

---

**Тема: Общая схема  
почвообразовательного процесса.  
Факторы почвообразования.  
Основные функции почв.**

# Вопросы:

---

- 1. Генезис и основные функции почв.
- 2. Круговорот веществ и энергетика почвообразования.
- 3. Понятие об эволюции почв.
- 4. Основные факторы почвообразования.
- Литература: Ганжара Н.Ф. Почвоведение. –М.: Агроконсалт. -2001. -392 с.

# 1 вопрос. Генезис и основные функции почв.

---

- **Генезис почв** - это раздел науки о почве, рассматривающий факторы и процессы почвообразования. Он также включает описание и интерпретацию почвенных профилей и почвенного покрова на земной поверхности. **Генезис почв** изучает развитие почв из геологического субстрата, такого, как гранит, известняк, морена, лесс, аллювий.
- Почвообразовательный процесс объединяет **биологические, физические, химические и физико-химические** процессы происходящие в природе.

# Теория почвообразовательного процесса

- Теория почвообразовательного процесса разрабатывалась В.В. Докучаевым, П.А. Костычевым, Н.М. Сибирцевым, В.Р. Вильямсом, К.К.Гедройцем, К.Д. Глинкой, Г. Иенни, Ф. Дюшофурром и другими учеными. Важную роль в развитии современных представлений о почвообразовательном процессе сыграли работы И.П. Герасимова, В.А. Ковды, Б.Б. Плынова, И.В. Тюрина, А.А. Роде, С.П. Яркова и других исследователей.

**Под почвообразовательным процессом понимается совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще.**

Такое определение дает А.А. Роде.

**Агентами** почвообразования выступают живые организмы и продукты их жизнедеятельности, вода, кислород, воздух и углекислота.

## Слагаемые почвообразовательного процесса

- 1. **Превращение** минералов горной породы, из которой образуется почва.
- 2. **Накопление** в почве органических остатков и их постепенная трансформация.
- 3. **Взаимодействие** минеральных и органических веществ с образованием сложной системы органоминеральных соединений.
- 4. **Аккумуляция** в верхней части почвы ряда биофильных элементов - в основном элементов питания для растений и микроорганизмов.
- 5. **Передвижение** продуктов почвообразования с током влаги в профиле формирующейся почвы.



## Генезис почвы

- **Генезис** любой почвы состоит из трех последовательных связей:
  1. Первичный почвообразовательный процесс, начало образования почвы.
  2. Стадия развития почвы. Развитие - факторы почвообразования.
  3. Стадия сформированной зрелой почвы.



# Основные функции почвы

---

- Все биогеоценогические функции почв Евгением Дмитриевичем Никитиным и Глебом Всеволодовичем Добровольским /1986/ объединены в несколько групп по контролирующим их свойствам и параметрам почв.
- Основная функция почвы - это условие существования и эволюции организмов. Наиболее интегральная функция - это почвенное плодородие, тесно связанное со всеми остальными.

# I. ФУНКЦИИ ПОЧВЫ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ЕЕ ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

---

- Жизненное пространство.
- Жилище и убежище.
- Механическая опора.
- Депо семян.

## II. ФУНКЦИИ ПОЧВЫ, СВЯЗАННЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО С ЕЕ ХИМИЧЕСКИМИ И БИОХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

---

- Источник элементов питания.
- Депо влаги, элементов питания и энергии.
- Стимулятор и ингибитор биохимических и других процессов.

### III. ФУНКЦИИ ПОЧВЫ ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ В ОСНОВНОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

---

- Сорбция тонкодисперсного вещества, поступающего из атмосферы с боковым и грунтовым водным потоком и растительным опадом.
- Сорбция микроорганизмов обитающих в почве почвенным мелкоземом.

## IV. ИНФОРМАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧВ

---

- Функция сигнала для сезонных и других биологических процессов.
- Регуляция численности, состава и структуры биоценозов.
- Пусковой «механизм» некоторых сукцессии.
- «Память» биогеоценоза (ландшафта).

## **V. ЦЕЛОСТНЫЕ БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВЫ**

---

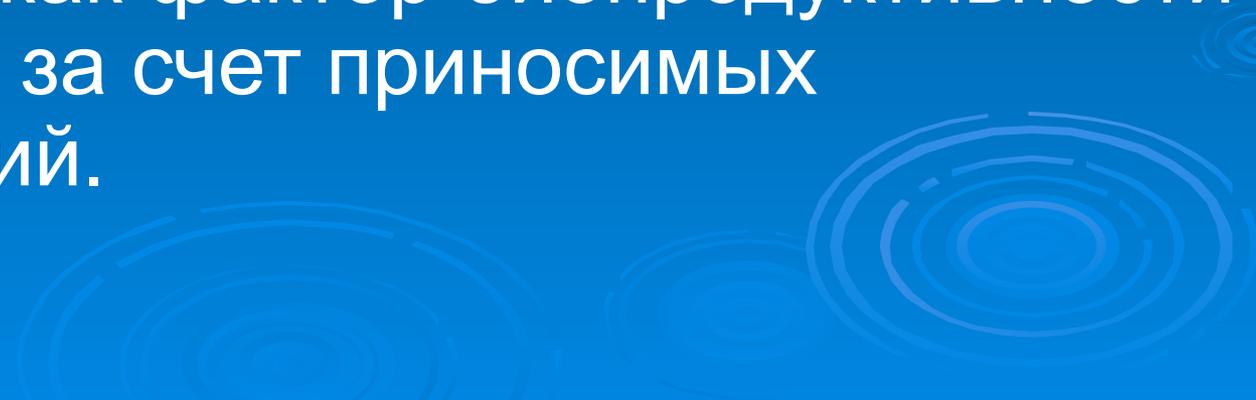
- **Биогеоценоз по Б.М. Миркину - это однородный участок наземной экосистемы. А экосистема - это совокупность организмов и окружающей их среды.**
- **Трансформация вещества и энергии, находящихся или поступающих в биогеоценоз.**
- **Санитарная функция почв.**
- **Функция защитного и буферного биогеоценотического экрана.**

## **VI ГЛОБАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

---

- **1. Биохимическое преобразование верхнего слоя литосферы.**
- **2. Почва как источник вещества для образования пород и полезных ископаемых.**
- **3. Передача аккумулированной солнечной энергии и вещества атмосферы в недра Земли.**
- **4. Почва как защитный от чрезмерной эрозии барьер литосферы и условие её нормального развития.**

# Почва и гидросфера, гидрологические функции почвы

- 1. Трансформация почвой атмосферных осадков в почвенные и грунтовые воды.
  - 2. Участие почвы в формировании речного стока и водного баланса.
  - 3. Почва как фактор биопродуктивности водоёмов за счет приносимых соединений.
- 

# Почва и атмосфера

- 1. Поглощение и отражение почвой солнечной энергии (радиация)
- Почва как источник твёрдого вещества и микроорганизмов поступающих в атмосферу.
- Почва как регулятор газового режима биосферы.

## **VII ОБЩЕБИОСФЕРНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПОЧВЫ**

- Функция среды обитания для организмов суши.
- Функция почвы как аккумулятора и источника вещества и энергии для организмов суши.
- В рассматриваемую группу входит также почвенная функция связующего звена биологического и геологического круговоротов.

## 2 вопрос. Круговорот веществ и энергетика почвообразования.

---

- Различают три вида круговорота веществ:
- Геологический
- Биологический
- Биогеохимический

# Геологический круговорот веществ

- Согласно В.А. Ковде под геологическим круговоротом веществ понимается вся совокупность процессов образования земной коры, магматических и осадочных горных пород и минералов, форм рельефа, денудации и формирования водного, твёрдого и химического стока, седиментации и аккумуляции веществ, принесенных наземными и подземными водами.

# Биологический круговорот веществ

- Благодаря живому веществу сформировалась почва и главное ее свойство - плодородие. В основе почвообразования лежит биологический круговорот веществ, сущность которого заключается в том, что химические элементы литосферы, вода и элементы атмосферы поглощаются живыми организмами, перегруппировываются и возвращаются в почвы, но уже в новом качестве и других количествах.

В результате трансформации почвенных минералов и вовлечения в биологический круговорот катионов различных металлов, а также азота в почвах формируется состав обменносорбционных катионов, включающий калий, кальций, аммоний, магний, марганец и др. необходимые для растений макро и микроэлементы. На стадии развития почвенные процессы, достигнув определённого количественного уровня и упорядоченности в пространстве и во времени, сочетаясь и взаимодействуя между собой, образуют качественно новые процессы, формирующие специфические признаки почв. Эти процессы объединяют в 2 большие группы почвенные мезопроцессы и макропроцессы.

# Почвенные мезопроцессы

---

- или элементарные почвенные процессы второго порядка, формируют специфические отдельные свойства почв. К этой группе относятся такие процессы, как **оподзоливание, гумусовая аккумуляция, лессиваж, торфообразование, агрегатобразование** и др. В конечном счете в результате этих процессов возникает **пространственная дифференциация свойств** и процессов на горизонтном уровне.

# Почвенные макропроцессы

---

- или собственно почвообразовательные процессы, приводят к формированию не отдельных специфических признаков и отдельных генетических горизонтов почв, а определенных почвенных типов со свойственной им системой генетических горизонтов: чернозёмов, подзолистых почв и т.д.

# Энергетика почвообразования

- Процессы поступления, трансформации и переноса энергии в биосфере в целом и в отдельных её компонентах в последнее время всё больше привлекают внимание ученых. Энергетические изменения, происходящие в природе, - это область исследований, охватываемая понятиями и концепциями термодинамики.
- Реальная почва - это сложная гетерогенная, многофазная, открытая система, находящаяся в постоянном массо- и энергообмене с окружающей средой, поскольку она является компонентом биогеоценоза (экосистемы). В термодинамическом смысле все природные процессы, и в том числе процессы выветривания и почвообразования, являются необратимыми.

# Источники поступления энергии в почву

- Главным и основным источником поступления энергии в почву является солнечная радиация. Вся поверхность Земли получает в год от солнца, по приблизительным оценкам,  $21 \times 10^{20}$  Дж тепла.
- Основная часть этой энергии расходуется на испарение воды с поверхности суши и океана, на формирование климата и океанических течений. Фотосинтезирующие организмы (зелёные растения) усваивают в среднем - 0,2-0,5% солнечной энергии.

В почве энергия в основном аккумулируется в гумусе. Подсчёты М.М. Кононовой (1974) показывают, что в почвенной оболочке Земли сосредоточено около 2500 млрд. т гумуса или  $n \times 10^{19}$  в 19 степени ккал. Это количество соизмеримо с энергией, связанной в биомассе суши. Ежегодное образование гумусовых веществ в пересчете на углерод составляет 1-2 млрд. т. Период формирования запаса гумуса составляет 800-1500 лет. В настоящее время в связи с широким освоением почвенного покрова и усилением эрозии почв происходит сокращение мировых запасов гумуса. В год их уменьшается на 1,2-1,4 млрд. т, а за последние 100 лет потеряно около 400 млрд. т гумуса. При почвообразовании и выветривании происходят существенные изменения также и в энергии минеральной части почвы. Они обусловлены разрушением первичных минералов, синтезом вторичных минералов и увеличении степени дисперсности первичных горных пород. Кроме того, энергия накапливается в почвенном растворе, почвенном воздухе и живом органическом веществе, синтезированном на данной почве.

### 3 вопрос. Образование и эволюция почв.

Совокупность всех изменений в почве от начала её образования до сегодняшнего дня называют **эволюцией** почвы.

Почвообразовательный процесс начался с появления жизни на поверхности суши, с воздействия на горную породу простейших организмов - бактерий, водорослей. С их воздействием на горную породу начался первичный почвообразовательный процесс.

Отмирающие первичные микроорганизмы обогащали выветривающуюся горную породу органическим веществом и создали необходимые условия для развития других групп организмов. **За бактериями и водорослями появились псилофиты, грибы, хвощные. плауновые, папоротники, мхи и, наконец, покрытосеменные растения.**

С появления высших растений с мощной корневой системой, проникающей в глубь породы и охватывающей большие её объемы, почвообразовательный процесс усиливался. Вместе с растительностью почву заселяли животные организмы, которые также оказывали влияние на почвообразовательный процесс.

В результате жизнедеятельности растений и животных происходило накопление органических остатков и гумуса, в которых концентрировались элементы зольной и азотной пищи растений. С накоплением органического вещества в минеральных почвах улучшался водный режим, он приобретал более устойчивый характер. Так постепенно из бесплодной горной породы развивалась **почва**.

**Кембрийский и ордовикский периоды** -- в основном низшие растения - бактерии и водоросли стадия первичного почвообразования.

**Силурийский, девонский, каменноугольный и пермский периоды** - мезозойской флоры - с появлением и расселением новой растительности (псилофитов, хвощных, древних папоротниковидных и др.) создались условия для развития и усложнения почвообразовательного процесса.

**Меловый и третичный периоды** - по суше широко распространились хвойные и широколиственные леса, луга и травянистые степи, что привело к ещё большему разнообразию почвенного покрова.

**В четвертичный период** - материковое обледенение.

**Почвообразовательный процесс прерывается на 50-60% части суши. На территории распространения ледников почвенный покров был полностью уничтожен. На прилегающих к ледникам территориях он был эродирован стекающими ледниковыми водами, а затем перекрыт флювиогляциальными и аллювиальными отложениями. После окончания ледниковой эпохи начался современный почвообразовательный процесс.**

# 4 вопрос. Основные факторы почвообразования

- Учение о факторах почвообразования является одним из важнейших разделов современного теоретического почвоведения. В.В. Докучаев был первым, кто установил функциональную связь между почвенным покровом и главнейшими элементами ландшафта в виде выражения
- $P = f(K, O, G, R)T$ , где  $P$  - почва
- $K$  - климат - I фактор
- $O$  - организмы - II фактор
- $G$  - горные породы - III фактор
- $R$  - рельеф - IV фактор
- $T$  - время - V фактор.
- Наряду с указанными пятью природными факторами почвообразования выделяется ещё шестой - производственная деятельность человека, оказывающая как прямое, так и косвенное влияние на почвообразование и почвенный покров.

# Почвообразующие породы - I фактор

- Изучение факторов почвообразования обычно принято начинать с почвообразующих пород. Как известно вам из курса геологии горные породы, из которых формируется почва, называют почвообразующими, материнскими. Вы уже знаете, какие бывают почвообразующие породы они разделяются на три большие группы: **магматические, осадочные и метаморфические** и три типа выветривания: **физическое, химическое и биологическое**. К главным почвообразующим породам относятся рыхлые осадочные породы.
- Особенно велико влияние горных пород на начальных стадиях почвообразовательного процесса. Механические свойства горных пород, их плотность и проницаемость, минералогический состав и химические особенности существенно сказываются на скорости и направлении почвообразовательного процесса. Первоначальный запас в горных породах фосфора, кальция, серы, калия и других элементов в значительной степени определяет уровень и устойчивость естественного плодородия почв.



## Климат как фактор почвообразования - II фактор

**Климат** - это среднее состояние атмосферы той или иной территории, характеризующееся средними показателями температуры, осадков, влажности воздуха и др. и их крайними показателями дающими представление об амплитудах колебаний в течение суток, сезонов и целого года.

**Важнейшее свойство почвы - это гидротермический режим.** Поэтому большое значение имеет характеристика климата по температурным условиям и увлажнению.

Основой для выделения термических групп является сумма температур выше 10°C за вегетативный период.

Группа климатов	Сумма температур
<b>Холодные (полярные)</b>	<b>менее 600</b>
Холодно - умеренные (бореальные)	600-2000
<b>Тепло - умеренные (суббореальные)</b>	<b>2000-3800</b>
<b>Жаркие (тропические)</b>	<b>более 8000</b>

С термическими группами климатов в почвообразовании связаны тепловой режим почв, скорость химических и биохимических процессов, биологическая продуктивность при оптимальном увлажнении.

# Группа климатов

Группа климатов	КУ по Высоцкому и Иванову .
■ Очень влажные (экстрагумидные)	■ более 1,33
■ Влажные (гумидные)	■ 1.33-1,00
■ Полувлажные (семигумидные)	■ 1.00-0,55
■ Полусухие (семиаридные)	■ 0,55-0,33
■ Сухие (аридные)	■ 0,33-0,12
■ Очень сухие (экстрааридные)	■ менее 0,12

---

Разносторонняя роль климата как фактора почвообразования состоит в следующем:

1. Климатический фактор оказывает большое влияние на развитие биологических и биохимических процессов, тип растительности, скорость разложения и синтеза органических веществ.
2. Климат через изменение свойств и состава почв влияет на водно-воздушные, температурные и окислительно-восстановительные режимы.
3. С климатом тесно связаны процессы превращения минеральных соединений почвы.
4. Климат оказывает большое влияние на процессы ветровой и водной эрозии.

# Биологический фактор почвообразования - III фактор

- В эту группу факторов входит:
- Зеленые растения
- Микроорганизмы
- Животные.
- Они в почве образуют сложные биоценозы и их роль в почвообразовании различна. В целом они определяют сущность почвообразования и формирование главного свойства почвы - плодородия.
- Понятие о «живом веществе» было подробно разработано В.И. Вернадским (1926, 1934, 1940). Под живым существом понимается совокупность массы всех организмов.
- Общий вес биомассы всей суши составляет примерно  $3 \times 10^{12}$  ст. -  $1 \times 10^{13}$  ст. т. Биомасса земли состоит из
- Фитобиомассы - наземные растения и их корни.
- Зообиомассы - животные, включая насекомых.
- Микробиомассы - бактерии, грибы, водоросли, вирусы. Совокупность биомассы травянистой растительности примерно в 10 раз меньше, чем лесов. Однако интенсивность биологического круговорота травянистых растений намного больше, чем у лесной.
- Лесная растительность сыграла исключительную роль в разрушении массивно-кристаллических пород - вулканической лавы, гранитов и базальтов. Травянистая растительность совместно с беспозвоночными и микроорганизмами в отличие от лесных обуславливают синтез гумуса в высокоплодородных чернозёмах, луговых почвах, почвах прерий и пойм.

# Биомасса земли

- Биомасса земли состоит из:
  - Фитобиомассы - наземные растения и их корни.
  - Зообиомассы - животные, включая насекомых.
  - Микробиомассы - бактерии, грибы, водоросли, вирусы.

Совокупность биомассы травянистой растительности примерно в 10 раз меньше, чем лесов. Однако интенсивность биологического круговорота травянистых растений намного больше, чем у лесной.

Лесная растительность сыграла исключительную роль в разрушении массивно-кристаллических пород - вулканической лавы, гранитов и базальтов. Травянистая растительность совместно с беспозвоночными и микроорганизмами в отличие от лесных обуславливают синтез гумуса в высокоплодородных чернозёмах, луговых почвах, почвах прерий и пойм.

# Запасы фитомассы

- По Базилевичу для суши земного шара характерны следующие запасы фитомассы;
  1. Субтропические и тропические пустыни менее 2,5 г/га
  2. Полярные пустыни, субполярные пустыни, засоленные почвы 2,5-5,0 т/га
  3. Тундра 12,5-25 т/га
  4. Лесотундра 50 т/га
  5. Тайга 300-400 т/га
  6. Широколиственные и субтропические леса- 400-500 т/га
  7. Влажно-тропические вечнозелёные леса- более 500 т/га
  8. Степи, горные луга 12,5 – 150 т/га

# Ежегодный прирост органического вещества, т/га

---

■ Арктическая тундра	1,0
■ Сосняки южной тайги	6,1
■ Ельники	8,5
■ Березняки	12,0
■ Сфагновые болота	3,4
■ Дубравы	9,0
■ Луговые степи	13,7
■ Сухие степи	4,2
■ Пустыни	1,2
■ Саванны сухие	7,3
■ Субтропические лиственные леса	24,5
■ Пашня	6,0

В условиях целины на поверхности почв аккумулируются значительные массы опада отмерших растительных осадков. Так, под пологом леса вес сухой массы подстилки составляет 20-40, а иногда 50-100 т/га. В целинной чернозёмной степи вес «сухого войлока» достигает 10-15т/га. Эти массы органического вещества при зольности подстилки 5-10% содержат соответственно до 1000 -10000 кг/га минеральных веществ. Продукты разложения различных растений имеют неодинаковую кислотность. Продукты разложения степных трав дают нейтральную и слабо щелочную реакцию. Полынь, саксаул - образуют рН 8-8,5 - щелочная среда. Хвоя ели, вереска, лишайники, мхи сфагнума имеют рН 3,5-4,5.

Ежегодно переходит перекачка химических элементов из корнеобитаемых толщ горных пород в верхние горизонты почвы. Из рассеянного состояния эти элементы превращаются в концентрированное состояние, становятся более доступными растениям. Наряду с этими процессами идёт мобилизация N путем фиксации из атмосферы бобовыми, некоторыми злаками, микроорганизмами - от 50-100-300 кг/га в год.

Сельскохозяйственная культура вносит огромные изменения в биологический круговорот веществ. Так, урожай пшеницы в 20-25 ц/га отчуждает из почвы до 150-200 кг/га азота/фосфора, калия, серы, кремния, железа, алюминия, марганца, магния и кальция вместе.

# Особая роль в почвообразовании принадлежит почвенной фауне

- а) микрофауна - менее 0.2 мм
- б) мезофауна - 0,2-0,4 мм
- в) макрофауна - 4-80 мм
- г) мегафауна - от 1см до 1-1,5 м
- Общие статистические запасы зоомассы по отношению к фитомассе невелики - в среднем не более 1-2%. Обычно масса беспозвоночных на два-три порядка превышает массу позвоночных. К примеру суммарный вес сырой биомассы живых беспозвоночных может достигать 125-150 т/га.
- Микробиомасса по отношению к фитомассе по весу равно лишь 0,0001%, однако поразительная скорость размножения и смены поколений у микроорганизмов столь велика, что геохимическое и почвенное значение деятельности микроорганизмов в биосфере является эквивалентным значению деятельности растений и, может быть, даже превышает его, пишет В.А. Ковда.

# Рельеф как фактор почвообразования IV -фактор.

---

- Различают:
- 1- макрорельеф;
- 2 - мезорельеф:
- 3 - микрорельеф.
- Макрорельеф - равнины, плато, горные системы (крупные формы).
- Мезорельеф - увалы, холмы, лощины, долины, террасы и их элементы (средние формы). Они связаны в основном внутренними геологическими процессами (медленное поднятие и опускание отдельных частей суши).
- Микрорельеф - это рельеф с колебаниями относительно высоты до 1м - бугорки, западины, понижения (мелкие формы).

## Рельеф - как фактор перераспределения солнечной энергии и осадков.

---

- Перераспределение солнечной энергии и осадков зависит от экспозиции и крутизны склона. Рельеф оказывает влияние на водный, тепловой, питательный, окислительно-восстановительный и солевой режимы.
- По положению в рельефе выделяют по ряду увлажнения следующие группы почв.
- Автоморфные - образуются без привноса материала со стороны.
- Полугидроморфные.
- Гидроморфные.

# Автоморфные почвы

- Уровень грунтовых вод более 6 м. Поверхность ровная или небольшие склоны со свободным стоком.

# Полугидроморфные почвы

- Формируются при кратковременном застое поверхностных вод. Глубина залегания грунтовых вод - 3-6 м. Капиллярная кайма достигает корнеобразующий слой растений.

# Гидроморфные почвы

- Формируются в условиях длительного застоя поверхностных вод, при залегании грунтовых вод менее 3 м. (Капиллярная кайма может достигать поверхности почв).



## Время как фактор почвообразования V фактор.

- Краеугольным камнем генетического почвоведения является учение о почве как о природном теле, в свойствах которого отражены черты ландшафта. Почва эволюционирует вместе с эволюцией ландшафта, но те свойства, которые сформировались в ней в прежних условиях, не исчезают бесследно, а унаследуются, т.е. сохраняются на более или менее длительное время. Реликтовые черты почв часто играют не менее важную роль в их плодородии, чем современные свойства.
- Различают абсолютный и относительный возраст почв.
- *Абсолютный возраст* - это время от начала формирования до сегодняшнего дня. *Относительный возраст* характеризует зрелость - степень развития конкретной почвы, соответствие ее профиля факторам почвообразования.
- Ещё В.В. Докучаев (1883) установил, что в течении 760 лет на известковых плитах Староладожской крепости образовались почвы похожие на растительно-наземные.
- По оценке Тамма для развития подзола с 10-см слоем грубого гумуса, с горизонтом А 2-10см и В1 - 25см требуется 1000-1500 лет. Иенни отмечает, что через 5 тыс. лет после возникновения подзола дифференциация его профиля все ещё идёт быстрыми темпами.



- Исследованиями П.В. Маданова (1967) установлено, что в течение последних 3-4 тыс. лет не произошло существенных изменений в свойствах почв лесостепи.
- В.А. Ковда (1973) отмечает, что почвы высоких широт, сформировавшиеся на моренных отложениях (последледниковых) существуют не более 10 тыс. лет, возможно даже не более 5-7 тыс. лет.
- М.А. Глазовская (1967) считает, что более зрелыми являются почвы средних широт. Наиболее древнее образование - почвы лежащие в области низких широт. Их возраст 100 тыс-1 млн. лет.

# Производственная деятельность человека – VI фактор

- Этот фактор почвообразования еще в прошлом веке имел локальное значение, а в настоящее время является глобальным. Воздействие человека на почвы и почвообразовательные процессы осуществляется как прямо, так и опосредованно через влияние на биосферу, атмосферу и гидросферу. Влияние человека на биоту и биологический круговорот веществ заключается в сведении лесов и освоении значительных площадей под пашню, в регулировании численности диких животных и разведении домашних, в выращивании сельскохозяйственных культур, оказывающих разное воздействие на свойства почв, в отчуждении с урожаем значительного количества элементов питания, в применении органических и минеральных удобрений, пестицидов и др.