

Лекция 4. Структура и сложение почв

- **1. Структура почвы**
- **2. Агрономическое значение структуры**
- **3. Образование структуры**
- **4. Форма и размеры структурных агрегатов почвы**
- **5. Утрата и восстановление структуры почвы**
- **6. Сложение почвы**

Структура почвы

- *Способность почвы распадаться на агрегаты называется структурностью,*
- *а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется почвенной структурой.*

- *Под агрегатами понимается сочетание элементарных почвенных частиц,*
- *взаимно удерживающихся в силу коагуляции коллоидов, склеивания, слипания, остаточных валентностей и водородных связей, адсорбционных и капиллярных явлений в жидкой фазе,*
- *а также с помощью корневых тяжей, гифов грибов и слизи микроорганизмов.*

Агрономическое значение структуры

- *В почвоведении структура почвы рассматривается, с одной стороны, как ее морфологический признак,*
- *а с другой — как агрономическая характеристика.*

- *В морфологическом понимании – структура – это форма отдельностей, агрегатов, например призматическая структура иллювиального горизонта.*

- *С агрономической точки зрения – структурной называется почва, в которой преобладают агрономически ценные почвенные агрегаты, размером 0,25-10 мм.*
- *Все иные почвы при этом считаются бесструктурными.*
- *Микроагрегаты < 0,25 мм,*
- *Мезоагрегаты 0,25—10 мм,*
- *Макроагрегаты > 10 мм*

Оценка структурного состояния почвы

Содержание агрегатов 0,25—10 мм, % от массы воздушно-сухой почвы		Оценка структурного состояния
сухое просеивание	мокрое просеивание	
>80	>70	Отличное
80-60	70-55	Хорошее
60-40	55-40	Удовлетворительное
40-20	40-20	Неудовлетворительное
<20	<20	Плохое

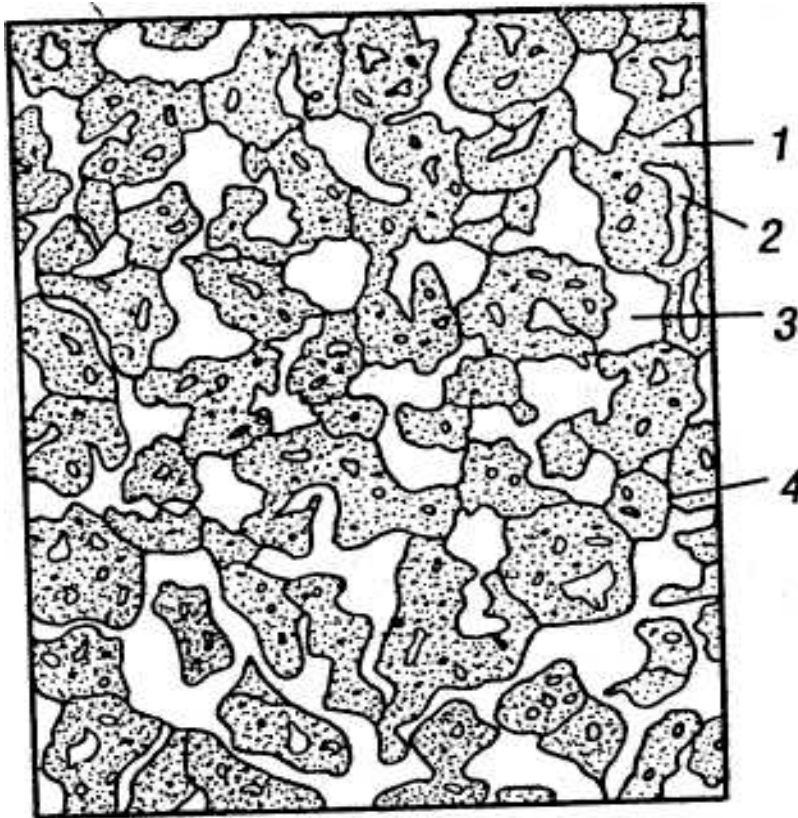
Коэффициент структурности почвы

- **Отношение процентного содержания в почве мезоагрегатов (т.е. агрегатов размером от 0,25 до 10 мм)**
- **к суммарному процентному содержанию структурных отдельностей**
 - **менее 0,25 мм и более 10 мм.**
 - **Чем больше коэффициент структурности,**
 - **тем лучше структура почвы.**

Влияние структуры почвы на агрофизические свойства

- физические свойства — пористость, плотность сложения;
- физико-механические свойства — связность, удельное сопротивление при обработке, коркообразование;
- водный, воздушный, тепловой, окислительно-восстановительный, микробиологический и питательный режимы;
- противоэрозионную устойчивость почв.

Пористость культурной структурной почвы (по Н.А. Качинскому):



- 1 — тонкие, преимущественно капиллярные, поры в комках при смачивании почвы заполняются водой;
- 2 — средние поры в комках (ячейки, каналцы), при смачивании на короткий период заполняются водой, потом, после ее рассасывания, — воздухом;
- 3 — крупные поры между комками обычно заполнены воздухом;
- 4 — капиллярные поры на стыке комков, в сырой почве большей частью заполнены водой

Значение структуры почвы

- При наличии агрономически ценной структуры, то есть при преобладании *почвенных агрегатов размером 0,25-10 мм*, в почве создается благоприятное сочетание капиллярной и некапиллярной пористости.
- Агрономически ценная структура, придавая почве рыхлое сложение, облегчает прорастание семян и распространение корней растений, а также уменьшает энергетические затраты на механическую обработку почвы.
- Более плотное сложение и повышенная связность бесструктурных почв повышают удельное сопротивление при их обработке и ухудшают развитие корней растений.
- ***Во всех случаях на почвах одного типа, одной генетической разности и в сходных агротехнических условиях структурная почва всегда характеризуется более благоприятными для сельскохозяйственных культур показателями, чем бесструктурная или малоструктурная.***

Образование структуры почвы

- В формировании макроструктуры почвы следует различать два основных процесса
- *1. Механическое разделение почвы на агрегаты (комки).*
- *2. Образование прочных, не размываемых в воде отдельностей.*
- На указанные процессы оказывают влияние следующие факторы:
физико-механические, физико-химические, химические, биологические.

Физико-механические факторы образования структуры почв

- **Физико-механические** факторы обуславливают процесс крошения почвенной массы главным образом под влиянием изменяющегося давления или механического воздействия.
- К действию этих факторов может быть отнесено разделение почвы на комки в результате изменения объема (и давления) при переменном высушивании и увлажнении, замерзания и оттаивания воды в ней, давления корней растений, деятельности роющих и копающих животных и рыхлящего воздействия почвообрабатывающих орудий.
- Благоприятно сказывается на структурообразовании обработка почвы в состоянии ее физической спелости, и, наоборот, при обработке почвы в пересохшем состоянии она сильно распыляется, а при обработке в переувлажненном состоянии образуется глыбистая поверхность.
- **Механическая обработка почвы не создает водопрочную структуру.**

Физико-химические факторы образования структуры почвы

- Коагуляция и цементирующее воздействие почвенных коллоидов является важнейшим фактором структурообразования.
- Водопрочность приобретаетс в результате скрепления механических элементов и микроагрегатов коллоидными веществами.
- Для этого необходимо чтобы коллоиды были необратимо скоагулированы. Такими коагуляторами в почвах чаще всего являются двух- и трехвалентные катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} .
- При наличии одновалентных катионов, таких, как Na^+ , необратимой коагуляции не происходит и прочной структуры не образуется.
- Наиболее прочно скрепляющими веществами являются органические коллоиды, в частности гуматы кальция.

Химические факторы образования структуры почв.

- Образование труднорастворимых химических соединений (углекислого кальция, гидроокиси железа, силикатов магния и др.),
- которые при пропитывании агрегатов почвы цементируют их,
- а также могут агрегировать и раздельночастичные механические элементы.

Биологические факторы образования структуры почвы

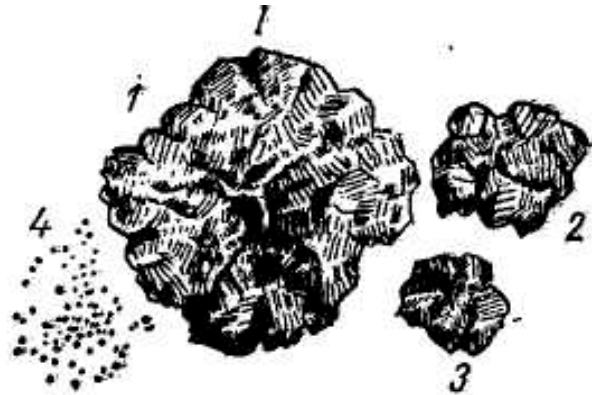
- *Основная роль в структурообразовании принадлежит биологическим факторам, растительности и организмам, населяющим почву. Растительность механически уплотняет почву и разделяет ее на комки и главным образом участвует в образовании гумуса.*
- *Наиболее сильное оструктурирующее влияние на почву оказывает многолетняя травянистая растительность. Она обладает сильноразветвленной корневой системой, которая образует при разложении большое количество связанного с кальцием гумуса, и там, где создаются благоприятные условия для развития травянистой растительности, формируются хорошо оструктурированные почвы.*
- Деятельность червей в оструктурировании почв. Частички почвы, проходя через кишечный тракт дождевых червей, уплотняются и выбрасываются в виде небольших комочков — капролитов. Эти комочки обладают высокой водопрочностью. Структура, созданная дождевыми червями, по форме легкоотличима — поверхность агрегатов носит «оплавленный» характер.
- Коллоидные продукты жизнедеятельности и автолиза микроорганизмов являются цементирующими веществами в почве и способствуют структурообразованию.

Форма и размеры структурных агрегатов почвы

- Форма и размеры структурных агрегатов почвы имеют диагностическое значение, а потому систематизированы определенным образом.
- Существует классификация почвенной структуры в которой выделяются три типа (по развитию осей) и несколько родов (по форме) и видов (по размеру):
 - **I. Округло-кубовидная структура. В пределах этого типа выделяется 7 родов структуры.**
 - **II. Призмовидная структура. Выделяются три рода этой структуры.**
 - **III. Плитовидная структура. Выделяются два рода этой структуры.**

Округло-кубовидная структура почвы

- I. **Округло-кубовидная** структура при более или менее равномерном развитии по трем осям, характерная для верхних гумусовых горизонтов почв;



- в пределах этого типа выделяется 7 родов структуры:
- —**глыбистая** — неправильная форма и неровная поверхность агрегатов, характерна для глеевых, слитых, выпаханных горизонтов, а также на переходе к горизонту С на рыхлых породах;

- 1,2,3—**комковатая** — округлая форма с шероховатой поверхностью без выраженных ребер и граней, характерна для гумусовых и метаморфических горизонтов;

- 4—**пылеватая** — мельчайшие микроагрегаты, форма которых неразличима невооруженным глазом, характерна для выпаханных и элювиальных горизонтов;

- **5,6,7 ореховатая** — более или менее правильные остросереберные агрегаты, напоминающие буковые орешки, характерна для верхней части иллювиального горизонта и метаморфических горизонтов;

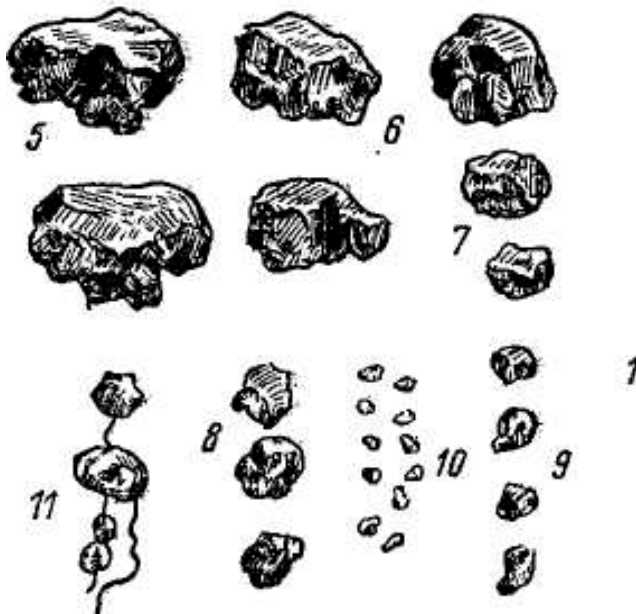
- 8,9—**зернистая** — более или менее правильная форма с выраженными гранями и ребрами, напоминающая гречневую крупу, характерна для гумусовых горизонтов лугово-степных почв, особенно черноземов;

- 10 - порошистая

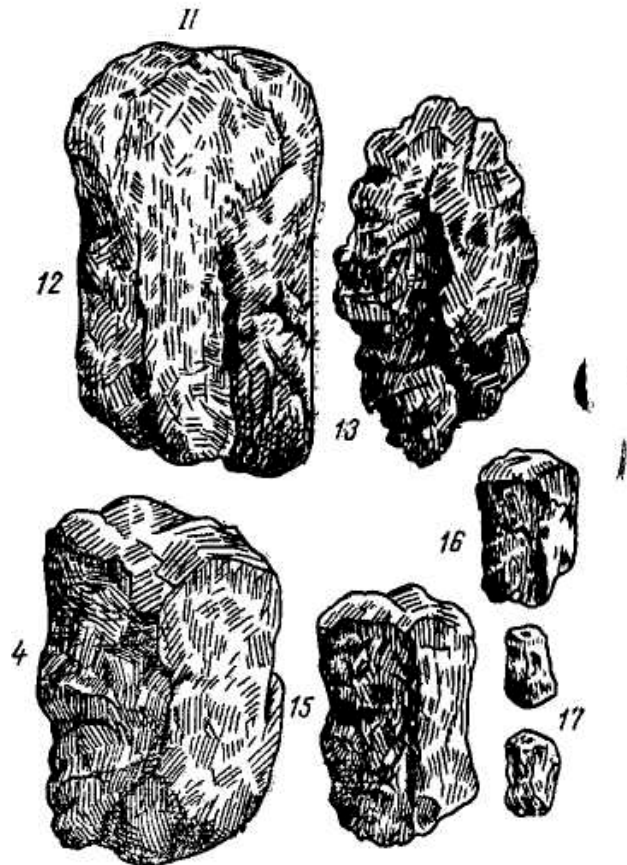
- 11 -бусы

- —**конкреционная** — сплошное скопление рыхло располагающихся или частично сцементированных округлых конкреций, как в орштейне, канкаре или пизолитовом латерите;

- **икряная** — мелкие разной формы, но хорошо оформленные округлые агрегаты образуют сплошную массу.



II. Призмовидная структура почвы



- **Призмовидная структура** при выраженном развитии по вертикальной оси, характерная для иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород; выделяются три рода этой структуры:

- —*столбовидная* — правильной формы отдельности с хорошо выраженными вертикальными гранями, округлой «головкой» и неровным основанием, характерна для солонцовых и слитых горизонтов;

12 — столбчатая; *13* — столбовидная;

- —*призмовидная* — вертикально вытянутые отдельности слабо оформлены, с неровными скорлуповатыми гранями и острыми вершинами, округленными ребрами, характерна для нижней части иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород;

- —*призматическая* — грани и ребра вертикальных призм четко выражены, характерна для иллювиальных горизонтов.

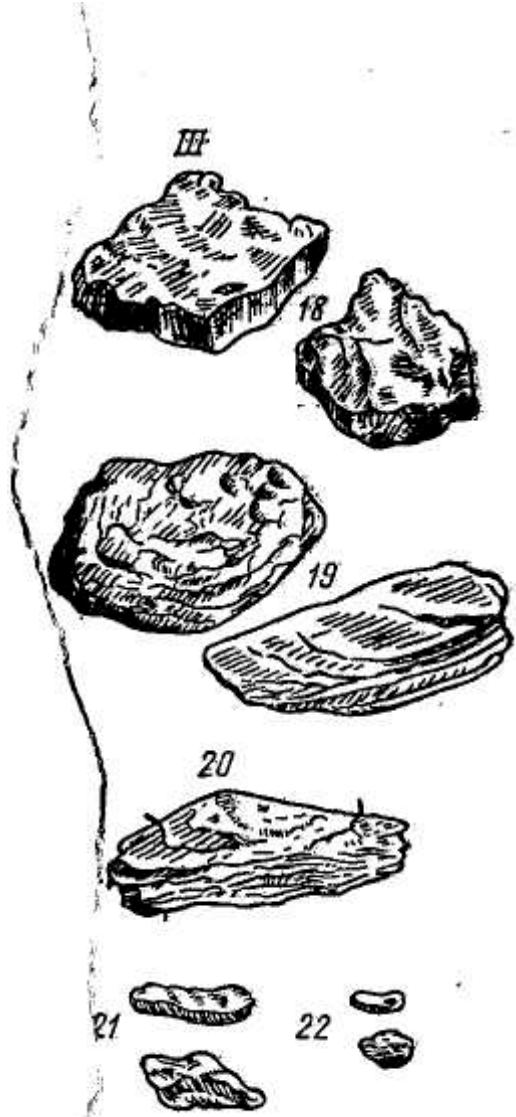
14 — крупнопризматическая;

15 — призматическая;

16 — мелкопризматическая;

17 тонкопризматическая

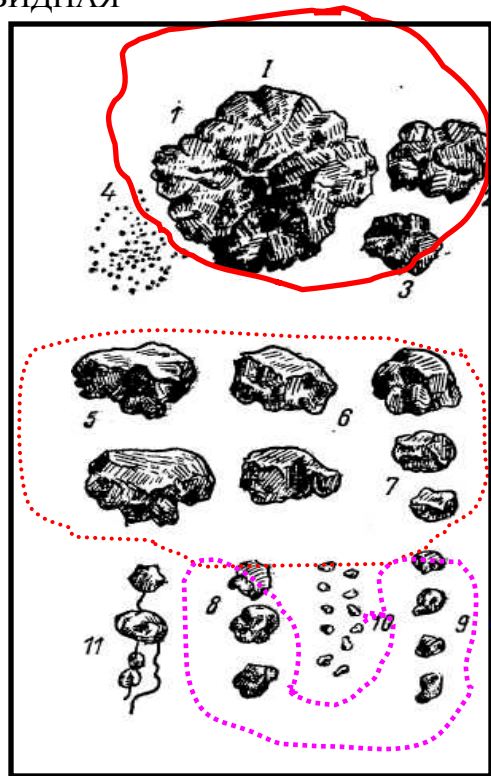
III. Плитовидная структура почвы



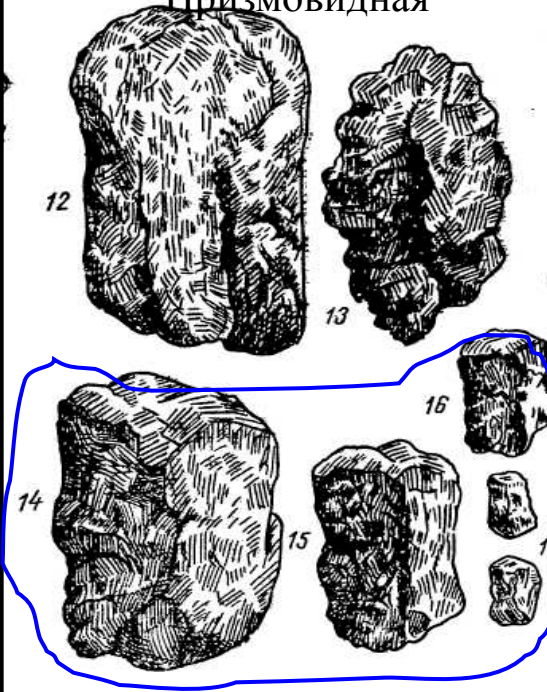
- **Плитовидная структура** при развитии по горизонтальным осям, характерна для элювиальных горизонтов почв; выделяются два рода этой структуры:
 - —*плитчатая*— при более или менее четко развитых горизонтальных поверхностях спайности;
 - 18 - стланцевая,
 - 19 – пластинчатая,
 - 20 – листовая
 - —*чешуйчатая*— при нескольких изогнутых поверхностях спайности.
 - 21 – грубочешуйчатая,
 - 22 - мелкочешуйчатая

Главнейшие виды почвенной структуры (по С. А. Захарову)

ОКРУГЛО-
КУБОВИДНАЯ



Призматическая



Плитовидная



I тип: 1—крупнокомковатая; 2 — среднекомковатая; 3 — мелкокомковатая; 4 — пылеватая; 5 •— крупноореховатая; 6 — ореховатая; 7 — мелкоореховатая; 8 — крупнозернистая; 9 — зернистая; 10 — порошистая; 11 — «бусы» из зерен почвы.

II тип: 12 — столбчатая; 13 — столбовидная; 14 — крупнопризматическая; 15 — призматическая; 16— мелкопризматическая; 17 тонкопризматическая

III тип: 18 - стланцевая, 19 – пластинчатая, 20 – листовая, 21 – грубочешуйчатая, 22 - мелкочешуйчатая

31.07.2014

Типы и виды структуры	Размеры агрегатов
Округло-кубовидная	
Крупноглыбистая	>200
Глыбистая	200—100
Мелкоглыбистая	100—10
Крупнокомковатая	10 - 3
Комковатая	3—1
Мелкокомковатая	1—0,25
Пылеватая	<0,25
Крупноореховатая	> 10
Ореховатая	10 - 7
Мелкоореховатая	7—5
Крупнозернистая	5 - 3
Зернистая	3—1
Мелкозернистая (порошистая)	1-0,25

Размеры структурных агрегатов в почвах, мм

Призмовидная структура

Типы и виды структуры	Размеры агрегатов
Тумбовидная	> 100
Крупностолбчатая	100-30
Мелкостолбчатая	<30
Крупнопризмовидная	>50
Мелкопризмовидная	<50
Карандашная	<10>50
Крупнопризматическая	>50
Призматическая	50-10
Мелкопризматическая	10 - 5
Тонкопризматическая	<5

Размеры структурных агрегатов в почвах, мм
Плитовидная структура

Типы и виды структуры	Размеры агрегатов
Крупноплитчатая	>5
Плитчатая	5 - 3
Пластинчатая	3 - 1
Листоватая	<1
Скорлуповатая	>3
Грубочешуйчатая	3 - 1
Мелкочешуйчатая	<1

Утрата и восстановление структуры почвы

- Причинами утраты структуры являются: механическое разрушение, физико-химические явления и биологические процессы.
- **Механическое разрушение структуры** происходит под влиянием обработки почвы, передвижения по ее поверхности машин и орудий, людей, животных, под ударами капель дождя. Важнейшими путями уменьшения механического разрушения почвенной структуры является обработка почвы в состоянии ее спелости, а также минимализация обработки.
- **Физико-химические причины** утраты структуры связаны с реакциями обмена двухвалентных катионов (кальция и магния) в ППК на одновалентные (натрий и аммоний). При этом коллоиды, цементирующие механические элементы в агрегаты, пептизируются при увлажнении и структурные отдельности разрушаются.
- **Биологические причины разрушения структуры** связаны с процессами минерализации почвенного гумуса — главного клеящего вещества при образовании структуры.

Восстановление структуры почвы

- Химические приемы.
- Биологические приемы.
- Искусственное оструктуривание.

- **К химическим приемам** относят известкование кислых почв и гипсование солонцов. В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность. Известкованные почвы отличаются более благоприятными физико-механическими свойствами.

- **Биологические приемы** направлены на повышение содержания органического вещества (гумуса) в почве. Эти приемы универсальны и долговечны. С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются не только физико-механические и химические свойства, но и все почвенные режимы: пищевой, водный, воздушный.

- **Искусственное оструктуривание почв** осуществляется введением в них небольшого количества структурообразующих веществ, по преимуществу органических соединений.

Влияние органических удобрений на структуру почвы
Н.Н. Цибулько

Культура	Вариант опыта*	Содержание агрономическ и ценных агрегатов, %	
Озимая пшеница	N90P70K.100	60,4	
	N90P60K110 + навоз 40 т/га (последействие)	62,4	2
Овес	N90P70K100	45,9	
	N90P60K-110 + навоз 40 т/га	53,7	7,8

Влияние минеральных удобрений на структуру пахотного слоя

Н.Н.Цибулько

Вариант	Содержание агр. цен. агрегатов, %	±, %
	Бобово-злаковые травы	
Без удобрений	59,3	
N60P55K65	67	7,7
	Озимая пшеница	
Без удобрений	55,1	
N90P60K110	60,4	5,3
	Овес	
Без удобрений	27,4	
N90P70K100	45,9	18,5

Сложение почвы

- *Сложение почвы* — физическое состояние почвенного материала (в профиле почвы в целом или в ее отдельном горизонте), обусловленное взаимным расположением и соотношением в пространстве твердых частиц и связанных с ними пор (геометрия пространства, занятого почвенным материалом).
- Сложение отражает две стороны физического состояния почвенной массы: характер расположения отдельных механических частиц и агрегатов и характер пористости, которая при этом образуется.
- Отдельные частицы и агрегаты могут прилегать друг к другу по-разному, обуславливая тем самым различную степень плотности почвы.
- По степени плотности различают:
 - слитное (очень плотное), плотное, рыхлое и рассыпчатое сложение почвы.
 - При слитном сложении почва не поддается копке лопатой;
 - при плотном сложении лопата входит в почву с большим трудом;
 - при рыхлом сложении она входит легко,
 - а при рассыпчатом — без всяких усилий.
- По характеру пористости различают следующие типы сложения почвы:
 - тонкопористое — диаметр пор меньше 1 мм; пористое — поперечник нор колеблется в пределах 1—3 мм; губчатое — много пор диаметром 3—5 мм; ноздреватое — почва имеет полости от 5 до 10 мм; ячеистое — характеризуется полостями крупнее 10 мм; трубчатое — полости соединяются в каналы.