых). Богаче всего гумусом константиноградские черноземы, содержащие в среднем 7,92% (отдельные образцы содержат 9 и даже 10%). В Крементутском и Переяславском уездах значительная часть черноземов содержит от 4 до 5% гумуса. На пологих склонах к речным долинам чернозем постепенно переходит в черноземную супесь, а по правым высоким берегам рек наблюдается деградация чернозема, который ближе к реке переходит в типичные деградированные суглинки. Почвы последнего типа приурочены преимущественно к возвышенным уездам и лишь изредка встречаются, а иногда и совершенно отсутствуют, в пониженных уездах. Солонцы и солончаки встречаются, наоборот, преимущественно в пониженных уездах.

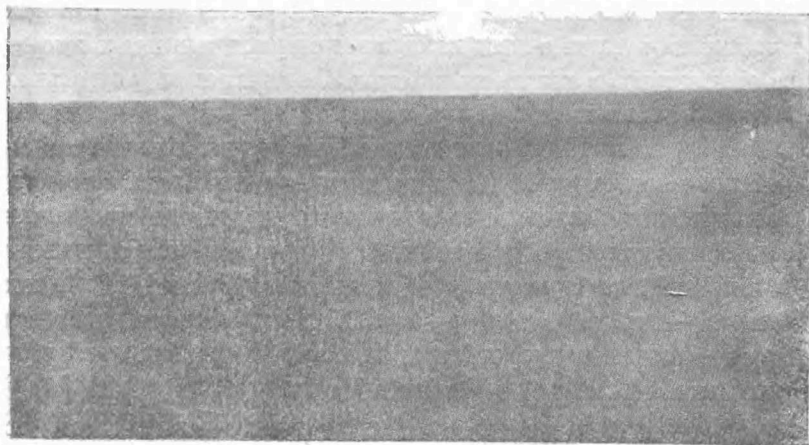
В Воронежской губернии можно обособить подзоны мощного, обыкновенного и переходного (близкого к южному) чернозема. Эти подзоны протягиваются с северо-востока на юго-запад, при чем последняя подзона занимает наименьшую площадь. Мощность гумусовых горизонтов у обыкновенного чернозема колеблется около 75 сант., у мощного—около 95—1 м., у переходного—около 60 сант. По механическому составу черноземные почвы губернии можно разделить на суглинистые, супесчаные черноземы и черноземные супеси.

Материнскими породами местных черноземов являются чаще всего безвалунные (иногда лессовидные), покровные глины, а иногда валунные глины и даже коренные породы.

Из почв подзолистого типа встречаются деградированные черноземы, деградированные суглинки отдельными полосами и пятнами, затем подзолистые супеси и подзолистые пески, частью вторичного, а частью первичного происхождения. Последние почвы занимают обычно приречные полосы.



Мариинско-Чулымская тайга.



Амурские луга Зейско-Буреинского водораздела.

Наиболее типичные солонцы и солончаки попадают преимущественно у восточной окраины губернии. Здесь же встречаются и солонцеватые черноземы.

Чтобы закончить с характеристикой черноземной зоны Европейской России, остановимся еще на описании района переходного к пустынно-степной зоне. Таковым являются некоторые уезды Саратовской и Самарской губерний.

В Самарской губернии особенно интересен в этом отношении Николаевский уезд (П р а с о л о в и Н е у с т р у е в), лежащий как раз на границе южного чернозема и каштановых почв. Геология уезда очень сложна: в качестве коренных пород, изредка выходящих на поверхность, встречаются породы пермской, юрской, меловой и третичной систем. Высокие водоразделы, по местному «сырты», покрыты мощными толщами лессовидной «сыртовой» глины, происхождение которой до сих пор еще неясно. Она образовалась до так-называемой, к а с п и й с к о й трансгрессии, т.-е. до того периода, когда Каспийское море занимало гораздо большую площадь, чем сейчас ¹⁾.

Северная часть уезда покрыта преимущественно черноземными почвами, среди которых явственно обособляются две разности: черные или буровато-черные с 7—8% гумуса (обыкновенный чернозем) и серые или буровато-серые с 5.6—7% гумуса (южный чернозем). Первая разность занимает высокие части водоразделов, а вторая—пологие склоны и пониженные участки.

В южной половине уезда сероватые (южные) черноземы занимают уже водоразделы, а склоны и пониженные места покрыты каштановыми почвами.

Обыкновенные черноземы уезда принадлежат частью к тяжелым глинистым и суглинистым, частью к средним; те же разности встречаются и среди южных черноземов, которые, кроме того, бывают и щебневатыми.

Кроме чернозема и каштановых почв на территории Николаевского уезда встречаются солонцы и солончаки, количество которых увеличивается в южной части уезда.

¹⁾ Раньше это трансгрессия называлась арало-каспийской, так как предполагалось, что в этот период соединялись в один общий бассейн Каспийское и Аральское моря. Новейшие исследователи (Архангельский) отрицают такое соединение морей.

4. Пустынно-степная зона.

Эта зона в пределах Европейской России занимает части губерний: Оренбургской, Самарской, Саратовской, Донской области, почти всю Астраханскую губернию и части Таврической, Херсонской и Бессарабской губерний. Почвы пустынно-степного типа известны и в Предкавказье.

В пределах отмеченного пространства помещаются, в сущности, две почвенные зоны—каштановых и бурых почв, разграничение которых в Европейской России далеко не закончено. Собственно говоря, и переход черноземной зоны в каштановую прослежен недостаточно.

Из работ самарских почвоведов более или менее ясно, что граница южных черноземов с каштановыми почвами проходит через Николаевский уезд, откуда она идет в Саратовскую губернию. Западнее эта граница проходит по Донской области, где в последние годы она уже наметилась на схематической карте (П р а с о л о в).

По отношению к каштановым почвам Европейской России недостаточно проведено различие между несолощеватыми и солощеватыми разностями последних.

Указанные обстоятельства в такой мере затрудняют описание каштановой зоны в Европейской России, что мы должны пока совершенно отказаться от такого описания и характеризовать эту зону позже, когда пойдет речь о почвах Азиатской России. Здесь мы остановимся лишь на характеристике пустынно-степной зоны вообще, поскольку таковая изучена в юго-восточной части Европейской России (Поволжье).

Климатические условия этой зоны определяются следующими приблизительными данными: средняя годовая температура пустынных степей на целый градус выше таковой же средней для черноземной полосы, количество же осадков, наоборот, заметно понижено и главная их масса падает в период наиболее высокой температуры.

Растительный покров распределяется здесь чрезвычайно пестро, вполне отвечая той пестроте почвенного покрова, какая здесь наблюдается. Попадаются пятна, почти совершенно не одетые растительностью.

Значительная площадь юго-востока пустынно-степной зоны занята к а с п и й с к и м и осадками, верхние горизонты которых являются почвообразующими породами. Кроме них, здесь распространены лессо-

видные суглинки чаще глины (лесса тут нет), отчасти коренные породы и продукты их выветривания.

Пестрота почвенного покрова пустынных степей давно уже обратила на себя внимание исследователей, но только сравнительно недавно мы ознакомились с характером почв этой зоны и с условиями их распределения. На громадных иногда пространствах мы наблюдаем здесь так-называемые, «почвенные комплексы»; последние представляют собой постоянное чередование несолонцеватых разностей с солонцеватыми и слабосолонцеватыми, солонцами и солончаками. Следует, однако, заметить, что далеко не всегда пустынная степь характеризуется «комплексами» почв. Если местность хорошо дренирована, материнские породы достаточно водопроницаемы и грунтовые воды стоят неглубоко, комплексность почв ослабевает и даже совершенно исчезает: не спадают солонцы и солонцовые почвы (Н е у с т р у е в).

Если внимательно проследживать цветовой оттенок почв, для из Царицынского уезда на юг, в Астраханскую губернию, то нетрудно убедиться, что хотя цвет царицынских почв к югу от Сарепты и очень резко отличается от прикаспийских астраханских почв, однако, переходы цветовых оттенков совершаются с такой постепенностью что точное проведение границы между каштановыми и бурыми почвами является весьма затруднительным. Трудность этой задачи увеличивается еще и потому, что самая южная часть каштановой зоны сплошь и рядом характеризуется с оль же пестрыми почвенными комплексами, как и бурая зона.

Азиатская Россия.

Имея возможность в настоящее время выделить на территории Азиатской России почвенные зоны, провести местами приблизительные границы этих зон и охарактеризовать почвенный покров довольно больших районов, мы воспользуемся этой возможностью, чтобы дать хотя бы самое общее представление о почвенном покрове этой огромной территории.

При описании отдельных почвенных зон, мы исключим только тундровую, так как о почвах ее мы знаем лишь то, что было изложено при характеристике тундровых почв вообще. Описанию отдельных почвенных зон мы предположим общую характеристику материнских пород Азиатской России, которую затем дополним, по возможности, при изучении отдельных районов.

Если Европейская Россия еще далеко не может считаться достаточно изученной в отношении почвообразующих пород, то для Азиатской это справедливо в гораздо большей степени. Здесь мы можем дать лишь самые общие схемы, и то далеко не для всех областей.

В Западной Сибири северные ее части заняты осадками морскими (бореальной трансгрессии) и ледниковыми, южнее располагаются ледниково-речные и озерно-речные отложения. Как ледниковые, так и озерно-речные осадки прикрыты толщей неслоистого мелко-песчанистого суглинка зелено-серого, буроватого, иногда коричневого цвета с остатками растений, пресноводных моллюсков и костей млекопитающих. В южной трети западно-сибирской равнины в течение ледникового и послеледникового периодов образуются лессовидные суглинки и желтовато-бурого цвета, с остатками наземных моллюсков.

В северной части Восточной Сибири также существуют ледниковые осадки, а в более южных частях (Енисейская, Иркутская губ.) кое-где лесс. Амурская и Приморская области совершенно лишены ледниковых осадков, но покрыты местами наносами водного происхождения. Громадные пространства Восточной Сибири совершенно не покрыты по водоразделам какими-либо новейшими осадочными породами и почвы здесь развиваются из самых разнообразных, иногда очень древних, коренных пород различного происхождения (осадочные, вулканические, метаморфические), а иногда возникают на древних почвах, разрывавшихся когда-то при совершенно иных климатических условиях, чем в настоящее время.

В Среднеазиатских владениях России материнскими породами являются лессы, лессовидные суглинки, пески. Кроме них наблюдаются широко развитые песчано-глинистые аллювиальные наносы, а также разнообразные коренные породы.

1. Подзолистая зона.

Эта зона захватывает в Азиатской России огромную область, в ее состав входят большие площади Тобольской, Томской, Енисейской и Иркутской губерний, а также Забайкальской и Якутской областей. К той же зоне целиком принадлежат Амурская и Приморская области.

Для характеристики подзолистой зоны Сибири остановимся на описании отдельных районов этой зоны.

Тобольская губерния в пределах подзолистой зоны имеет среднюю годовую температуру ниже 0°, а количество атмосферных осадков не-

сколько более 400 мм., т. е. температура здесь ниже, чем в подзолистой зоне Европейской России, а количество осадков меньше.

Что касается материнских пород, то с полосой тайги совпадает область, покрытая послетретичными пресноводными осадками, а приблизительно от устья Иртыша начинаются уже следы ледниковых осадков.

Лесная растительность состоит из еловых лесов, частью же сосновых и березовых. Из хвойных деревьев встречаются также лиственница, кедр и пихта. Леса чередуются с заболоченными пространствами.

Почвенный покров слагается разностями подзолистого и болотного типов. Подзолистые почвы принадлежат частью типично-подзолистому подтипу, частью торфяно-подзолистому (подзолисто-глеевому). Степень оподзоленности различна; существуют наблюдения относительно ослабления подзолистости к северу. По механическому составу среди подзолистых почв можно различить суглинки, сунеси и пески. Мощность горизонтов $A_1 + A_2$ для подзолистых почв чаще всего колеблется между 15 и 30 сант.; для горизонта A_2 отмечается слоеватое сложение и пористость или ячеистость. Горизонт В изучен сравнительно слабее, но, повидимому, он чаще всего характеризуется (у суглинков) ореховатой структурой.

Почвы болотного типа изучены в Tobольской губернии еще меньше. Описываются здесь (Гордигин), между прочим, темные болотные суглинки, отличающиеся густой перегнойной окраской: то почти черной в свежем разрезе с синеватым оттенком, то черно-серой. У этих почв слабо крупитчатая структура, в гумусовых и подгумусовых горизонтах встречаются бурые пятна и зерна болотной руды. Залегают эти почвы на аллювиальных суглинистых паносах. Повидимому, во многих случаях мы имеем здесь не разности болотного типа, а лугово-подзолистые почвы. Подзолистая зона Томской губернии, если не считать Алтая, почвы которого мы рассмотрим особо, исследована также недостаточно. Более других районов нам известна западная часть Нарымского края. Климатические условия этого края изучены пока очень мало (данные Нарымской станции за 5—6 лет). Согласно имеющимся данным, средняя годовая температура— 1.6° , а годовое количество осадков более 500 мм.

Материнскими породами Нарымского края являются наносы водно и водно-ледникового происхождения, то глинистые, то песчаные. Мощность горизонтов $A_1 + A_2$ у подзолистых почв та же, что и в Tobольской губернии. близки и остальные внешние признаки этих почв в обеих гу-



Черноземная степь с ковылем в Воронежской губ.



Пятна солонцев в черноземной степи Забайкалья.



Каштановая степь Тургайской области.

берниях. Нередко встречаются подзолистые почвы со вторыми (глубоко лежащими) гумусовыми слоями, которые в иных случаях представляют, по видимому, древние механические осадки водных бассейнов (озер, рек), но нередко являются и рашиссами бывших болотных или луговых подзолистых почв, постепенно превратившихся затем в лесные подзолы. На ряду с подзолистыми почвами сильно развиты болотные почвы, занимающие здесь обычно водоразделы. Подзолистые почвы чаще всего жмутся здесь к приречным полосам (Д р а н и ц ы н).

В пределах подзолистой зоны Енисейской губ. изучены Чуно-Ангарский водораздел, северное и западное Заангарье (пространство между Ангарой и Катангой или Средней Тунгузой).

Материнскими породами Чуно-Ангарского водораздела служат пески, глинистые наносы с хорошо окатанными мелкими гальками, красные глинистые песчаники, местами известняки и вулканические породы. Подзолистые почвы разнообразны по механическому составу (от глинистых песков до суглинков). Изредка попадаются пятна рендзинных почв, довольно сильно распространены скелетные почвы. Почвы болотного типа развиты сравнительно слабо. В почвах встречается летом мерзлота, глубина залегания которой разнообразна, в зависимости от условия рельефа, типа растительности и характера материнской породы.

Водораздел между Ангарой и Средней Тунгузой представляет страну с малой высотой хребтов, получившихся чаще всего, как результат размыва. Значительная часть страны слагается известковистыми песчаниками, а на юго-западе встречаются доломиты и сланцы. Местами осадочные породы прорезаны выходами диабазов.

Почвенный покров местности довольно однообразен, при чем по мере движения на север можно отмечать общее ослабление подзолистости, что дает возможность выделения северной подзоны скрыто-подзолистых почв. Среди почв подзолистого типа более южных частей наблюдаются всевозможные степени оподзоленности, кончая типичными подзолами. Наиболее оподзолены почвы приангарской полосы. Кроме подзолистых почв встречаются и болотные. На известняках и доломитах рендзин не образуется. Мерзлота не представляет редкого явления в этом районе (Д р а н и ц ы н).

Северное Заангарье, в общем, характеризуется такими же чертами (Ш у л ь г а).

В пределах Иркутской губернии обследованы значительные части Балаганского, Верхленского, Киренского и Нижнеудинского уездов

Промадная часть исследованного пространства лежит целиком в подзолистой зоне, и только небольшая часть Балаганского у., примыкающая к линии железной дороги, относится к переходной полосе лесостепи.

Материнскими породами в подзолистой зоне на огромных пространствах служат древние песчаники красного или серого цвета, содержащие углекислую известь. Местами широко развиты пески (правый берег р. Оки). Благодаря присутствию углекислой извести, почвы, развивающиеся на песчаниках, слабо оподзолены. На огромных пространствах Иркутской тайги, как и в других таежных областях Сибири, наблюдаются «гари» — результаты бывших лесных пожаров. Можно сказать, что почти вся тайга в различные времена испытала на себе влияние пожаров. Результатом последних является обилие угольных частиц в гумусовых горизонтах почвы, почему определения гумуса дают обыкновенно ненормально высокие цифры.

Болотный тип почвообразования также обычен на описываемой территории. Почвенная мерзлота — явление распространенное для данной местности. Наблюдения показывают, что на местах, пониженных, под мощным моховым покровом, непосредственно залегает иногда прослойка льда, на местах же высоких и сухих мерзлая земля летом встречается на более значительных глубинах (Панков, Райкин).

В пределах подзолистой зоны Забайкальской области обследованы до сих пор лишь некоторые районы восточной ее части, а именно бассейны рек: Унгурги, Белого Урюма, Алеура, Черной, Черного Урюма и левый берег Шилки (Филатов, Благовещенский). Эти районы, отличаясь гористым характером, слагаются массивными кристаллическими породами (граниты, сиениты и пр.), кристаллическими сланцами, реже известняками и кварцитами. Горные возвышенности сглажены и разделены долинами, имеющими или постепенно падающие пологие склоны (такие долины называют здесь «паднями»), или террасообразные уступы (эти последние долины носят название «еланей»).

Подзолистые почвы богаты скелетными щебневатыми разностями и оподзоленность их чаще всего слабая. Широко развиты торфяно-подзолистые и болотные почвы. У тех и других наблюдаются пятна и прослойки гумуса над горизонтом мерзлоты.

Амурская и Приморская области, как уже было указано выше, лежат целиком в подзолистой зоне. Большинство районов той и другой характеризуются гористым рельефом. Тайга чаще всего состоит из даурской лиственницы, реже из сосны, березы, ели (на севере Амурской

области встречается аянская ель). Только в более южных частях этой дальневосточной окраины встречаются: орех, пробковое дерево (*Phellodendron*), дикий виноград и пр.

Материнские породы весьма разнообразны: это частью твердые вулканические и метаморфические, частью более или менее древние осадочные породы, частью, наконец, новейшие наносы водного происхождения.

Среди подзолистых почв преобладают торфяно-подзолистые разности. Из группы подзолистых почв особенный интерес представляют мощные темноцветные луговые почвы, занимающие обширные пространства на водоразделе между р.р. Зеей и Буреей. Некоторые исследователи называли их черноземами, но на самом деле они ничего общего с черноземом не имеют. Подобные же почвы существуют в окрестностях оз. Ханки (Приморской обл.).

Заболачивание в Амурской и Приморской областях преимущественно поверхностное и вызывается особыми условиями климата. Почти три четверти здешних атмосферных осадков падает в летний период, и воды эти не успевают испариться и просочиться в глубину. Отчасти просачивание задерживается мерзлотой, которая встречается почти всюду в Амурской области на большей или меньшей глубине (П р о х о р о в). Почвы болотного типа здесь вообще широко развиты.

Под влиянием захвата лесом почв болотного типа, наблюдается местами осушение этих последних и постепенное превращение их в почвы подзолистого типа (Т о м а ш е в с к и й). При этом появляются вначале на некоторой глубине подзолистые пятна, которые затем сливаются в сплошной прослой, разделяющий на две части темный гумусовый горизонт бывшей болотной или лугово-подзолистой почвы.

Переходы от подзолистой зоны к черноземной обследованы были в нескольких районах: Тобольской, Томской, Енисейской губ. и в Забайкальской области. В Западной Сибири переходы от подзолистой к черноземной зоне выражаются двояко: в одних случаях эти переходы идут через деградированные черноземы, деградированные суглинки и супеси к лесным подзолистым почвам, в других—через черноземовидные почвы к лугово-подзолистым. Второго типа переходы можно наблюдать в сильно заболоченных пространствах Тарско-Тюкалинского района и в Барабе.

В Маринско-Чулымской тайге (бассейн р. Чулыма), материнскими породами являются глинисто-песчаные наносы водного происхождения. Почвенный покров слагается из темносерых и серых деградирова-

ных суглинков, светлосерых подзолистых суглинков, супесей, песков и редких пятен деградированного чернозема. У первой разности деградированных суглинков мощность гумусовых горизонтов колеблется от 40 до 60 см. Наблюдается развитие красnobурого горизонта В. Количество гумуса в темносерых суглинках достигает 5.13%, серых—3.13, в деградированном черноземе—8% (К о л о к о л о в). На аллювиальных наносах Чулыма развиты темноцветные почвы лугового типа, подобные описанным для Тобольской губ.

Почвенный покров у Аргуни (Забайкалье), в бассейнах р.р. Орочи, Бурдюмкана, Урюмкана очень пестрый. Здесь горные долины облачают резко различными северным («сивер» по местному), и южным («солонпоком»), склонами. На первом—сырая лиственная тайга с подзолистыми почвами, на втором—степь с черноземными почвами. Между этими крайними типами существует целый ряд переходов (Ф и л а т о в).

Нерчинская степь имеет очень узкую полосу перехода к подзолистой (таежной) зоне, где наблюдается понижение горизонта вскипания и явления деградации (П о п л а в с к а я).

2. Черноземная зона.

Эта зона представляет более или менее широкую полосу только в пределах Тобольской губ., части Томской и Акмолинской области. Начиная приблизительно от меридиана Томска и далее, на восток, чернозем уже не залегает сплошной полосой, а распадается на отдельные пятнышки и острова. О причине такого явления говорилось уже при характеристике черноземных почв вообще.

Необходимо, однако, отметить, что и в Тобольской губернии чернозем не имеет сплошного развития, а приурочивается к вытянутым с СВ. на ЮЗ. увальным грядам, большей частью довольно узким. Редко чернозем покрывает более значительные участки ровной степи (южные части Курганского, Ишимского и Тюкалинского у.у.). В промежутках между увалами, располагаются чаще всего солонцовые и солончаковые почвы. Солонцы и солонцеватые черноземы (называемые здесь «подсолонками») занимают обычно нижние части пологих склонов, а наиболее пониженные места заняты солончаками.

Среди степных участков Тобольской черноземной зоны разбросаны частые островки («колки») березового леса с осинкой. В этих колках наблюдаются деградированные черноземы, деградированные суглинки и даже вторичные подзолы. У опушек колков наблюдается иногда дегра-

дация солонцов. Деградируясь, столбы гориз. В, рассыпаются на орешки, изменяют свой цвет и постепенно разрушаются.

Таким образом, почвенный покров здесь оказывается много poorer, чем в Европейской России, и это особенно справедливо для северной части черноземной зоны. Солонцов и солончаков здесь неизмеримо больше, что связано с большей соленосностью местных материнских пород с малой дренажностью местности и с неглубоким залеганием грунтовой воды.

Материнскими породами Тобольской части черноземной зоны являются лессовидные суглинки, а иногда и третичные (миоценовые) глины.

Тобольский чернозем продолжается на юг, в Акмолинскую область, где граница обыкновенного чернозема лежит почти у пикета Ак-су (Тумип), за которым к югу начинается южный чернозем (130 верст южнее Петропавловска).

Черноземная зона Томской губ. дает к югу довольно значительный выступ, отгораживающий с запада Алтайские горы. Этот выступ не принадлежит, в сущности, горизонтальной зоне западно-сибирского чернозема, а должен рассматриваться, как результат вертикальной зональности, создающейся под влиянием горной системы Алтая. И действительно, побережья Иртыша на широте Павлодара и несколько севернее покрыты на большом протяжении каштановыми почвами, составляющими непосредственное продолжение каштановой зоны Тургайской и Акмолинской областей к востоку. Если же мы будем двигаться от Павлодара в восточном направлении, то, приближаясь к Алтаю, заметим постепенный переход каштановых почв в черноземные, а этих последних — в деградированные суглинки и, наконец, в подзолистые почвы.

Возвращаясь к горизонтальной черноземной зоне Томской губернии, отметим, что и здесь «сплошность» ее, как в Тобольской губернии, является относительной. И здесь мы наблюдаем ту же привязанность чернозема к увалам (гривам), при чем межгривные пространства заняты солонцами, солончаками, иногда подзолистыми почвами. Такую картину можно видеть в Барабе, отчасти в Кулундинской степи (Ташфильев). В Барабе грунтовые воды стоят неглубоко, а в междугривных понижениях они подходят к поверхности.

В Енисейской губернии черноземная зона изучена пока меньше, чем в западной Сибири. В Минусинском уезде, при пересечении гор и долин, во всевозможных направлениях, можно наблюдать ясную зави-

симость почвенного покрова от высоты местности и направления склонов. Местности, наиболее возвышенные, заняты черноземами или близкими к ним почвами (исключение составляют лишь каменистые вершины и обрывы). В местностях средних высот мягкие черноземные почвы вкраплены небольшими клочками среди каменистых, грубых; чаще же черноземные почвы супесчаные и хрящеваты. Долинные места заняты пятнами солонцовыми, среди которых более часты солончаки, чем солонцы (П р а с о л о в).

Высоты, лежащие в Ачинском у., в системах рек: Белый Юс, Черный Юс и Урюп ($54-55^{\circ}, 40'$ с. ш.), покрыты серыми суглинками, выше которых залегают световые, слабоподзолистые почвы (П р а с о л о в).

Степная часть Ачинского уезда была обследована в восточном углу южной его половины. Почвенный покров здесь чрезвычайно пестрый и складывается из чернозема, деградированного чернозема, деградированных суглинков, подзолистых почв, солонцов, солончаков и изредка каштановых солонцеватых почв (Е м е л ь я н о в).

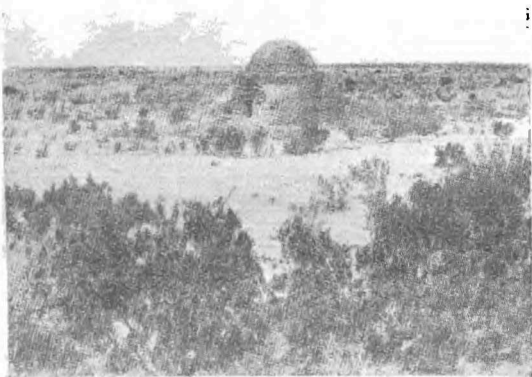
В описанных кратко частях Минусинского и Ачинского уездов, мы встречаемся с южной частью восточно-сибирской черноземной зоны; что же касается ее северной части, то последняя еще мало обследована, хотя и известны здесь черноземы, деградированные черноземы, деградированные суглинки, вторичные подзолы, а также солонцы и солоняк.

В Иркутской губернии черноземная зона носит также преимущественно характер лесостепи. Такая лесостепь простирается во всю сторону от с. Черемховского, к югу—почти до р. Белой, к северу—почти до р.р. Унги и Залари, к востоку—до Ангары и к западу—до Аларского инородческого ведомства (А г а п и т о в, П р е й н). Здесь во многих местах наблюдаются признаки деградации черноземных почв. Более степной характер имеют долины рек Унги, Алары, Иды и берега Ангары, ниже с. Евсеевского, до дер. Шиверской. По низинам рек Осы, Иды, Унги, Алары встречаются солончаки.

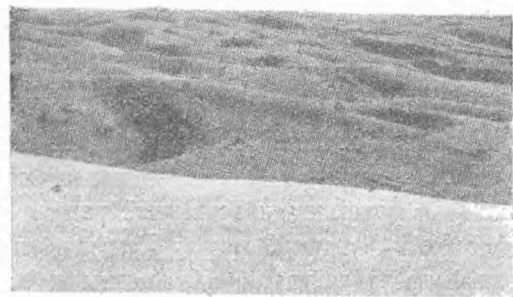
Черноземная зона Забайкальской области и ее предстепье в западной части области пока мало изучены; северная граница этой зоны еще определенно не установлена. Повидимому, здесь очень много своеобразного, может быть в связи с древними процессами почвообразования. Несколько больше известна черноземная зона в восточном Забайкалье, к востоку от меридиана Нерчинска. Степные участки здесь известны в бассейне Нерчи, Куенги, в окрестностях Сретенска и др. местах. Среди черноземов очень часты солонцы и солончаки, а местами



Сухая степь Туркестана.



Солончаковые равнины Туркестана.



Подвижные пески Туркестана.

является значительная часть и самих черноземов (Нерчинская степь) солонцеватой (С у к а ч е в).

3. Каштановая зона.

Каштановая зона Азиатской России изучена преимущественно в южной ее части, вблизи границы с бурой зоной. Более северные части зоны захвачены пока только в Петропавловском уезде, Акмолинской области и в Кустанайских степях—Тургайской. Кроме этого последнего района, к западу от Алтая обследованы довольно значительные участки каштановой зоны в Тургайской и Акмолинской областях, а к востоку от Алтая—в Енисейской губ. и в Забайкальской области. Граница этой зоны с черноземной, в пределах Киргизского края далее всего заходит на юг, образуя выпуклину к югу от Кокчетавских гор. К западу и востоку отсюда эта граница подымается на север.

В изученных частях Тургайской области чаще всего материнскими породами являются лессовидные суглинки, богатые углекислой известью, реже третичные (миоценовые) глины и пески (олигоценные). На водораздельных плато, прикрытых с поверхности лессовидными глинами, преобладающими почвами являются карбонатные слабо-солонцеватые каштановые суглинки. Поверхность их неровна, покрыта трещинами. На крутых склонах каштановые суглинки светлеют, становятся более солонцеватыми (по строению), а солевые горизонты у них ближе подходят к поверхности. По низким местам наблюдаются солонцеватые каштановые суглинки, приближающиеся по строению к солонцам.

Солонцы и солончаки занимают огромные пространства пониженных участков. Солонцы имеют различной структуры и мощности горизонт А и различной структуры горизонт В (С к а л о в, Л е в ч е н к о, С о ф о т е р о в).

В Петропавловском уезде, Акмолинской области (Кушмурунская волость), материнские породы также чаще всего лессовидные глины с углекислой известью, почему и здесь, как в Тургайской области, почвы вскипают с поверхности с кислотой. Преобладающими почвами являются темнокаштановые и каштановые, слабо-солонцеватые и солонцеватые почвы. Наиболее типичен почвенный покров на водоразделе между р.р. Оботаном и Кундуздой, между Кундуздой и Айбатаром и, наконец, в южной части района; здесь солонцы и солончаки очень мало развиты. По мере движения к северу, сильно возрастает количество котловин, а вместе с ними солонцовых и солончаковых почв.

Пониженные части впадин заняты обычно луговыми солончаковыми почвами, края западин слагаются пухлыми солончаками и столбчатыми солонцами, к которым примыкают солонцеватые и слабосолонцеватые почвы (А б у т ь к о в).

В Атбасарском у., Акмолинской области, подробно изучен район, примыкающий к оз. Денгиз (Т у м и н); северная граница района лежит под 50° 35' с. ш. Рельеф района холмистый. Материнские породы чаще всего буроватые суглинки, с обломками древних пород. Почвенный покров района чрезвычайно пестрый и дает самые разнообразные комплексы. Солончаки и каштановые, не солонцеватые, почвы имеют мало распространение, солонцы же, солонцеватые и слабосолонцеватые каштановые почвы, наоборот, широко развиты. Солонцы встречаются столбчатые и призматические, чаще всего, с укороченным горизонтом А. Наблюдается определенная правильность в размещении почв, в зависимости от рельефа и высоты залегания невоскипающих солей (хлористых и сернокислых).

В Енисейской губернии был изучен подробно участок каштановой зоны, прилегающий с обеих сторон к р. Абакану, левому притоку Енисея. В этом районе встречаются три вида поверхности: горы, холмистая степь и равнинная степь. Высшие точки гор имеют до 917 метр. высоты над уровнем моря. Горы сложены гранитами и древними осадочными породами, холмистую степь покрывают грязно-желтые или грязно-коричневые суглинки, супеси и желтовато-серый песок; равнинная степь одета супесями и лессовидными суглинками; местами материнские породы хрящеваты и щебневаты. Почвенный покров района состоит из каштановых суглинков, супесей и песков, каштановых солонцеватых почв, столбчатых солонцов, солончаков и темноцветных почв горных склонов (С т а с е в и ч).

В южной части Забайкалья каштановая зона исследована в Агинском уезде и отчасти в Нерчинско-Заводском. Район состоит из степей, степных гор, лесистой равнины по Онону и горных лесов.

В степях каштановые почвы в своих верхних горизонтах лишены углекислоты, но зато в подгумусовых горизонтах наблюдаются два слоя углекислоты извести, причем нижний из них находится над мерзлотой, которая наблюдалась здесь на глубине 2—2½ метров. Самые степи представлены широкими долинами (падами) в несколько верст поперечником. В них находятся местами озера с сильно засоленными водами и болота. Вокруг озер размещаются солонцы солончаки и солонцеватые каштановые почвы.

В степных горах наблюдается переход от каштановых почв к черноземным, а выше — к подзолистым. Лесистая равнина по Онону покрыта частью сосновыми борами, частью пашнями. Почвы здесь деградированные песчано-хрящеватые. В горно-лесном районе развиты серые деградированные суглинки и подзолистые почвы (И р а с о л о в).

4. Бурая зона.

Та же пестрота почвенных комплексов, которая характеризует южную границу каштановой зоны в Тургайской и Акмолинской областях, свойственна и бурой зоне в Азиатской России, в ее северной части, расположенной приблизительно между 50° и 49° с. ш. В виду этого точное разграничение двух упомянутых зон, отличающихся друг от друга в областях их соприкосновения только цветовым оттенком почв, несколько меньшей мощностью гумусовых горизонтов бурых почв и менее ясной границей между гумусовыми и безгумусовыми горизонтами, является довольно затруднительным в поле. При сравнении же образцов почв в музее разница в цветовых оттенках чрезвычайно ясно бросается в глаза.

Южная часть той же бурой зоны, занимающая на востоке области лесовых и лесовидных материнских пород, а на западе — глинистых и песчаных, изучена пока в северном Семиречьи, Иргизском районе (Е м е л ь я н о в) и отчасти в Сыр-Дарьинской области. Эта часть зоны уже и в поле достаточно ясно обособляется от каштановых почв не только цветовыми оттенками, но и некоторыми другими признаками.

Почвенный покров северной части бурой зоны представляется чрезвычайно пестрым и дает разнообразные комплексы. Не солонцеватых разностей почв здесь почти не встречается. Со слабо-солонцеватыми бурыми суглинками постоянно комбинируются солонцеватые, солонцы и солончаки. Встречаются и супесчаные разности буровых почв. Материнские породы тут также весьма разнообразны: кроме буропатых суглинков с хрящем встречаются третичные породы, а местами и более древние, иногда даже кристаллические породы (гранит). Рельеф чаще всего волнистый или, как его обычно называют в киргизских степях, мелкопочечный.

Бурые почвы, изученные в Акмолинской и Семипалатинской областях, чаще всего не карбонатны, т. е. не вскипают от кислоты с поверхности, как многие почвы западно-сибирской каштановой зоны.

В восточной части светло-бурой подзоны почвы, наоборот, карбонатны (Семиречье). Гумусовые горизонты слабо выражены и неясно

отграничены от безгумусовых. Уплотнения в них не наблюдается, т.-е. горизонт В не выражен. В этих почвах уже намечается переход к более южной, серой зоне. Солонцы среди них представляют сравнительно редкое явление, солончаки же встречаются чаще, но той пестроты почвенных комплексов, которая характерна для северной части бурой зоны, здесь не наблюдается.

Светло-бурые почвы Семиречья довольно разнообразны по механическому составу; они бывают и суглинистыми, и супесчаными, даже щебенчатыми или хрящеватыми (П р а с л о в, Б е з о п о в).

Ослабевает солонцовый процесс и в западной части светлобурой подзоны, что определенно констатировано для Иргизского района (Е м е л ь я н о в). В почвах солонцеватых ясно выражена чешуйчато-линзовидная структура горизонта, промежуточного между А и В, что является характерным морфологическим признаком светлобурой подзоны в Иргизском районе. Также отмечено и в Зайсанском уезде Семипалатинской области (П р а с л о в).

5. Серая зона или зона солончаков.

Как было отмечено выше, уже в южной части бурой зоны солонцовый процесс ослабевает, а солончаковый, наоборот, усиливается. В серой зоне солонцы почти сходят на нет, а солончаки охватывают значительные, иногда огромные площади. Не даром еще старые исследователи Туркестана (С е в е р ц е в, С е м е н о в) называли нижнюю зону этой области п о я с о м с о л о н ч а к о в. Такая смена солонцов солончаками понятна, если вспомним, что обильное засоление поверхностных горизонтов почв мешает развитию солонцового типа почвообразования.

Однако, нижняя зона Туркестана сложена не одними солончаками; между ними встречаются очень светлые, в сухом состоянии почти белесые почвы, которые называли с в е т л ы м и с е р о з е м а м и или б е л о з е м а м и.

При небольшом поднятии абсолютной высоты (250—700 метров) наблюдаются уже переходы к сероземам и исчезновение солончаков.

Некоторые из солончаков имеют характер луговых почв, у которых в разрезе, на ряду с явными раскислительными процессами (появление синеватых и зеленоватых пятен) наблюдается громадное накопление углекислой (карбонатно-солончаковые почвы), а иногда гипса и других солей. Местное название таких лугово-солончаковых почв— «сазы»; очень распространены, между прочим, п у х л ы е с о л о н ч а к и (по киргизски «кебир»)

Особенно засолены наносы и почвы долины р. Сыр-Дарья и равнины, лежащей вдоль этой реки. Поверхностные горизонты содержат здесь хлористые и сернокислые соли, а более глубокие—соду (Димов). На территории древней долины Сыр-Дарья часто встречаются такыры. Это нередко совершенно непокрытые растительностью пространства. Поверхность их белого или светло-серого цвета, плотная и звенящая под копытами лошадей, растрескивается паркетобразно на пятиугольные плиты (Неуструев). Под плотной коркой затекает осолоненный грунт.

Песчаные пространства серой зоны (Берг, Дубянский), напр., пески Муюн-Кум, несут своеобразные черты. Среди них довольно часты озера; растительность, где таковая есть, имеет гораздо более мощный и свежий вид, чем на соседних равнинах, покрытых суглинистыми почвами, чаще наблюдаются животные, особенно пресмыкающиеся. Почвенная влажность держится неглубоко от поверхности, поверхностные же горизонты песков, где таковые не подверглись раздуванию, покрыты тонкой, пещной и легко рассыпающейся корочкой, состоящей из зерен песка, связанных углекислой известью.

ГОРНЫЕ СИСТЕМЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ И АЗИАТСКОЙ РОССИИ

В горных областях, как уже говорилось выше, наблюдается определенная зависимость характера почвы от высоты залегания этой почвы над уровнем моря. Иначе говоря, мы здесь встречаемся с правильной сменой почвенных зон по мере поднятия, связанного также с изменением климата. Вертикальные зоны горных стран нередко очень близки по характеру своих почв к горизонтальным зонам, но наблюдаются и некоторые своеобразные особенности первых. Мы дадим здесь лишь самую краткую характеристику вертикальных зон главнейших горных областей России.

Крым. Вертикальная зональность в южной половине Таврического полуострова изучена пока еще недостаточно, хотя имеющиеся данные и позволяют говорить о таковой. Прежде всего каштановые почвы степной части Крыма, по мере приближения к горам, сменяются черноземами. На горных склонах Яйлы мы имеем, повидимому, некоторое сходство с тем, что наблюдается в южной Венгрии.

При переходе от степной зоны к лесистым горным склонам в более холодных частях умеренного пояса мы встречаемся с подзолистыми почвами, а в более теплых частях того же пояса, при тех же условиях, наблюдаются почвы, представляющие как бы переходные образования к

красноземам (*tetta rossa*). Такие красноватые суглинки действительно указываются для склонов Яйлы (Клеппинн); на вулканических породах горы Кастель также наблюдаются красноватые почвы (Богословский).

В восточном окончании Крымских гор, расположенном вблизи Феодосии, пустынная степь взбирается на горные склоны (Прохоров).

Плато (плоская поверхность) на вершине Яйлы, отличается влажным и сравнительно холодным климатом, покрыта травянистой растительностью субальпийского типа и одета горно-луговыми почвами (Богословский).

Кавказ представляет большой интерес, в качестве горной страны, обладающей в различных своих частях и на различных высотах чрезвычайно разнообразными климатами. Достаточно сказать, что мы здесь встречаем все те (или близкие к ним) комбинации климатов, какие можно встретить на равнинной России, а кроме того и такие, которые в пределах равнинной России не известны. Так, климатические условия, приближающиеся к тундровым, характеризуют высоты, пограничные с ледниками Кавказа, климат лесной зоны царит в высоких областях горных лесов, климат черноземной степи с несколько более суровыми зимами присущ целому ряду высоких плоскогорий, климат астраханских пустынных степей наблюдается в северо- и юго-восточной частях Закавказья, при чём некоторые из областей юго-востока теплее пустынных степей Европейской России. По черноземному побережью мы встречаемся с условиями теплоумеренного климата, приближающегося к субтропическому.

При переходе от равнинной России к предгорьям Кавказа наблюдается увеличение количества осадков, благодаря чему пустынная степь водораздела Волга-Дон в пределах Ставропольской губ., Кубанской и Терской областей вновь постепенно переходит в степную полосу, а эта последняя, при подъеме в горы, в свою очередь, сменяется лесами.

Соответственно пестрой картине климата пестро распределяются по Кавказу и растительные области, среди которых следует отметить: 1) тундровую с лишайниками, мхами и низкорослыми цветковыми растениями, 2) альпийскую луговую, несущую травянистый покров, а иногда кустарники рододендрона, 3) лесную высокогорную область, которая, в свою очередь, разбивается на ряд подзон с той или другой господствующей лесной породой, 4) степную ковыльную, 5) пустынно-

степную с полынями, тамариском и пр., 6) субтропическую с рододендроном, лавровыми, каштаном, буком (Кузнецов).

Если прибавить к сказанному, что, наряду с разнообразием климатических условий и растительности, Кавказ отличается и разнообразием материнских пород, среди которых очень распространены, между прочим, вулканические, то станет понятным, что почвенный покров Кавказа должен отличаться крайней пестротой. И действительно, мы находим на Кавказе торфянистые почвы горных вершин и горно-луговые, типичные лесные подзолистые почвы и деградированные суглинки, черноземы, каштановые почвы, бурые почвы, м. б. сероземы, разнообразные солонцы и солончаки, в том числе и горно-солончаковые почвы (Докучаев, Захаров).

Черноземы Закавказья, как уже упоминалось в своем месте, представляют древние почвы, частью деградирующие в настоящее время.

Урал. Отличаясь небольшой высотой, Уральские горы не обнаруживают резко явлений вертикальной зональности. В северной своей части, в пределах лесной зоны, они покрыты теми же подзолистыми почвами, какие лежат и в соседних равнинах Европейской и Азиатской России. Иначе обстоит дело в пределах черноземной зоны: черноземные почвы почти не поднимаются на Урал, который и в этой зоне покрыт почвами подзолистого типа; только низкие долины несут здесь черноземный покров. Почвенный покров отрогов южного Урала еще недостаточно изучен, но, по видимому, в пределах каштановой зоны находятся на этих отрогах островки и полосы чернозема (Скалов).

Алтай. Говоря о горизонтальных зонах Азиатской России, мы уже отметили в общих чертах, какое влияние оказывает горная система Алтая на распространение почвенных зон к востоку от Иртыша. К сказанному можно теперь прибавить, что и черноземная, и каштановая зоны проникают до известной степени и внутрь Алтайской горной страны по более или менее широким межгорным долинам. Вклинивание каштановой зоны наблюдается к югу от 51° с. ш. В этой области, по склонам, встречаются и горно-солончаковые почвы. Между 51° — $51^{\circ}30'$ с. ш., по таким же долинам находятся почвы темносерого цвета, с коричневатым оттенком; они отличаются также солончаковым характером, но относятся еще, по видимому, к зоне южного чернозема. К северу от 51° с. ш. располагаются черноземовидные почвы лугово-степного характера, а у 52° — и настоящие черноземы. Более повышенные районы между 51 и 52° с. ш., занятые типичными деградирован-

ными суглинками, площадь распространения которых довольно значительна, а еще выше, на склонах перевалов, располагаются подзолистые почвы. Выше подзолистых почв встречены горно-луговые (Смирнов).

В самой южной оконечности Алтая (район р. Кальджира), также совершенно определенно отмечается вертикальная зональность почв. В состав здешних зон входят каштановые и бурые почвы. Много разнообразных солонцов и солончаков (Абутков). Алтай имеет в настоящее время почвенную карту, составленную Выдриным.

Туркестан. Нижняя зона Туркестана (область светло-серых почв и солончаков), частью сероземов, была уже описана несколько выше. Теперь нам предстоит кратко охарактеризовать более высоко расположенные зоны. Абсолютные высоты (над уровн. моря) в 600—800 и более метров в северном Семиречьи и в 800—1000 и более метров в Чимкентском уезде Сыр-Дарьинской области заняты аналогами каштановых почв, а в Семиречье настоящими каштановыми почвами. В Пржевальском у. эти почвы взбираются значительно выше. В Сыр-Дарьинской области можно еще довольно явственно разделить эту горную зону на верхнюю и нижнюю части: в нижней почве имеют еще светлый оттенок, близкий к оттенку сероземов, в верхней получают более темный цвет, иногда приближающийся к цвету чернозема. Растительность, свойственная этим областям—полынно-типчаковая, в верхних частях сменяющаяся полынно-ковыльной, а иногда (Лепсинский у.) и кустарниковой.

Каштановые почвы и их аналоги могут залегать на самых разнообразных материнских породах и являются или мягкими, или более грубыми, иногда даже щебенчатыми. Местами они сопровождаются солончаковыми почвами, но последние в этой зоне распространены несравненно меньше, чем в нижней зоне светлых сероземов и светло-бурых суглинков, а местами даже и совершенно отсутствуют.

Площади, занимаемые в Туркестане каштановыми почвами, значительно меньше площадей, занятых сероземами, светлобурыми суглинками и их спутниками, тем не менее, в некоторых уездах они занимают довольно значительные пространства. В Перовском у., аналоги каштановых почв отсутствуют, в Чимкентском же залегают довольно значительными полосами в предгорьях Таласского Алатау и юго-восточной части Каратау. Полосы их протягиваются и в Аулиеатинский у., где эти почвы встречены также вдоль долин р.р. Терса и Таласа, а затем на волнистых, изрезанных реками и оврагами склонах Александровского хребта (Неуструев).

То, что говорится здесь о почвах Сыр-Дарьинской области, может быть, в общей схеме, распространено и на Ферганскую, Самаркандскую и Закаспийскую области.

В Копальском у. каштановые почвы, в том числе и темнокаштановые их разновидности, занимают значительные пространства в различных местах Джунгарской горной страны. В Верненском—область каштановых почв начинается от с. Казанско-Богородского и идет почти до р. Чилика (Безсонов). Маршрут по р. Чу, на юг, а оттуда на Верный, захватил также довольно обширную степь с каштановыми почвами (Тумин).

В Лепсинском у. (Прасолов), полосы каштановых почв протягиваются в предгорьях Джунгарского Алатау, а также в предгорьях Тарбагатай и Акчетавских гор (Сергиопольский район). Наконец, в самом южном уезде Семиречья, Пржевальском (Прасолов), долины с полынью-типчаковыми степями и светло-каштановыми почвами поднимаются до высоты 2.000—3.000 метр. над уровнем моря (в верховьях Чу и Джунгана, на Каракаюке и Арке, по Карагуджиру и по В. Караколу).

Высоты в 800—1.200 метр. в северном Семиречье, соответственно возрастающие по мере движения к югу, являются областями развития горных черноземов. Эти области занимают, в общем, еще меньшую площадь, чем каштановые почвы. Так, например, чернозем, в виде сплошной зоны, совершенно не встречен в Сыр-Дарьинской области, где аналоги каштановых почв занимают еще значительные территории, в северных же частях Семиреченской области чернозем не представляет редкого явления. В Лепсинском у. он находится как в Джунгарском Алатау, так и на Тарбагатае (Прасолов). В Копальском у. он также встречается в Джунгарской горной стране. В Верненском и Джаркентском у.у. полосы черноземов тянутся вдоль Зайлийского Алатау, к югу от Верного и вдоль Джунгарского Алатау (Безсонов).

Выше перечисленных почвенных зон располагаются местами лесные подзолистые почвы, а затем почвы альпийских горных лугов. Нижние части этих зон местами (Лепсинский у.), покрыты мощными черноземовидными лугово-степными почвами, на которых находятся высокотравные луга. В Джунгарском Алатау, в пределах Лепсинского у., эти почвы лежат на высоте 1.200 — 2.000 метр. В восточной части Джунгарского Алатау влажные горные луга вытеснены сухими или периодически высыхающими лугами («высокогорной степью»), а вместо черноземовидных горно-луговых почв тут находятся почвы,

близкие к черноземам, но с повышенным залеганием углесолей (П р а с о л о в). Черноземовидные почвы горных лугов встречены также и в Копальском у., а в Пржевальском—такие почвы найдены на высоте до 3.000 метров.

Верхняя горно-луговая зона сложена из менее мощных почв, часто влажных и торфянистых, покрытых мелкотравными горными лугами. Такие почвы в Лепсинском у. занимают высоты от 2.000—3.000 метров, в Пржевальском—до 3.200 метров, в Чимкентском—от 2.000 метров и выше.

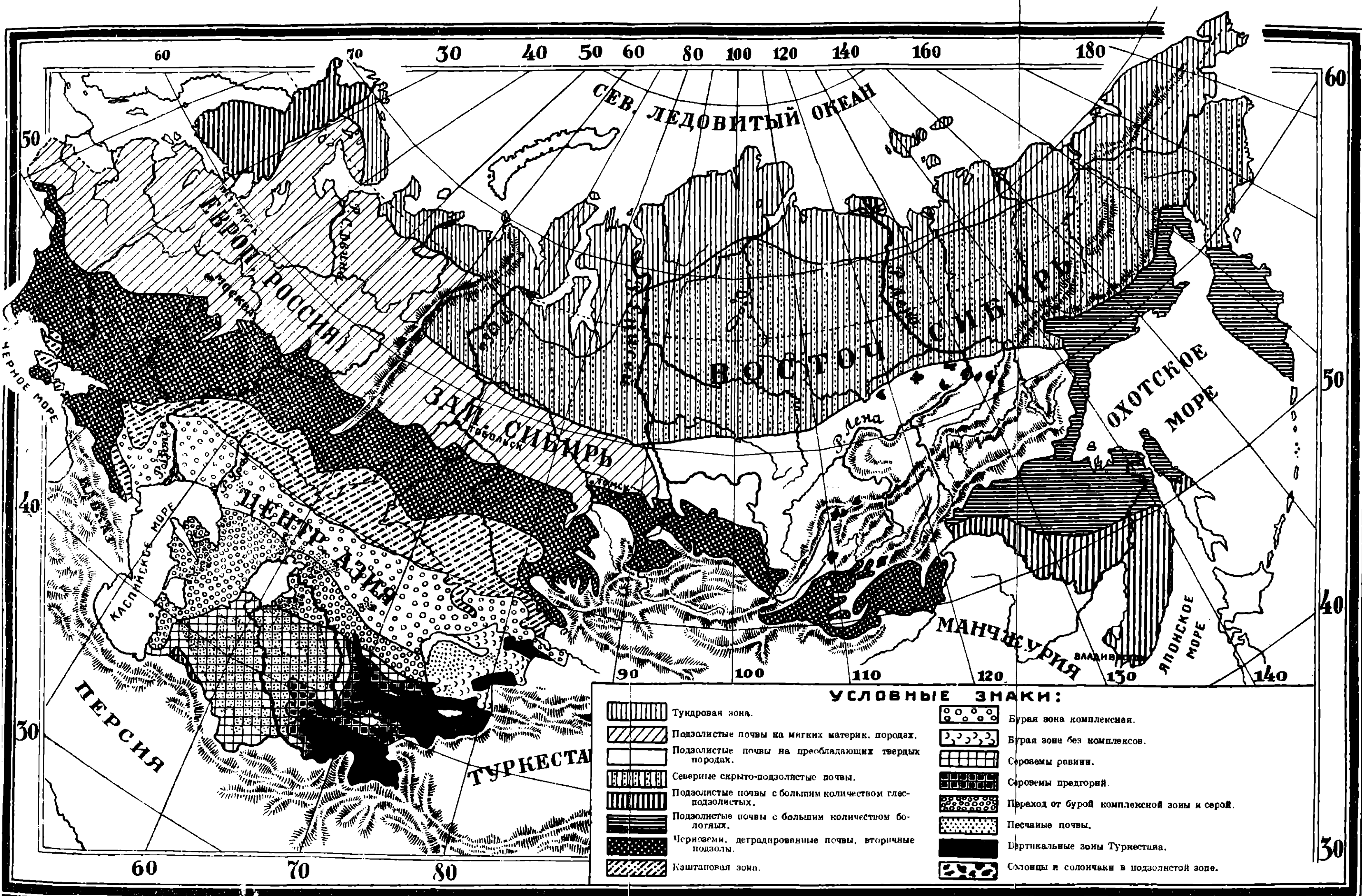
Из сказанного ясно, что в Туркестане наблюдаются две серии вертикальных зон: северная, приуроченная к Семитречью, где почвы бурой зоны сменяются каштановыми, черноземными, иногда лесными подзолистыми (Зайлийское Алатау) и горно-луговыми, и южная включающая Сыр-Дарьинскую, Ферганскую, Самаркандскую и Закаспийскую области, где зона солончаков со светлосерыми почвами (белоземами), сменяется кверху сероземами, темносерыми (аналоги каштановых), аналогами чернозема и пр.

Заканчивая краткую характеристику почвенного покрова Туркестана, необходимо заметить, что полнота и строгая последовательность всех перечисленных зон встречаются не всегда. Там, где склоны, гор пологи, или горы поднимаются террасами, последовательность зон выражена более ярко и определенно. На крутых склонах хотя и наблюдается известная последовательность и закономерность в смене почвенных образований, однако, она не столь ясно выражена, и носит несколько своеобразный отпечаток (появляются, между прочим, горно-солончаковые, преимущественно карбонатные почвы). В долинах, пересекающих склоны гор, зоны почв смешиваются и продвигаются вверх и вниз.

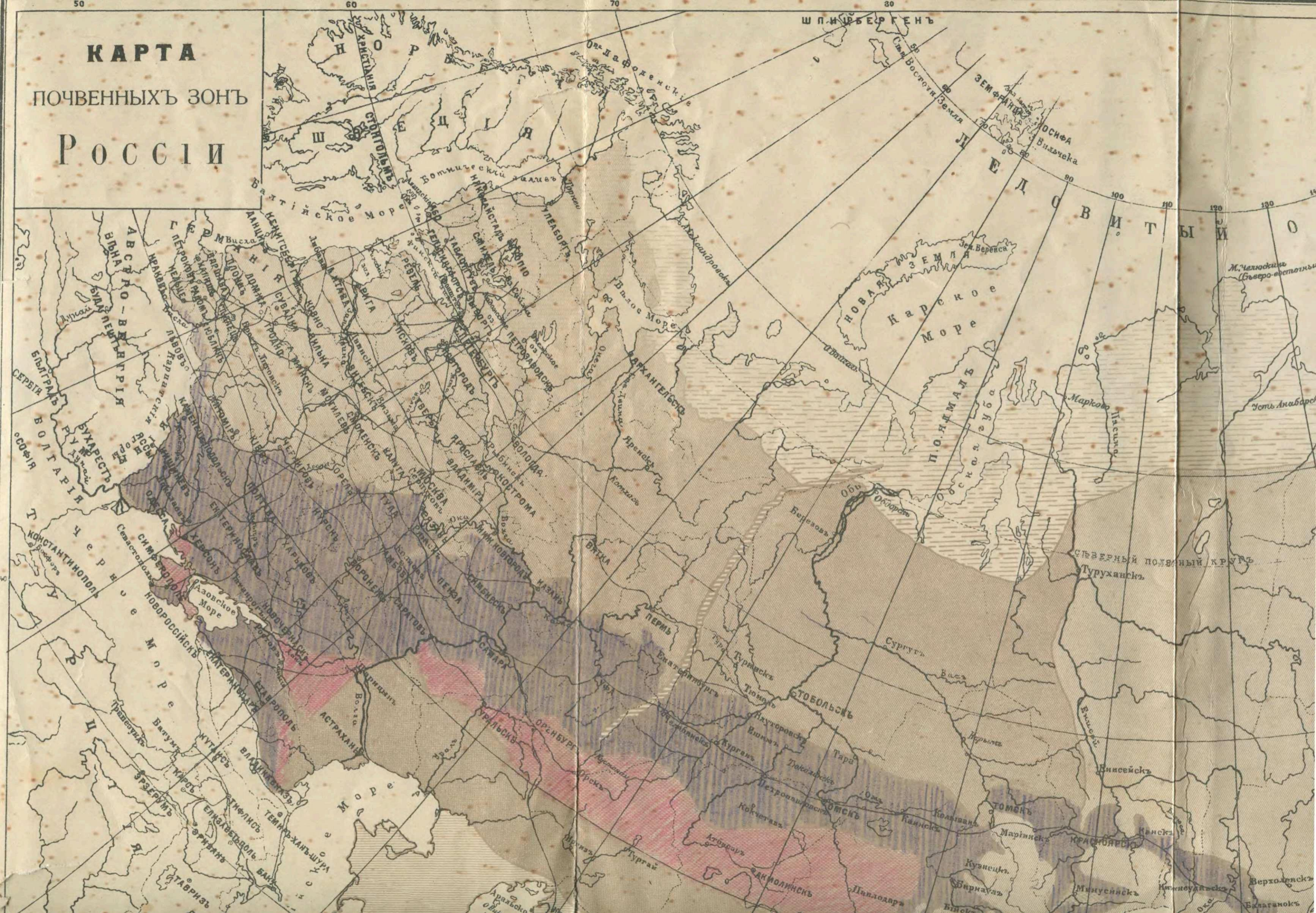
ОГЛАВЛЕНИЕ.

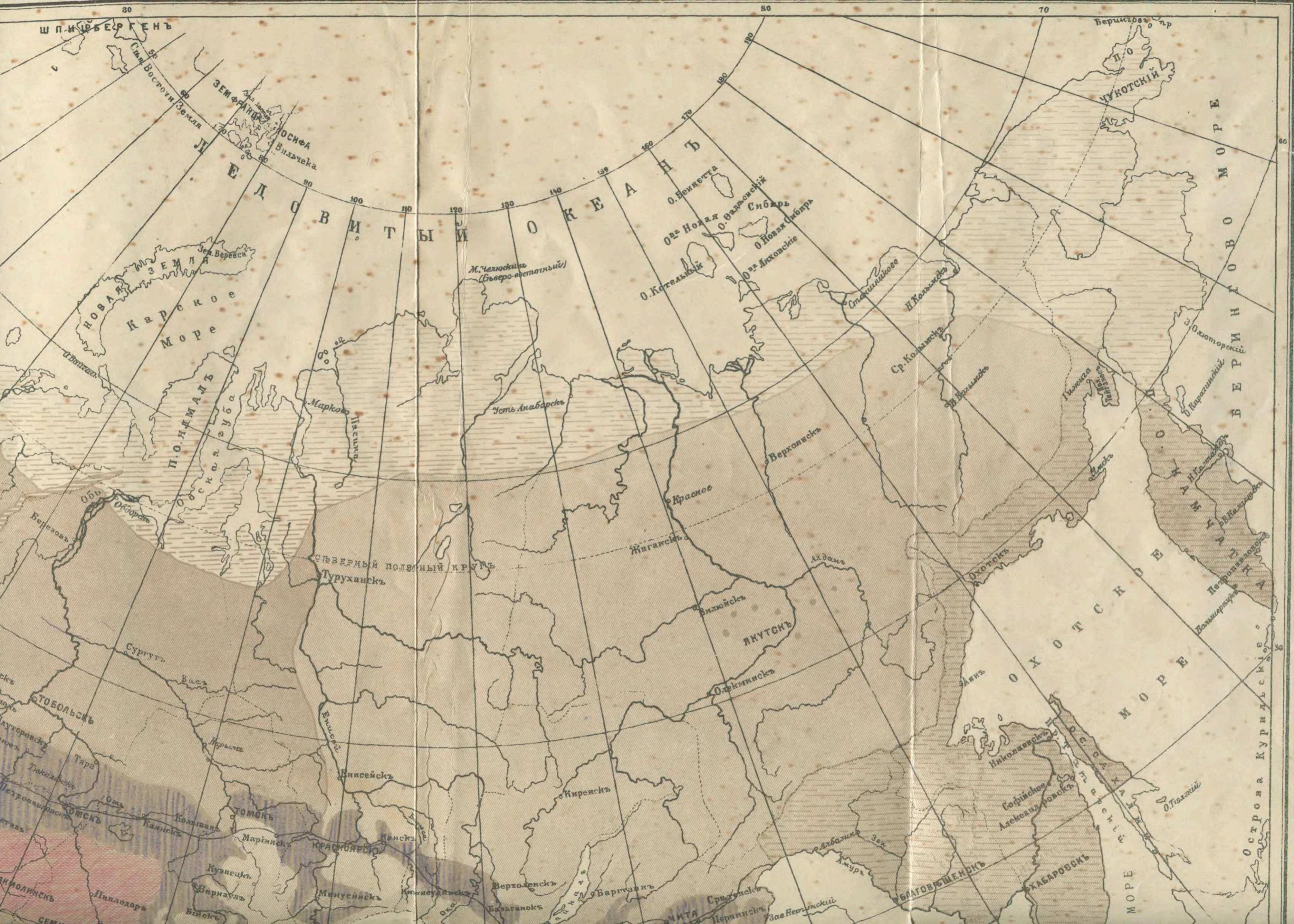
Почва, как самостоятельное естественно-историческое тело. . .	5
Образование почв	7
Разложение органических остатков в почве	16
Образование и свойства гумуса (перегноя)	—
Образование минеральной составной части почв (выветривание) .	24
Вода в почве и ее роль в почвообразовании	36
Свойства отдельных почвенных типов и почвенных групп	—
Классификация почв	43
Характеристика естественных видов почв	
Почвы латеритного типа	47
Почвы подзолистого типа	49
Почвы степного типа	56
Почвы болотного типа	71
Почвы солонцового типа	78
Почвообразование прежних геологических периодов	84
География русских почв	86
Европейская Россия	87
1) Тундровая зона	—
2) Подзолистая зона	89
3) Черноземная зона	94
4) Пустынно-степная зона	100
Азиатская Россия	101
1) Подзолистая зона	102
2) Черноземная зона	108
3) Каштановая зона	112
4) Бурая зона	114
5) Серая зона	115
Горные системы Европейской и Азиатской России	116
Крым	—
Кавказ	117
Урал	118
Алтай	—
Туркестан	119

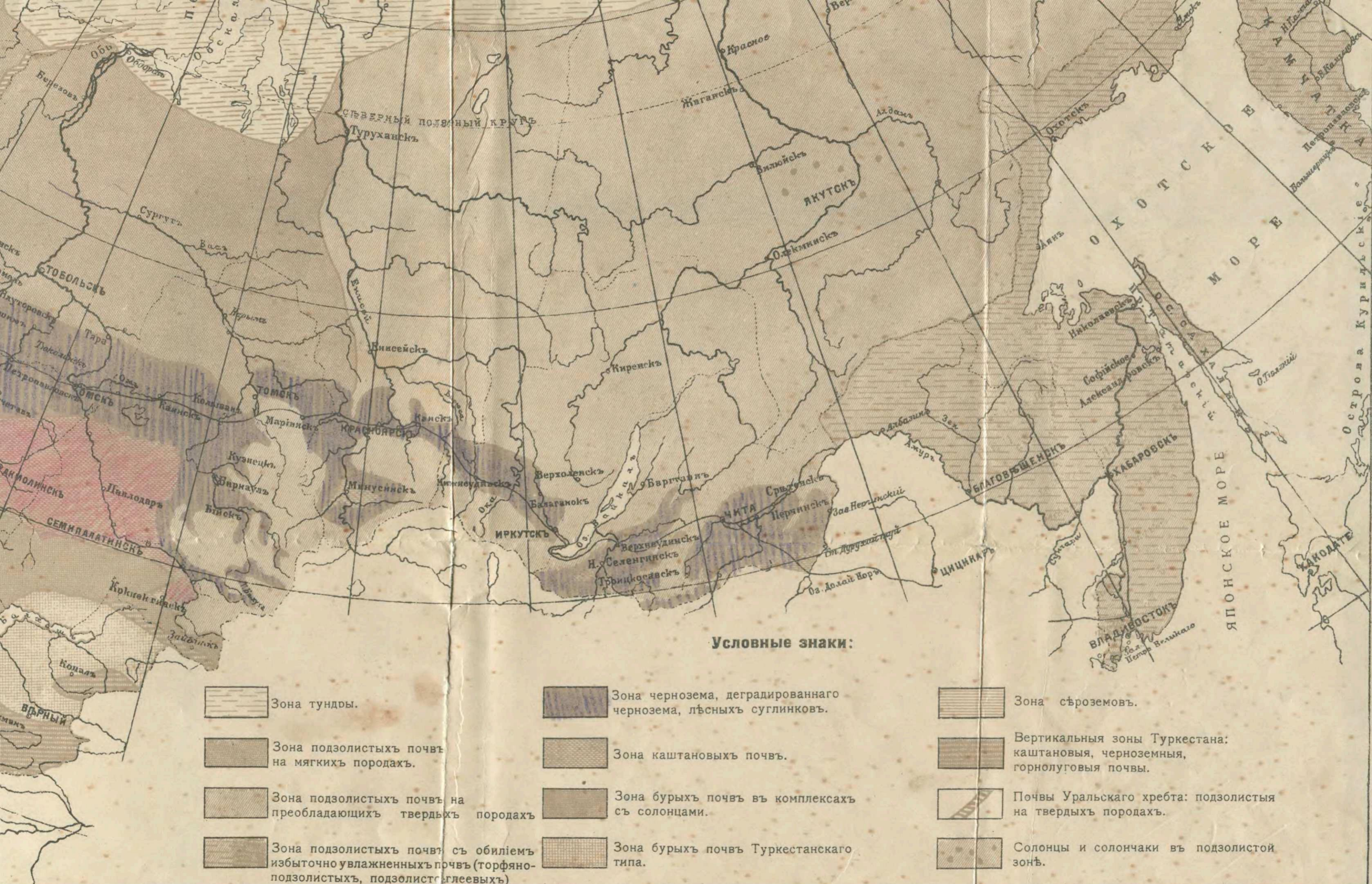
КАРТА ПОЧВЕННЫХ ЗОН С.С.С.Р.



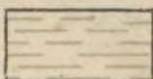
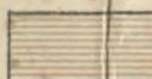
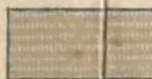
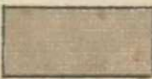
КАРТА
ПОЧВЕННЫХЪ ЗОНЪ
Россіи

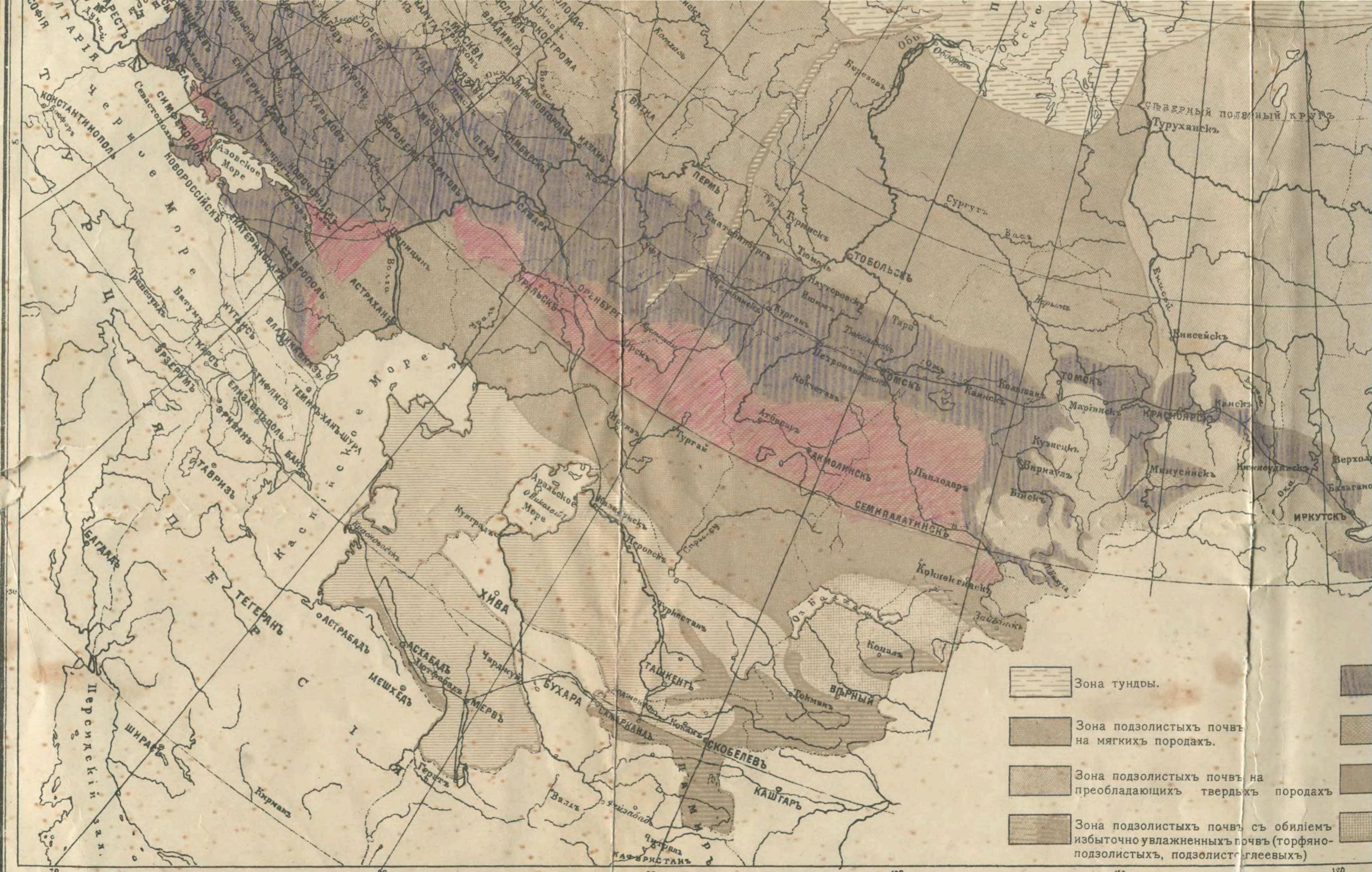






Условные знаки:

- | | | |
|--|---|--|
|  Зона тундры. |  Зона чернозема, деградированного чернозема, лесных суглинков. |  Зона сѣроземовъ. |
|  Зона подзолистыхъ почвъ на мягкихъ породахъ. |  Зона каштановыхъ почвъ. |  Вертикальныя зоны Туркестана: каштановыя, черноземныя, горнолуговыя почвы. |
|  Зона подзолистыхъ почвъ на преобладающихъ твердыхъ породахъ |  Зона бурыхъ почвъ въ комплексахъ съ солонцами. |  Почвы Уральскаго хребта: подзолистыя на твердыхъ породахъ. |
|  Зона подзолистыхъ почвъ съ обиліемъ избыточно увлажненныхъ почвъ (торфяно-подзолистыхъ, подзолисто-глеевыхъ) |  Зона бурыхъ почвъ Туркестанскаго типа. |  Солонцы и солончаки въ подзолистой зонѣ. |



Книжные магазины „НОВАЯ ДЕРЕВНЯ“:

МОСКВА, 1) гол Тверской и Моховой. Тел. № 75-71.

2) Больш. Златоустинский пер., д. 6, Центральный
Дом Крестьянина.

ПЕТРОГРАД, Б. Невский, Гостин. Двор, 1б.