Процессы почвообразования
Классификация и таксономия почв
Закономерности географического распространения почв
Почвы бореального пояса РФ

Кафедра ботаники и микробиологии
доцент И.Н. Волкова

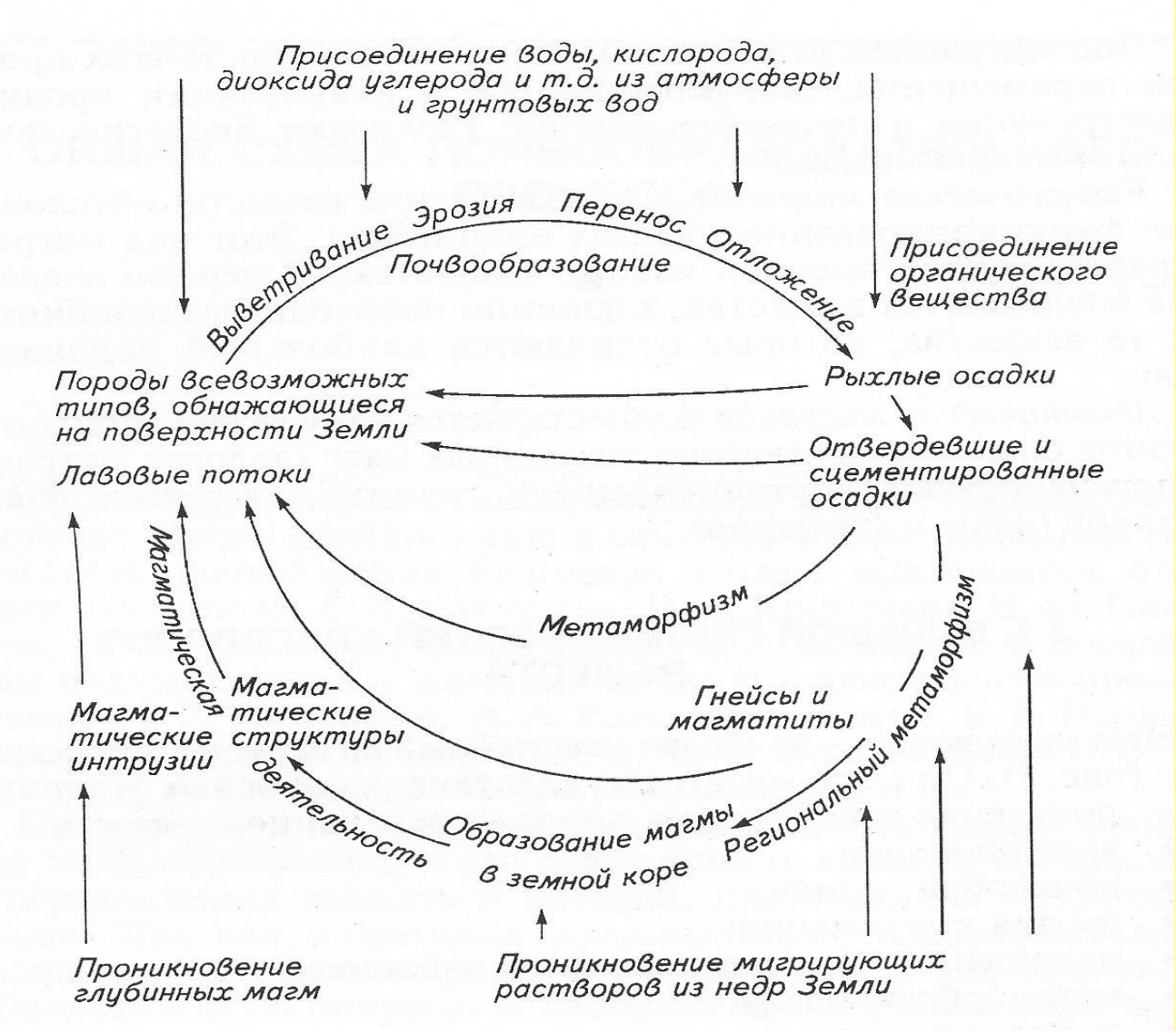
Почвообразование – совокупность явлений превращения и передвижения *веществ* и *энергии*, протекающих в почвенной толще

(по А.А. Роде)

Наиболее важные слагаемые почвообразовательного процесса

- Трансформация минералов горной породы (или уже существующей почвы);
- Накопление в почве органических остатков и их постепенная трансформация;
- Взаимодействие минеральных и органических веществ с образованием системы органо-минеральных соединений;
- Аккумуляция в верхней части профиля биофильных элементов;
- Передвижение продуктов почвообразования с током влаги в профиле почвы и по ее поверхности.

Схема большого геологического круговорота веществ (по А. Холмсу, с изменениями)



Основные этапы БГК

- Появление изверженных пород на земной поверхности
- Выветривание
- Почвообразование
- Эрозия и денудация
- Накопление континентальных и океанических осадков
- Метаморфизм осадков
- Выход на поверхность осадочных пород

Почва – место смыкания биологического и геологического круговоротов, где происходит формирование единого **биогеохимического круговорота**

Биогеохимический круговорот – система согласованных во времени и пространстве трансформационных и миграционных потоков веществ, протекающих последовательно в живой или неживой фазе почвы.

Схема биологического круговорота веществ в ландшафте (по А.И. Перельману)

Группы процессов, протекающих в почве:

- *микропроцессы* – неспецифические акты превращения вещества и энергии, протекающие в разных средах, не оставляют в почвах заметных морфологически выраженных признаков;

- *мезопроцессы* или *элементарные почвенные процессы (ЭПП)* – специфические почвенные процессы (природные и антропогенные), определяющие состав, свойства и дифференциацию почвенного профиля;

- *макропроцессы* или *общие (тотальные)* – специфическое сочетание профилеобразующих ЭПП, формирующее свой тип почвообразования

Виды микропроцессов

- ***Поглощение*** биотой минеральных солей из почвы и синтез органического вещества – ***возврат*** живыми организмами в почву органических и минеральных соединений;
- ***Разложение*** и ***минерализация*** растительных остатков – ***синтез*** гумусовых веществ почвы;
- ***Подкисление*** почвенных растворов – ***нейтрализация*** почвенных растворов;
- ***Разрушение*** первичных минералов – ***синтез*** вторичных минералов;
- ***Коагуляция*** коллоидов – ***пептизация*** коллоидов;
- ***Окислительные*** процессы – ***восстановительные*** процессы;
- ***Гидратация*** минеральных соединений – их ***дегидратация***;
- ***Движение растворов вверх и накопление*** подвижных соединений в верхней части профиля – ***движение растворов вниз, растворение*** и вынос подвижных соединений;
- ***Адсорбция*** газов – ***десорбция*** газов.

Многие микропроцессы <u>цикличны</u> из-за цикличности природных факторов (суточных, годовых, многолетних), но без полной обратимости. Одни микропроцессы *сменяются* другими, противоположного характера и направления.

Отдельные микропроцессы <u>не оставляют морфологически выраженных</u>

Элементарные почвенные процессы (мезопроцессы)

Биогенно-аккумулятивные:

(процессы, протекающие под влиянием ж/д организмов и приводящие к накоплению органических веществ)

подстилкообразование; торфообразование; гумусонакопление

Гидрогенно-аккумулятивные:

(*аккумуляция веществ в почвенном профиле под влиянием грунтовых вод)*

засоление; огипсовывание; окарбоначивание; оруденение; олуговение.

Метаморфические:

(процессы с преобразованием твердой фазы почвы без выноса соединений или элювиально-илювиальной дифференциации)

структурообразование; оглинивание; оглеение; слитизация и др.

Элювиально-иллювиальные:

(процессы, обусловливающие разрушение и преобразование компонентов твердой фазы почвы в верхней части профиля)

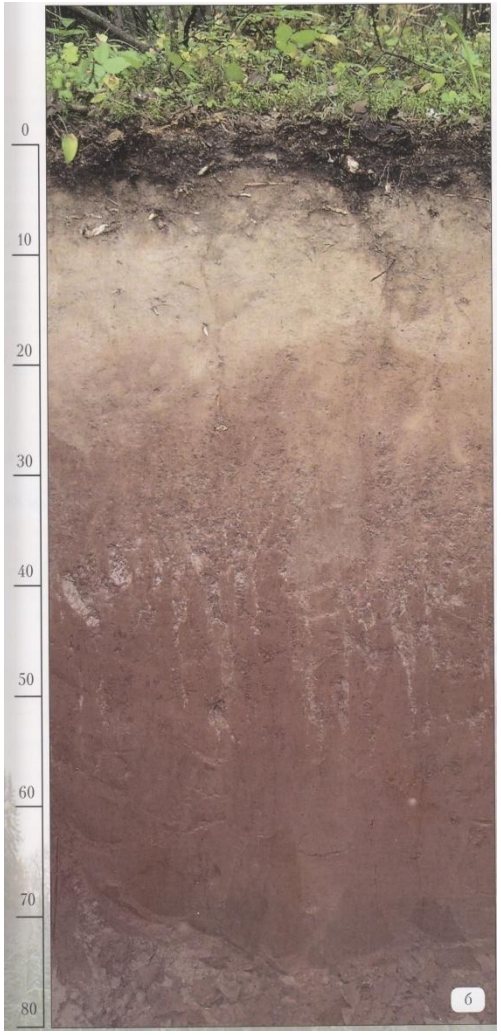
оподзоливание; лессивирование; выщелачивание; осолодение; осолонцевание и др.

Деструктивные:

(процессы, связанные с частичным или полным разрушением профиля почвы)

эрозия; смыв; погребение; уничтожение

Проявление мезопроцессов в почвообразовании



***Дерново-подзолистая почва – мезопроцесс* оподзоливание**

Слагаемые процесса оподзоливания

- Формирование простых органических кислот при разложении растительных остатков в условиях недостатка кислорода (лимонной, щавелевой, уксусной и др.).
- Формирование гуминовых кислот (процесс гумификации).
- Появление в почве метаболитов различных организмов кислой природы и угольной кислоты.
- Разрушение первичных и вторичных минералов кислотами.
- Вынос продуктов разрушения минералов продуктов разрушения минералов в нижележащие горизонты и грунтовые воды.

Стадии почвообразования

- стадия ***начального*** почвообразования
- стадия ***развития*** почвы
- стадия ***«зрелой»*** почвы

Длительность и интенсивность каждой стадии зависит от сочетания факторов почвообразования.

Особенности стадии *начального* почвообразования:

-незначительная мощность субстрата, слабая его дифференцированность,

- нет специфических признаков почвы,

- преобладает геологический круговорот,

-*микропроцессы* не согласованы между собой,

- биологический круговорот только зарождается и имеет малый объем (пионерная растительность),

- отсутствует сомкнутость круговоротов

Стадия начального почвообразования в гольцовом поясе Северного Урала

Особенности стадии *развития* почвы

- смена растений-пионеров высшей растительностью,
- возрастание масштабов биологического круговорота с каждым его оборотом,
- усложнение биоценозов,
- *согласованность микропроцессов,* появление *мезопроцессов и макропроцессов,*
- формирование специфических свойств и строения почвы,
- появление профильной дифференциации почвы,
- появление согласованного биогеохимического круговорота

Выходы карбонатных пород на Среднем Тимане (1) и сформированная на них *дерново-карбонатная почва* (2)

Особенности стадии *«зрелой»* почвы

- биогеохимический круговорот (качественно и количественно) приобретает относительную стабильность, обеспечивает воспроизводство строго определенной комбинации мезопроцессов (ЭПП),

- ЭПП согласованы в пространстве и во времени, образуют макропроцессы,

- главные свойства и признаки почвы стабилизируются на определенном уровне.

Дерновая кислая почва пойменного луга, республика Коми

Классификация почв – объединение их в группы на основании происхождения, важнейших свойств и особенностей плодородия

Задачи классификации почв

- создание единого языка общения;
- отражение разнообразия почв, выявление общности и различий между почвенными разностями;
- научная основа для учета, охраны, использования почвенных ресурсов.

Классификация базируется на ***номенклатуре***, ***таксономии*** и ***диагностике***

Классификационные системы, используемые в современном российском почвоведении

«Классификация и диагностика почв СССР, 1977» - эколого - генетическая;

«Классификация почв России, 2004» - субстантивно-генетическая;

«Мировая реферативная база почвенных ресурсов» (World Reference Base for Soil Resources – WRB, 1994-2006) – неиерархическая система, почвенные выделы характеризуются как точки в n-мерном пространстве

«Классификация и диагностика почв СССР, 1977»

Плюсы:

Почва рассматривается как часть ***экосистемы, ландшафта, природной зоны*** (отсюда – экологичность).

Почва – развивающееся природное тело, имеющее свой ***генезис*** (генетическая основа классификации).

Минусы:

Отсутствуют почвы, не использовавшиеся в народном хозяйстве.

Трудно классифицировать почвы, формирующиеся в *нетипичных условиях.*

Основные таксономические единицы, используемые в «Классификации и диагностике почв СССР, 1977»

Тип – большая группа почв, развивающихся в однотипных биологических, климатических и гидрологических условиях; для почв типа характерна единая система основных диагностических горизонтов и общность свойств.

Подтип – группа почв в пределах типа, *качественно* отличающихся по проявлению *налагающегося* процесса почвообразования или представляющих переходные ступени между разными типами.

Род – группа почв в пределах подтипа, которая отражает *качественные* генетические особенности, определяемые местными условиями почвообразования (состав пород, грунтовых вод, эродированность, слитогенез и т.д.).

Вид – группа почв в пределах рода (иногда – подтипа), отличающаяся *количественно* по степени выраженности тех или иных признаков почвы (степень гумусированности, засоленности и т.д.)

Разновидность – определяет почвы по механическому составу.

Разряд – группирует почвы по особенностям материнских пород

Основные морфологические признаки, используемые при описании почвенного профиля

- *строение почвенного профиля,*
- *мощность почвы,*
- *цвет,*
- *гранулометрический (механический) состав,*
- *структура,*
- *сложение,*
- *новообразования и включения,*
- *характер перехода генетических горизонтов*

Основные типы символов в русской системе

- **А0 – лесная подстилка или степной войлок**, состоит из опада древесной или степной растительности, мощность от 1-2 до 15 см.
- **Ад** - **органно-минеральный** поверхностный горизонт, формирующийся под луговой травянистой растительностью. По объему не менее чем на половину представлен корнями растений, мощность 10-15 см.
- **А – гумусово-аккумулятивный** горизонт. Формируется в почвах с изогумусовым типом профиля, содержит основные запасы гумуса (до 15%), наиболее темный, мощность до нескольких десятков сантиметров.
- **А1 – гумусово-элювиальный** горизонт. Формируется в почвах с элювиально-иллювиальным типом профиля. Мощность от 1…2 до 20…30см. Цвет от белесовато-серого до серого.
- **Апах – пахотный** горизонт. Представляет собой поверхностный слой почвы, подвергнутый механической обработке. Мощность зависит от глубины вспашки. Кроме гумусового может включать и нижележащие горизонты.
- **Т – торфяный** горизонт, состоит на 50-90% из растительных остатков разной степени разложения; мощность варьирует от 20…30см до 10…15м.
- **А2 – элювиальный** горизонт, имеет светлую, белесую окраску, обусловленную выносом гумуса и других красящих соединений.

По происхождению бывает: ***подзолистым*** (кислотный гидролиз минералов и вынос продуктов разрушения), ***осолоделым*** (щелочной гидролиз минералов и вынос продуктов разрушения), ***лессивированным*** (пептизация и вынос тонкодисперсных частиц без разрушения), ***элювиально-глеевым*** (разрушение минералов в переменно-восстановительной среде и медленный вынос продуктов разрушения).

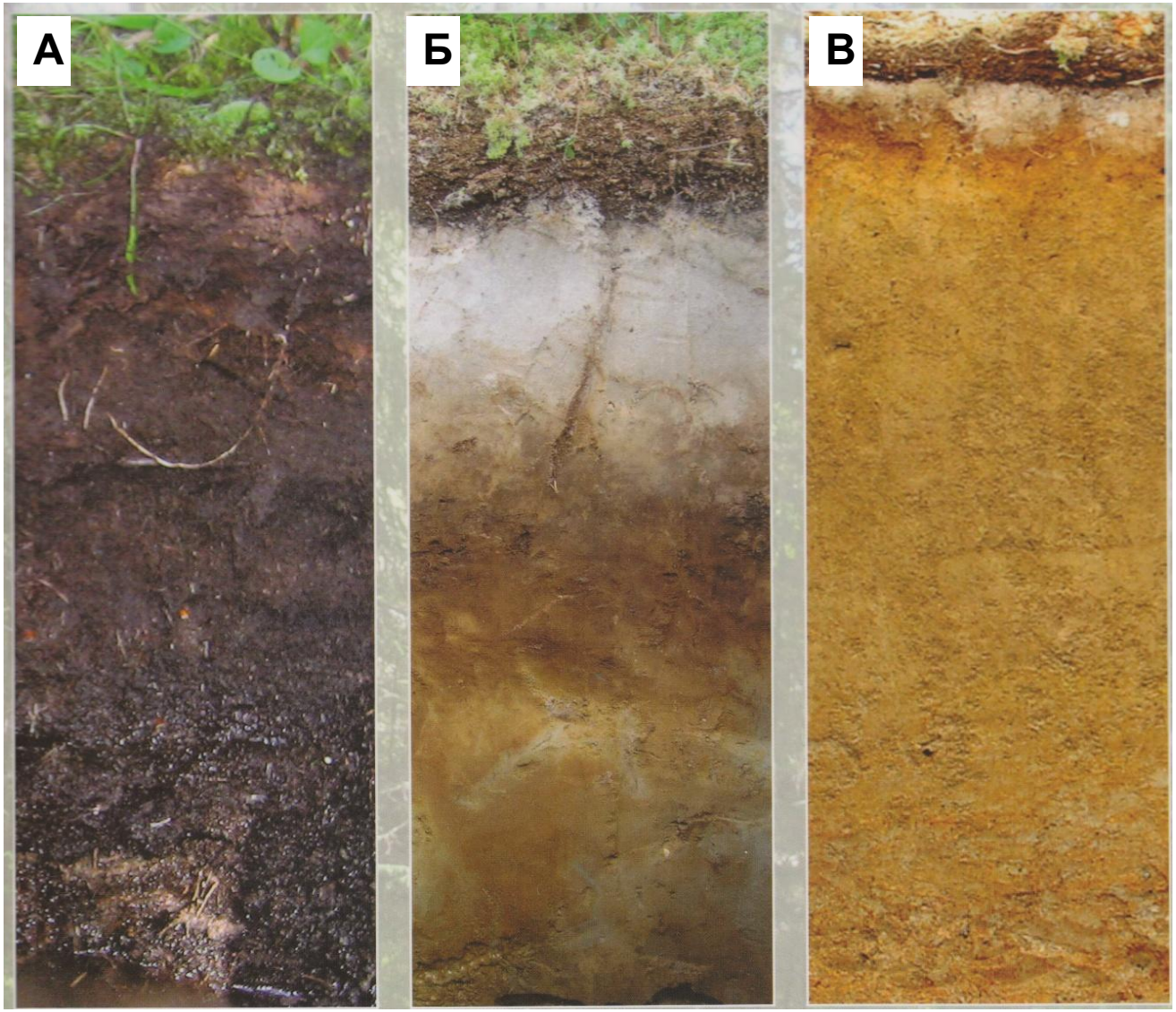
- **B** – **иллювиальный** горизонт (в элювиально-иллювиальных типах профиля) или переходный горизонт (в изогумусовых типах профиля).В почвах элювиально-иллювиальной дифференциации, *в зависимости от типа накапливающихся веществ*, различают:

  Bt - иллювиально-глинистый, **Bf** - иллювиально-железистый, **Bh** - иллювиально-гумусовый, **Bhf** - иллювиально-гумусово-железистый, B_k - карбонатный, B_{Na} - солонцовый, B_s – сульфатный или хлоридный.

  При изогумусовом типе профиля горизонт **B** подразделяется на подгоризонты **B1**, **B2** и т.д.

- **G** – **глеевый** горизонт, формируется в почвах длительного или постоянного избыточного увлажнения. Окраска варьирует от голубовато-сизой до зеленоватой. При периодическом (сезонном) переувлажнении формируются глееватые горизонты с отдельными сизоватыми или буровато-охристыми пятнами в различных горизонтах. Для их обозначения используют малый индекс «g», добавляемый к основному буквенному символу: $A2_g$, B_g.
- **C** – **почвообразующая или материнская порода**, слабозатронутая или незатронутая процессом почвообразования.
- **D** – если почвообразующая порода имеет небольшую мощность и с глубиной быстро сменяется другой породой с иными свойствами, то последняя называется **подстилающей**.

Примеры различных генетических горизонтов в составе почвенных профилей

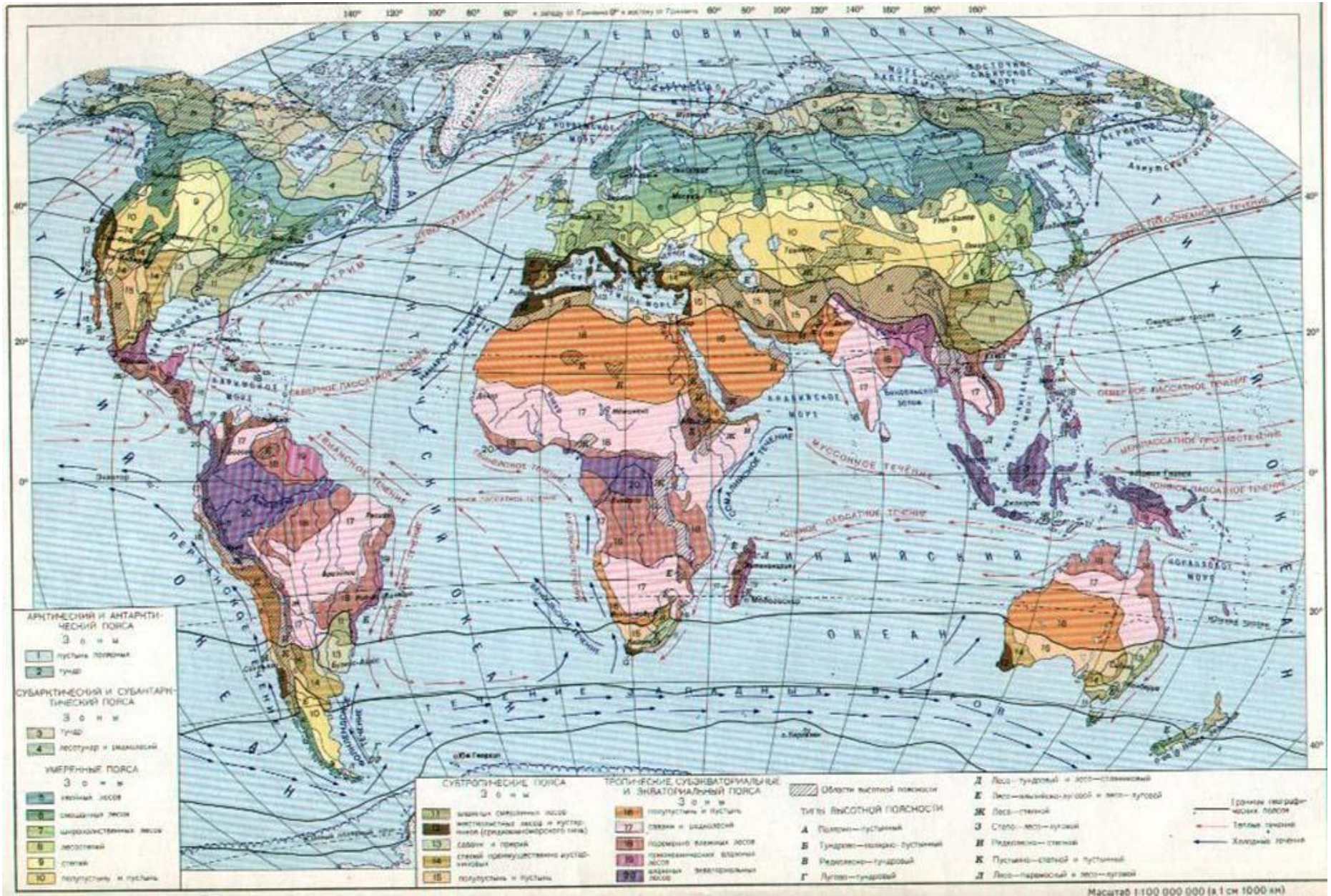


А - верховая торфяно-глеевая; Б - дерново-подзолистая; В - ржавозем

Закономерности географического распространения почв

1. Закон горизонтальной зональности (В.В. Докучаев «К учению о зонах природы », 1898)
1. Закон вертикальной зональности (В.В. Докучаев, 1899)
2. Закон почвенной интразональности (Н.М. Сибирцев, М. М. Филатов, конец 19 в.)
3. Закон аналогичных топографических рядов (С.А. Захаров, 1927)
4. Закон фациальности (провинциальности почв) (Л.И. Прасолов, И.П. Герасимов, 1945)

Горизонтальная зональность почв мира



Система почвенно-экологических формаций мира

классы пояса	Гумидный КУ > 1,5	Семигумид-ный КУ 1,5-0,6	Семиаридный КУ 0,6-0,3	Аридный КУ<0,3
Тропический **Т ср.год.>20**	Постоянно-влажно лесные	1.переменно-влажные 2.саванно-влажные	1.лесо-саванные 2.сухо-саванные	1.пустынно-саванные 2.пустынные
Субтропичес-гий **Т ср.год. 13-20**	Влажно-лесные	Высокотравные прерии	1.ксерофитно-лесные 2.кустарноково-степные	1.полупустынные 2.пустынные
Суббореаль-ный **Т ср.год. 7-13**	Широколист-венно лесные	1.лесо-прерии 2. широколиственно-лесные 3.лесостепные	1.степные 2.сухостепные	1.полупустынные 2.пустынные
Бореальный **Т ср.год. 1-7**	Таежные лесные	1. широколиственно-лесные 2.светло хвойно-таежные		
Полярный **Т ср.год. <0**	1.криогенно-тундровые 2.арктотундровые			

Бореальный пояс РФ в *меридиональном* направлении делится на ***области:***

- Западную лугово-лесную;
- Центральную таежно-лесную умеренно-континентальную (европейская часть и Западная Сибирь);
- Восточносибирскую мерзлотно-таежную континентальную;
- Дальневосточную таежно-лугово-лесную

Области подразделяются на ***фации:***

- теплую (западная и южноевропейская)
- умеренную (восточноевропейская)
- холодную (западно- и среднесибирская)
- длительномерзлотную (восточносибирская и дальневосточная)
- холодную влажную (Камчатка, Сахалин)

В *широтном* направлении центральная таежная область делится на **подзоны**:

северотаежную,
среднетаежную,
южнотаежную

Условия почвообразования на территории бореального пояса РФ

Охватывает области *хвойных лесов* с фрагментами *горных тундр* Евразии и составляет около **55%** территории РФ. Природные условия неоднородны из-за большой протяженности

Климат – от умеренно континентального (Центральная таежная обл.) до резко континентального (Вост. Сибирь) и муссонного (Дальний Восток).

Среднеиюльская t – **10-20 С**

Среднеянварская t – **-18-20 (-40- 50 в Вост. Сибири)**

Осадки – Центральная таежная обл. **350-700 мм/год**

Восточно-сибирская мерзлотно –таежная **150-600 мм/год**

Дальневосточная лугово-лесная **380-1000 мм/год**

Водный режим – промывной, среднегодовой *КУ* **– 1,5-1**

Почвообразующие породы: ледниковые и водно-ледниковые отложения (морена, покровные суглинки, водно-ледниковые пески и супеси), ленточные глины, элювий и делювий коренных пород, древний и современный аллювий

Растительность: хвойные леса, на юге пояса – с примесью широколиственных пород, суходольные и пойменные луга, болота (верховые, низинные, переходные)

Почвы бореального пояса

- Подзолистые, глееподзолистые
- Болотно-подзолистые
- Дерново-подзолистые
- Дерновые
- Болотные
- Мерзлотно-таежные

Основные почвообразующие процессы

- подзолистый
- дерновый
- болотный
- криогенный (в мерзлотно-таежных областях)

Ландшафт сосняка лишайникового (средняя тайга) и профиль подзола иллювиально-железистого

Основные почвообразующие процессы:
подзолистый, элювиально-иллювиальная дифференциация минеральной массы

A0 0-2 см

A2 2-18 см

Bf 18-45 см

B1 45-80 см

B2 80-115 см

Основные компоненты подзолообразования:

- Растворение и вынос (*выщелачивание*) простых солей при *промывном* водном режиме
- Формирование трудноразлагаемой лесной подстилки **A_0**, являющейся *источником кислот* разной природы (простые органические кислоты, кислотные метаболиты грибов, бактерий, корневые выделения высших растений), pH 4-5
- Гумификация растительных остатков в гор. **A_0** с образованием *фульвокислот*
- Подзолистый процесс – разрушение минералов почвы под воздействием кислот (*кислотный гидролиз*) с образованием *подзолистого горизонта* ***A_2*** и перенос продуктов кислотного гидролиза в элювиальный горизонт **Bi** (усиливается *лессиважем*)

Свойства подзолистых почв

- Низкое содержание гумуса (1-2%), преобладание фульвокислот
- Кислая реакция среды (pH 3,3 -4,5), повышенная обменная кислотность, обусловленная водородом и алюминием
- Низкая емкость катионного обмена (< 15 мг-экв./100 г почвы), низкая насыщенность основаниями (менее 50%). Наименьшие значения ЕКО отмечаются в подзолистом горизонте
- Обедненность верхних горизонтов физической глиной и оксидами железа и алюминия; накопление этих компонентов в иллювиальном горизонте
- Преобладание первичных минералов
- Повышенное содержание подвижного железа, алюминия и марганца; отсутствие водорастворимых солей (т.к. вымываются)
- Бесструктурность, распыленность верхних горизонтов и

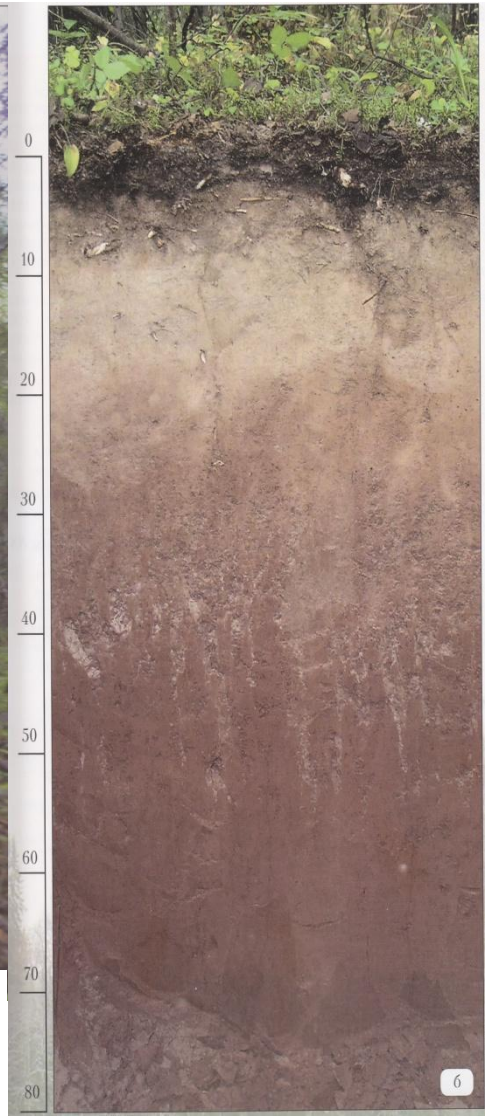
Деление подзолистых почв на *подтипы*:

- подзолистые;
- глее-подзолистые

Деление подзолистых почв на *роды*:

- Обычные (на суглинках)
- Остаточно-карбонатные (на карбонатных породах)
- Контактно-глеевые (на двучленных отложениях)
- Иллювиально – железистые (на ожелезненных песках)
- Иллювиально-гумусовые (при переносе гумуса в гор. В, на песках)
- Слабодифференцированные (на песчаных породах)

Ландшафт ельника кислично-зеленомошного
и профиль дерново-подзолистой почвы



А0 0-3 см

А1 3-5 см

А2 5-20 см

А2В 20-31

В1 31-51 см

В2 51-81см

Основные почвообразующие процессы:
подзолистый, дерновый, элювиально-иллювиальная дифференциация минеральной массы

Свойства дерново-подзолистых почв

- Элювиально-иллювиальная дифференцированность профиля
- Обеднение верхней части профиля физической глиной и полуторными оксидами, их вынос в иллювиальные горизонты
- Низкое содержание гумуса (1,5-2,5%)
- Высокая кислотность в верхней части профиля(pH 4,5 – 5,5)
- Малая емкость катионного обмена (10-15 мг-экв/100г почвы) при низкой насыщенности основаниями
- Низкая обеспеченность элементами питания
- Неблагоприятные физические свойства
- Высокое содержание подвижного алюминия, повышающее обменную кислотность

Деление дерново-подзолистых почв на *подтипы*

- Дерново-подзолистые
- Дерново-подзолистые глееватые

Деление дерново-подзолистых почв на *роды*

- Обычные (на суглинках)
- Остаточно-карбонатные (на карбонатных породах)
- Контактно-глеевые (на двучленных отложениях)
- Иллювиально – железистые (на ожелезненных песках)
- Иллювиально-гумусовые (при переносе гумуса в гор. В, на песках)
- Слабодифференцированные (на песчаных породах)

Дерновая кислая почва
пойменного разнотравно-злакового луга

Ад 0-4 см

А1 4-18 см

А1В 18-29 см

В1 29-49 см

В2 49-63 см

I 63 - 99 см

II 99 - 115 см

Основные почвообразующие процессы:
гумификация с аккумуляцией гумуса, дерновый

Основные компоненты дернового процесса

- Гумификация наземного и корневого *травянистого* опада (высокозольного, легко разлагаемого)
- Закрепление гумусовых веществ в почвенном профиле за счет образования *нерастворимых гуматов и фульватов Ca и Mg* (источник – опад и материнская порода), повышенное содержание гумуса
- Образование водопрочных агрегатов *комковато-зернистой структуры* благодаря значительному количеству гумуса и карбонатов
- Накопление зольных элементов (7-8%), азота и других биогенов, создание запаса питательных веществ и высокая емкость поглощения (20-30 мг-экв/100г почвы)

Свойства дерновых почв

- Формирование значительного по мощности аккумулятивного горизонте, накопление гумуса (4-15%)
- Образование водопрочной комковато-зернистой структуры верхнего горизонта
- Отсутствие или слабая выраженность оподзоленности
- Нейтральная реакция почвенного раствора (pH 6,5- 7,5)
- Высокая емкость поглощения (20-30 мг-экв/100г почвы)
- Повышенный запас азота и зольных элементов (7-8%)
- Высокая обеспеченность растений элементами питания
- Благоприятные физические свойства

Дерновые почвы (класс)

- **Тип дерново-карбонатные** – формируются на породах, содержащих карбонат кальция:

  дерново-карбонатные типичные (п/т)

  дерново-карбонатные выщелоченные (п/т)

  дерново-карбонатные оподзоленные (п/т)
- **Тип дерново-литогенные** – формируются на породах, содержащих силикатные формы кальция, магния, богатых железом

  дерновые насыщенные (п/т)

  дерновые кислые (п/т)

  дерновые оподзоленные (п/т)
- **Тип дерново-глеевые** – формируются при участии сильноминерализованных грунтовых вод, богатых кальцием

  дерново-поверхностно-глеевые (п/т)

  дерново-грунтово-глеевые (п/т)

  перегнойные поверхностно-глеевые (п/т)

  перегнойные грунтово-глеевые (п/т)

Верховое болото и профиль болотных почв

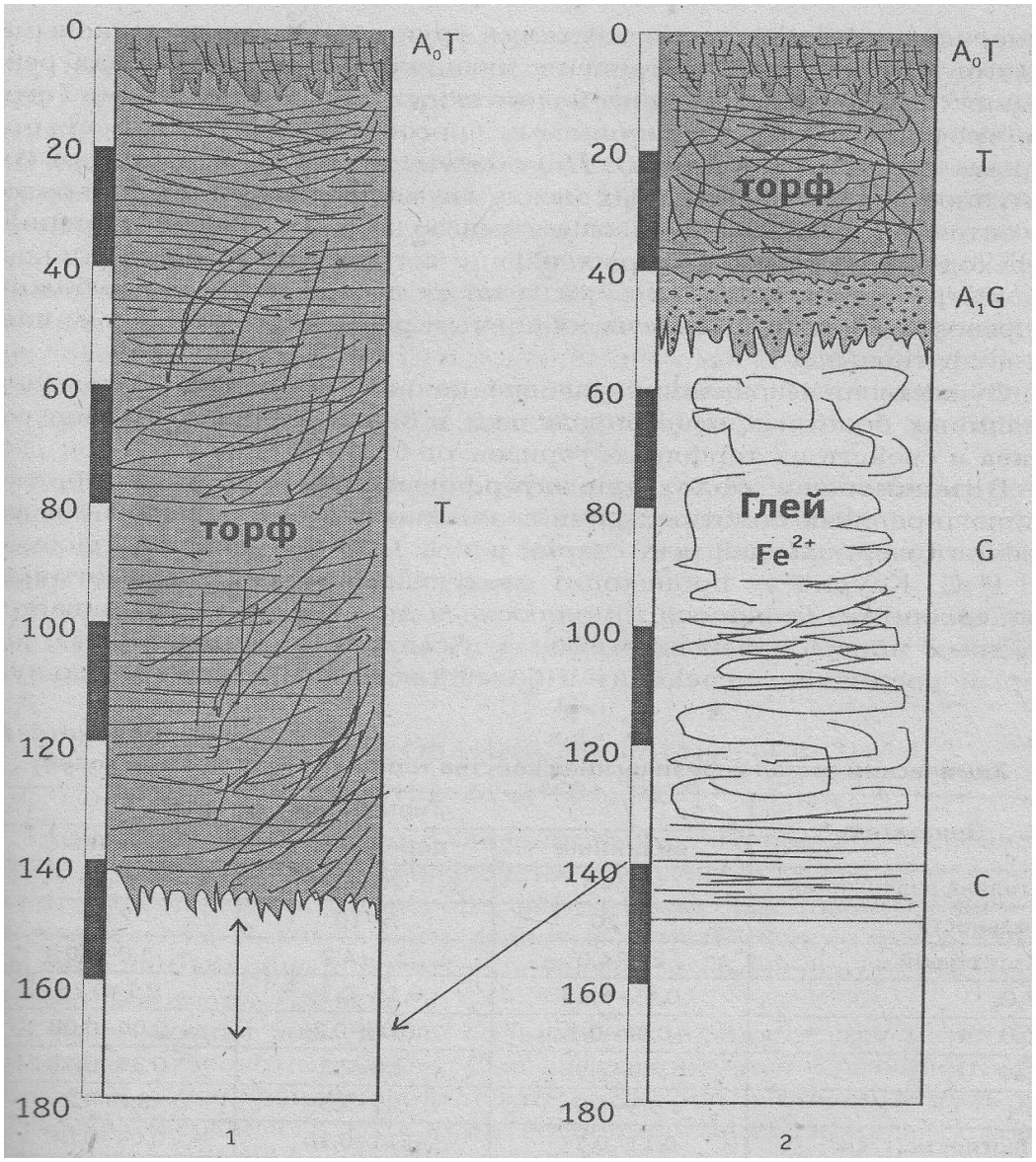
О

Т1

Т2

G

верховая торфяно-глеевая почва



1 – торфяно-болотная; 2 – торфяно-глеевая

Болотный процесс

Слагаемые торфообразования

- Анаэробные условия, создаваемые избытком влаги
- Ослабление окислительных процессов, неполная минерализация растительного опада
- Появление низкомолекулярных органических кислот (уксусная, масляная, щавелевая и др.), подавляющих жизнедеятельность большинства микроорганизмов почвы
- Замедленная гумификация опада (преобладает грубый гумус)
- Накопление на поверхности почвы полуразложившихся растительных остатков в виде торфа, различающегося по степени разложенности и мощности (0,5–10 м)

Слагаемые оглеения

- Постоянное или длительное переувлажнение почвы
- Высокое содержание органических веществ, способствующее развитию анаэробных гетеротрофных микроорганизмов
- Интенсивное развитие восстановительных процессов - восстановление минералов с переменной валентностью (Fe, Mn, S, N)
- Разрушение первичных минералов, их диспергация и утяжеление механического состава глеевого горизонта
- Синтез специфических вторичных минералов - *двууглекислого железа* **Fe(HCO3)**, *вивианита* **[Fe3 (PO4)2 8H2O]**, *сидерита* **FeCO3** и

Свойства болотных почв

Верховые болотные

- Формируются на водоразделах
- Растительность представлена *мхами и кустарничками*
- Увлажняются только атмосферными осадками
- Торф кислый (pH 3,2-4,2), очень беден минеральными веществами (зольность 2-5%)
- Торф слабой и средней степени разложенности

Низинные болотные

- Формируются в отрицательных элементах рельефа
- По характеру растительности могут быть *травяными, гипновыми (зеленые мхи) и лесными*
- Питаются минерализованными грунтовыми водами
- Торф слабокислый (pH 5,5-6,0), содержит запас минеральных веществ (зольность 5-50%)
- Торф высокой степени разложенности

Для всех торфяных горизонтов характерны ***низкая плотность, высокая влагоемкость, низкая теплопроводность.***

Классификация болотных почв

Болотные почвы

Тип болотные верховые

- **Болотные торфяно-глеевые**
- **Болотные верховые торфяные**

Тип болотные низинные

- **Низинные обедненные торфяно-глеевые**
- **Низинные типичные торфяно-глеевые**
- **Низинные типичные торфяные**
- **Обедненные низинные торфяные**