

**ПОЧВА КАК ОБЪЕКТ ОБРАБОТКИ.  
СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.  
ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ  
ПОЧВЫ.  
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ  
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

Лектор

**Крук Игорь Степанович,**

кандидат технических наук, доцент, декан  
факультета механизации,

Белорусский государственный аграрный  
технический университет

# **ПОЧВА КАК ОБЪЕКТ ОБРАБОТКИ**

Почва – многофазная среда, состоящая из перемешанных между собой твердых частиц, воды воздуха и живых организмов.

От соотношения фаз зависят физико-механические и плодородные свойства  
ПОЧВЫ

Вещества, составляющие почву, находятся в трех физических состояниях (фазах), частицы которых взаимно перемешаны :

твердое,

жидкое,

газообразное.

Соотношение фаз непрерывно изменяется под действием природных факторов и применяемых машин.

# Твердая фаза

В состав входят минеральные частицы (до 90 %) различных размеров и органические вещества (гумус, микроорганизмы).

**Каменистые включения** (частицы размерами больше 1 мм )

**Мелкозем** (частицы размерами меньше 1 мм)

## По массовой доле камней в почвы подразделяют на:

- не каменистые (камней меньше 0,5%),
- слабокаменистые (0,5...5%),
- среднекаменистые (5...10%)
- сильнокаменистые (больше 10 %).

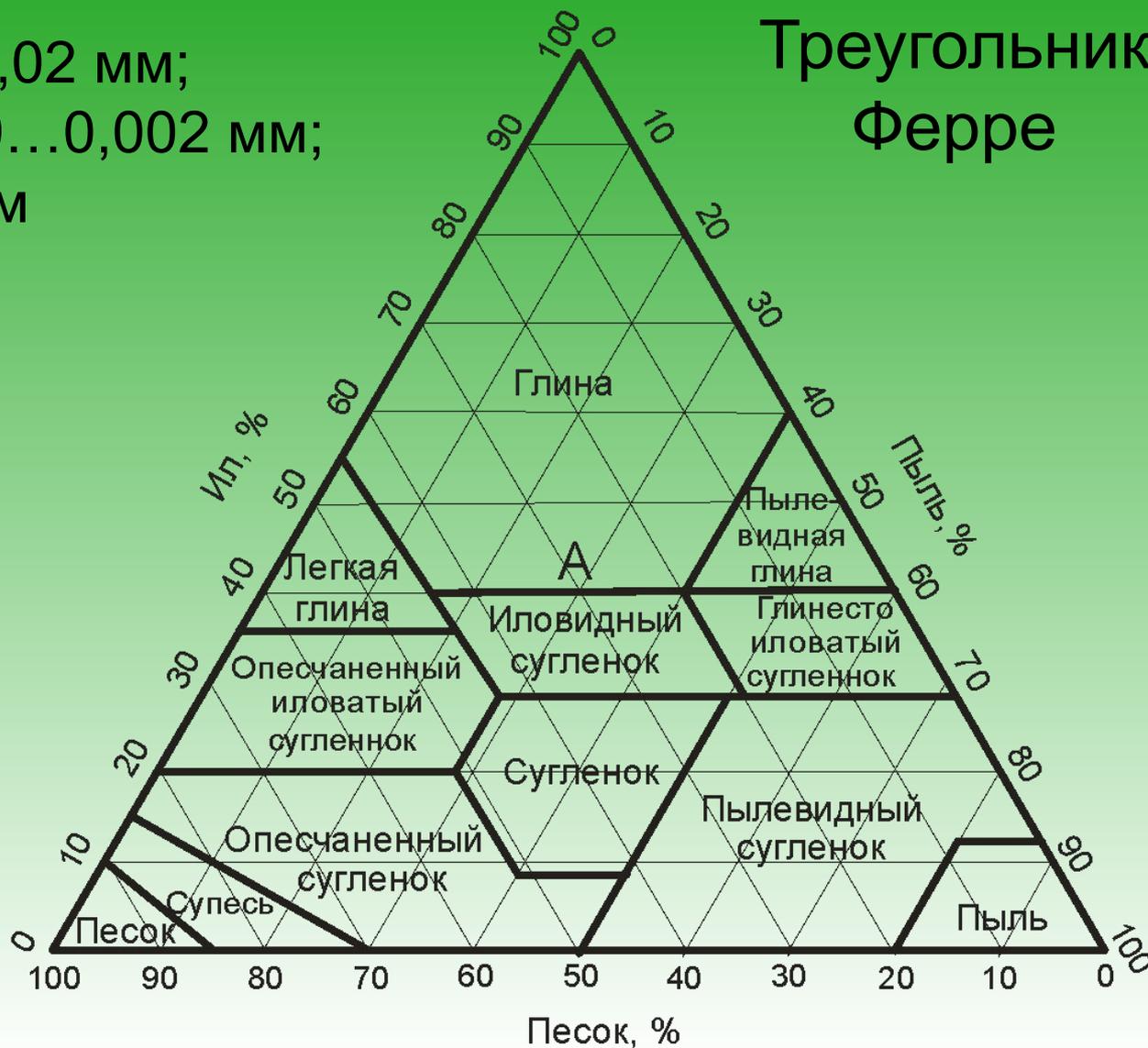
## Мелкозем по размерам разделяют на фракции:

- физическую глину  
диаметр частиц  $d_{\text{ч}} < 0,01 \text{ мм}$
- физический песок  $d_{\text{ч}} > 0,01 \text{ мм}$ .

# Классификация почв по гранулометрическому составу

песок  $d_{\text{ч}} = 2 \dots 0,02$  мм;  
пыль  $d_{\text{ч}} = 0,019 \dots 0,002$  мм;  
ил  $d_{\text{ч}} < 0,002$  мм

Треугольник  
Ферре



# Типы почв в зависимости от соотношения масс глины и песка

$$\delta = \frac{m_{\text{г}}}{m_{\text{п}}},$$

где  $m_{\text{г}}$  - масса глины;  
 $m_{\text{п}}$  - масса песка.

$\delta > 1,0$  – глинистая;

$\delta = 0,25 \dots 1,0$  – суглинок;

$\delta = 0,1 \dots 0,25$  – супесь;

$\delta < 0,1$  – песчаная.

# Плотность сухой почвы

$$\rho_{\text{с.п}} = m_{\text{с}} / V,$$

где  $m_{\text{с}}$  и  $V$ — масса и объем абсолютно сухой почвы с ненарушенным сложением.

## Абсолютная влажность $w_a$ , %

$$w_a = \frac{m_B}{m_C} \cdot 100,$$

$$m_B = m_H - m_C;$$

где  $m_H$  - масса взятой пробы (навески) почвы.

$m_B$  - масса влаги (воды и водяных паров) в исходной почве

$m_C$  - масса почвы

## Относительная влажность почвы, %

$$w_0 = \frac{m_B}{m_{\Pi}} \cdot 100,$$

где  $m_{\Pi}$  — масса почвы при полном (предельном) насыщении почвенных пор водой с последующим полным оттоком гравитационной воды.

$$w_{\Pi} = \frac{m_{\Pi}}{m_{\Sigma}} \cdot 100,$$

$$M_{\text{H}} = (m_{\Pi} - m'_{\text{B}})h,$$

## Газообразная фаза

Воздух — необходимый компонент, обеспечивающий корни растений кислородом, ассимиляционный аппарат — диоксида углерода.

Почвенный воздух отличается по составу от атмосферного, в нем меньше кислорода и больше диоксида углерода.

Большинство растений нормально развиваются, если концентрация кислорода в почвенном воздухе составляет 10...20 %, а диоксида углерода — 0,5...1,0 %.

Предпочтительное соотношение объёмов  
1,4...1,6

**Технологические свойства почвы** – свойства почвы, влияющие на качество и энергетические затраты ее обработки

Технологические свойства почвы:  
объемная масса (плотность)  
твердость,  
сопротивление трению,  
сопротивление прилипанию,  
сопротивление деформированию  
почвенного пласта

**Плотность почвы** – основная агрономическая характеристика почвы, отражающая ее строение, водно-физические свойства и биологическую активность.

Все виды обработок почвы и воздействие ходовых систем агрегатов существенно влияют на плотность почвы

$$\rho = m_{\text{п}} / V_{\text{п}},$$

где  $m_{\text{п}}$  – масса почвы, кг;

$V_{\text{п}}$  – объем почвы, м<sup>3</sup>

# Коэффициент объемного смятия ПОЧВЫ

$$q = F / V_{\text{п}},$$

где  $F$  – сила, Н;

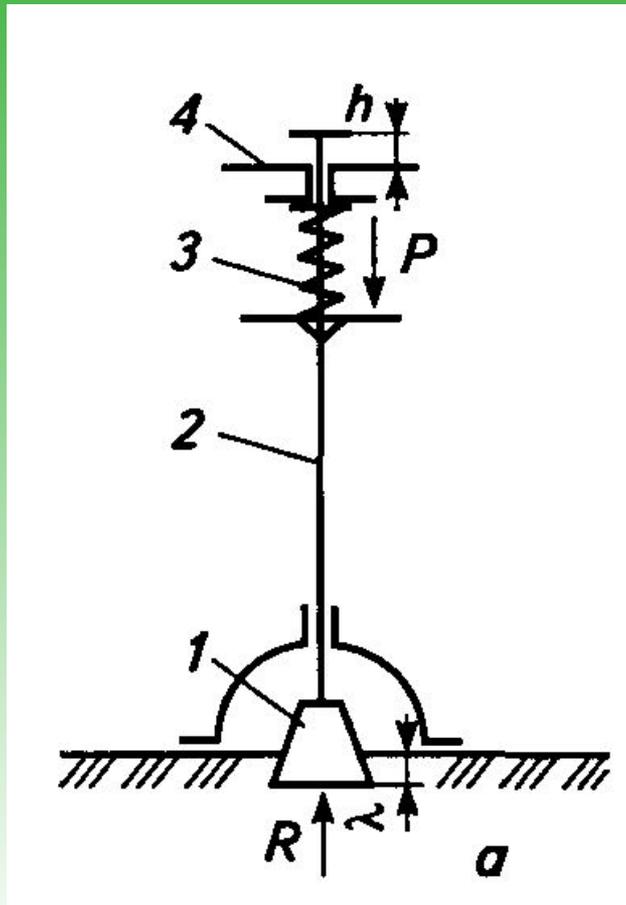
$V_{\text{п}}$  – объем почвы, м<sup>3</sup>

вспаханная почва  $q = 1...2$  Н/см<sup>3</sup>,

пары и луга  $q = 5...10$  Н/см<sup>3</sup>,

грунтовая дорога  $q = 50...100$  Н/см<sup>3</sup>.

**Твердость почвы** – способность сопротивляться внедрению в нее твердых тел (деформаторов).



1— деформатор;

2— штанга;

3— пружина;

4— рукоятка;

$h$  — изменение длины пружины при сжатии ее силой  $P$

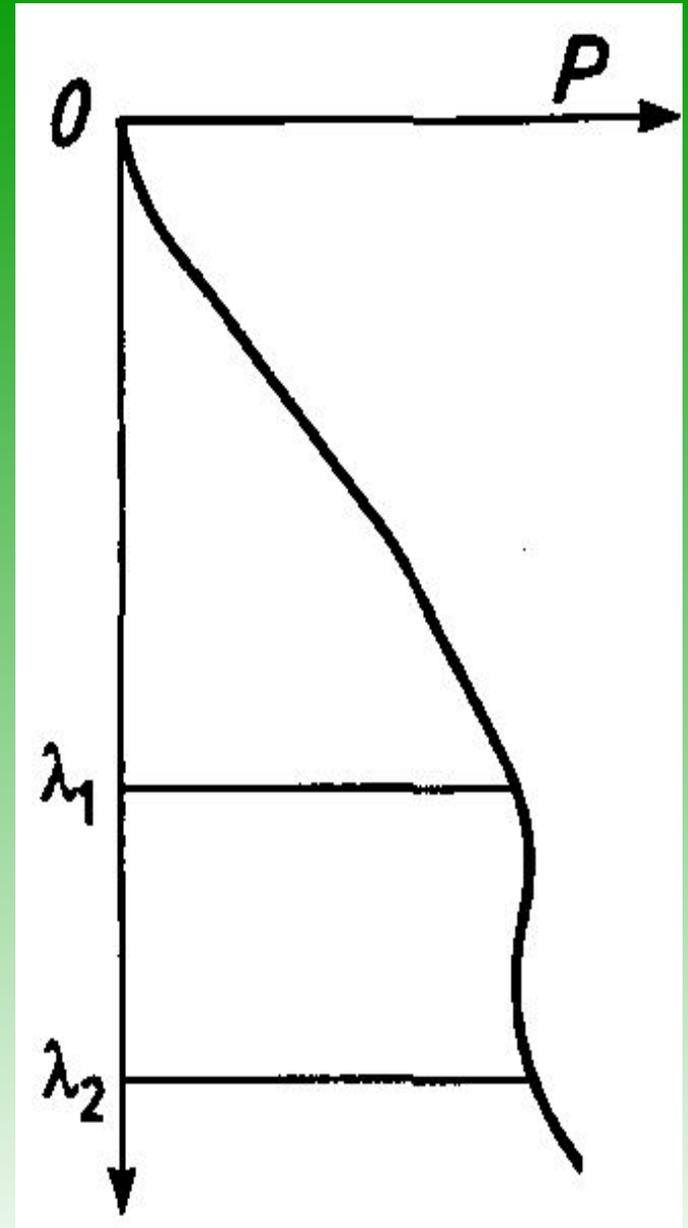
$R$  — сила сопротивления почвы;

$\lambda$  — глубина погружения деформатора

Глубина погружения деформатора и сжатие пружины записываются прибором в виде диаграммы  $\lambda = f(h)$ .

Так как сжимающая пружину сила  $P$  равна силе сопротивления почвы  $R$ , то, зная жесткость пружины, имеем  $P = R = kh$

Заменяя по диаграмме  $\lambda$  и  $h$  получаем зависимость  $P = f(\lambda)$ .



# Трение почвы

*Внешнее трение* – сопротивление скольжению почвы по поверхностям рабочих органов, колес и других элементов машин.

*Внутреннее трение* - сопротивление скольжению почвы по почве.

Коэффициент внутреннего трения определяет связность почвы (сцепление почвенных частиц) и угол естественного откоса (для сыпучих материалов угол естественного откоса равен углу внутреннего трения).

Сопротивление скольжению почвы по соприкасающимся поверхностям оценивают силой трения

$$F_{\text{тр}} = f N,$$

или

$$F_{\text{тр}} = N \operatorname{tg} \varphi,$$

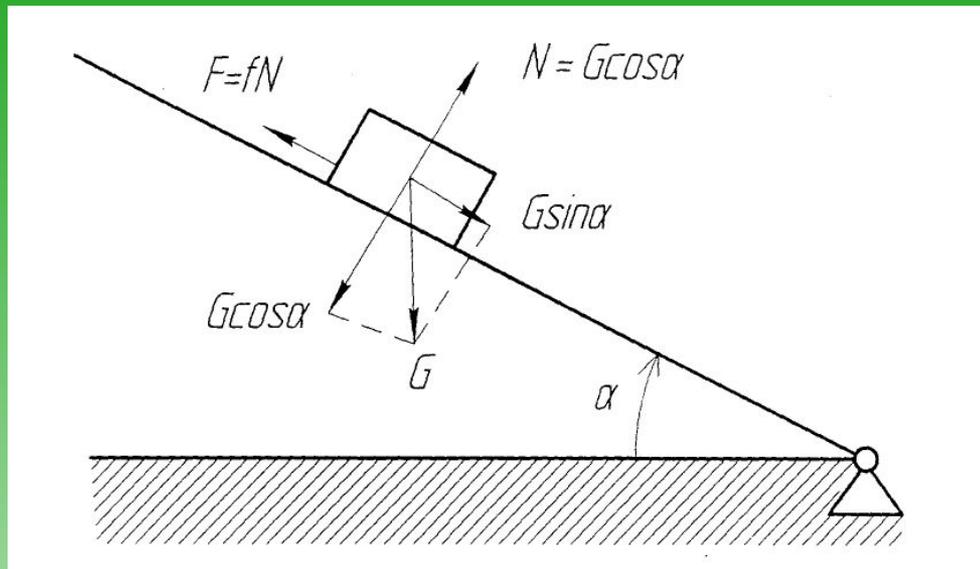
где  $\varphi$  – угол трения;

$f$  – коэффициент трения;

$N$  – сила нормального давления, действующая на поверхность

$$f = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \alpha.$$

$$\varphi = \alpha; \quad \varphi > \alpha; \quad \varphi < \alpha$$



# Липкость почвы

Прилипание проявляется как

- сопротивление при скольжении,
- при отрыве почвы от взаимодействующей с ней поверхностью,
- при разделении почвенных слоев друг от друга.

$$F_{\text{пр}} = \sigma S,$$

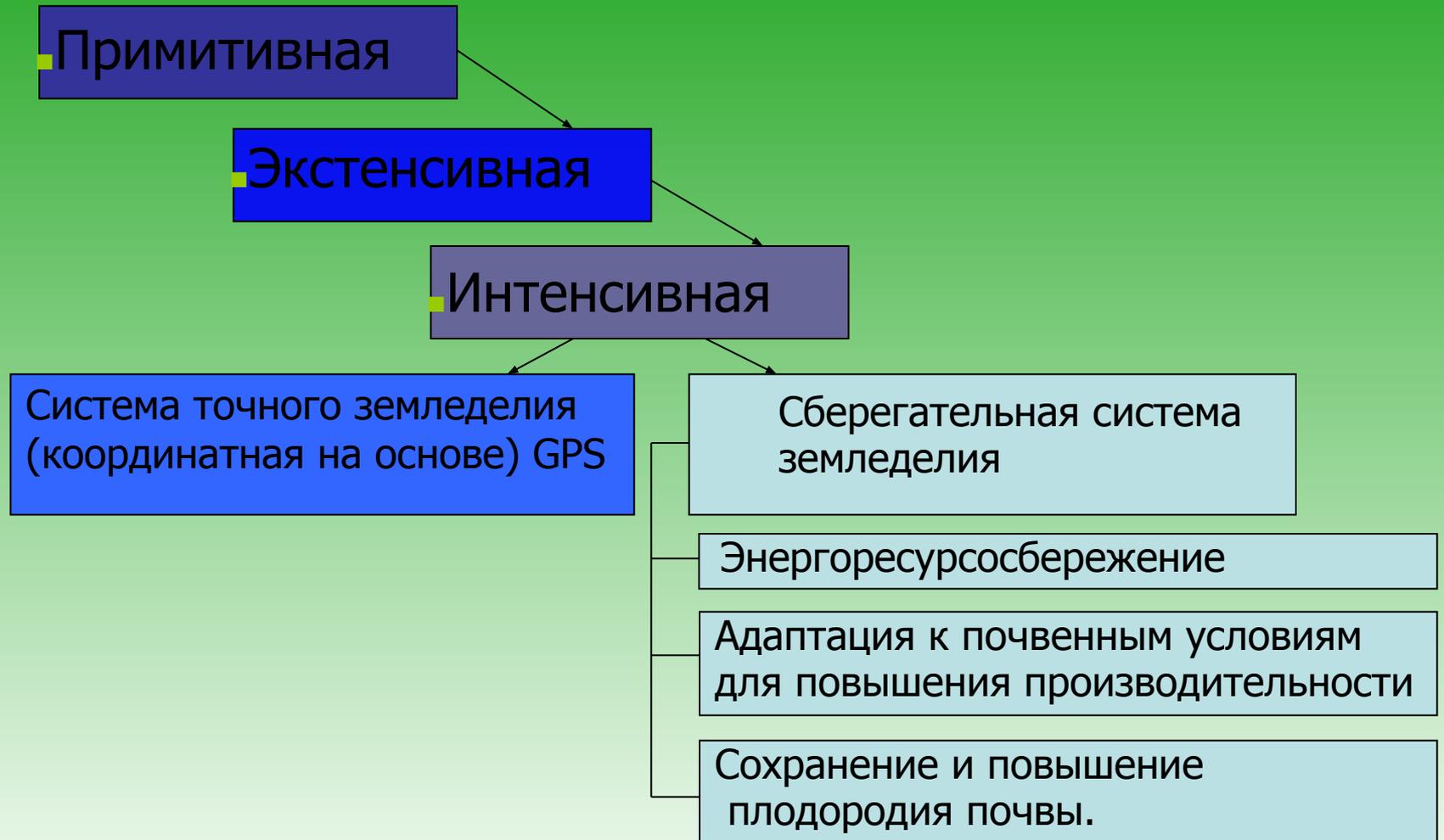
где  $\sigma$  – удельная касательная сила (липкость), Па;

$S$  – площадь контакта почвы с взаимодействующими поверхностями, см<sup>2</sup>.

Липкость зависит от гранулометрического состава, структуры, плотности, влажности почвы, материала поверхности и давления.

# **СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

# Системы земледелия



**Система обработки почвы – это совокупность научно обоснованных приёмов, выполняемых в определенной последовательности и направленных на создание наилучших условий вегетации культурных растений и повышения их продуктивности.**

# Системы обработки почвы

*Интенсивная* – включает несколько технологических процессов подготовки почвы к посеву, сопровождается многократными проходами агрегатов, уплотнением и рыхлением почвы.

*Минимальная* – предусматривает сокращение количества обработок и их глубины, совершенствование и одновременное выполнение нескольких технологических приёмов за один проход агрегата.

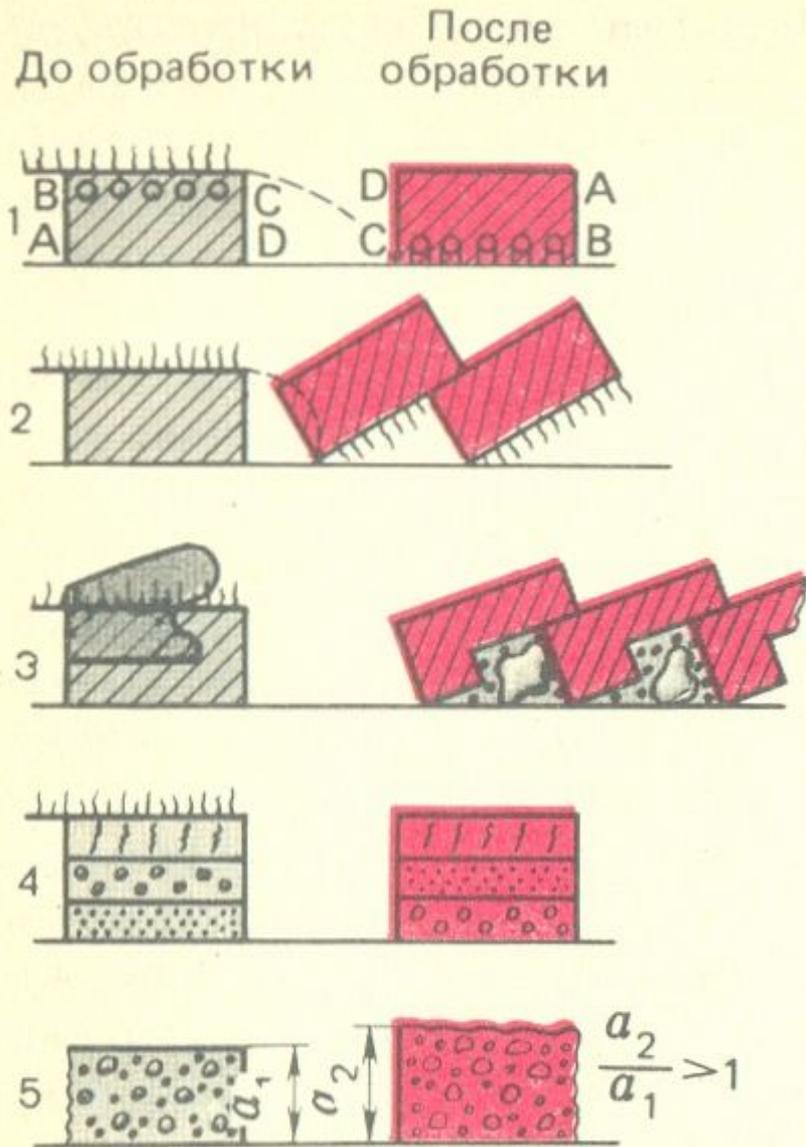
*Нулевая* – совокупность научно обоснованных адаптированных к севооборотам и почве приёмов

**Прием обработки почвы –**  
однократное механическое воздействие  
на почву рабочими органами  
почвообрабатывающих машин и орудий  
тем или иным способом для  
выполнения одной или нескольких  
технологических операций на  
определенную глубину.

# Классификация приёмов обработки почвы по глубине

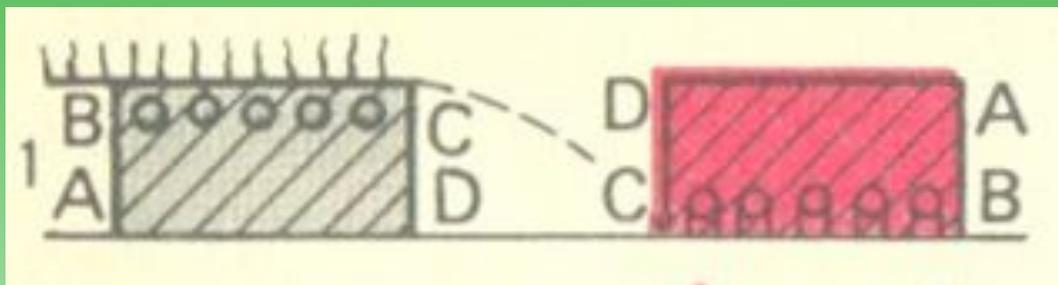
- Основная обработка: вспашка, глубокое рыхление (20...35 см);
- Дополнительная (поверхностная) обработка: лушение, культивация, боронование, прикатывание (12...14 см).
- Специальная обработка: ярусная вспашка, плантажная вспашка

# Технологические операции

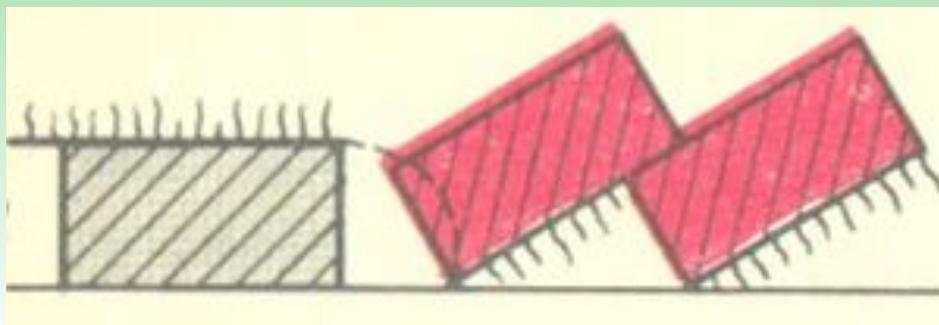


**Оборачивание** — изменение взаимного расположения по вертикали верхних и нижних слоев почвы.

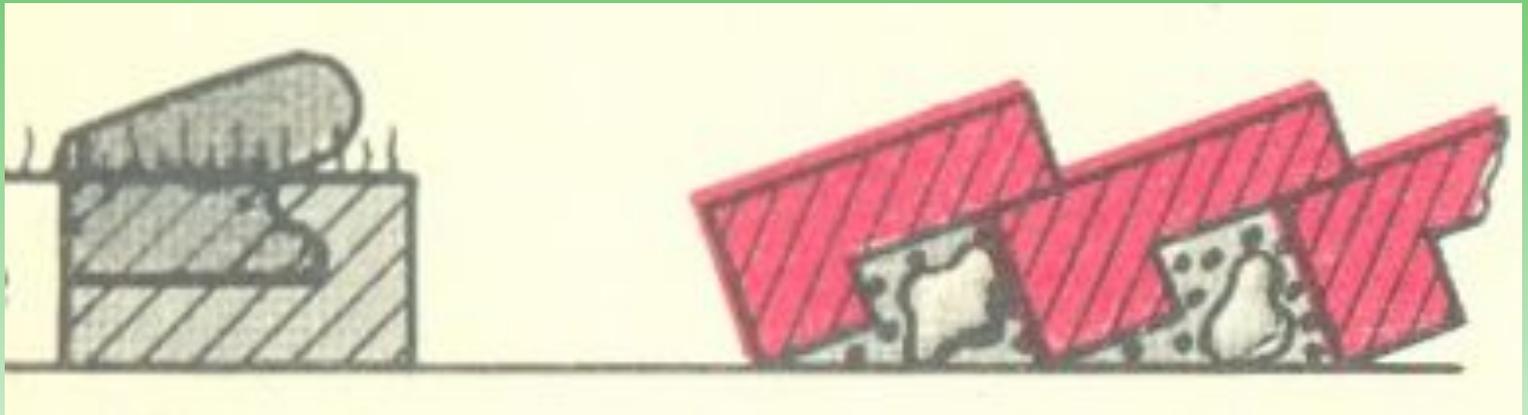
*Полный оборот пласта* применяют при освоении болотистых и задернелых участков.



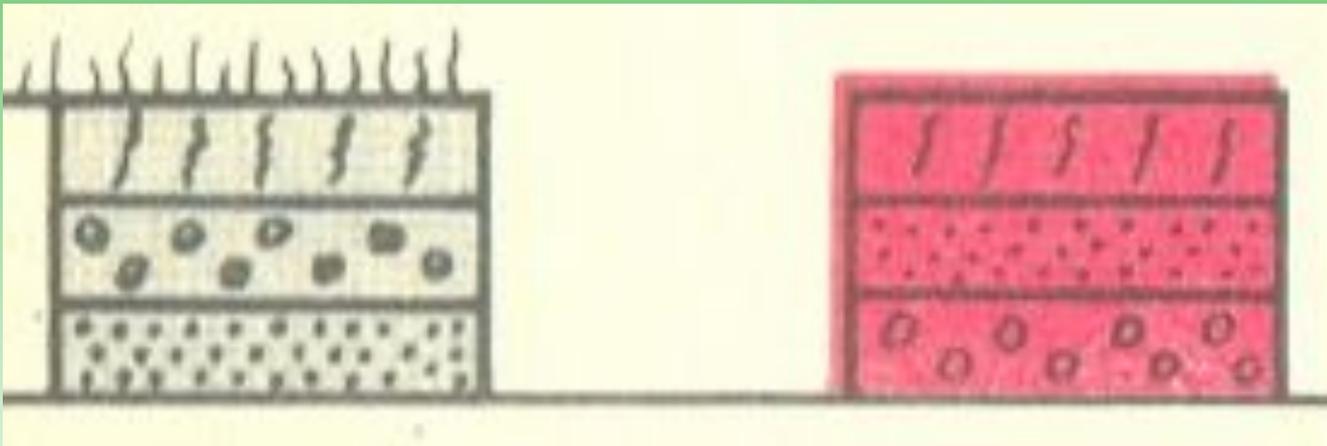
*Оборот пласта на угол до 135°* называют **взметом**



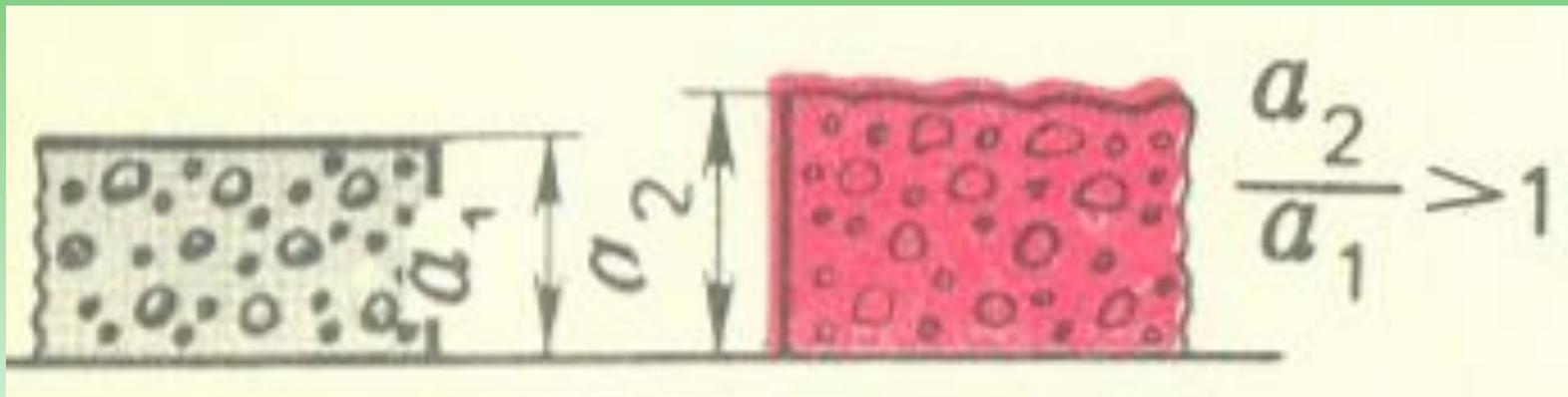
- Культурная вспашка - срезают верхнюю часть задерненного слоя и сбрасывают на дно борозды.



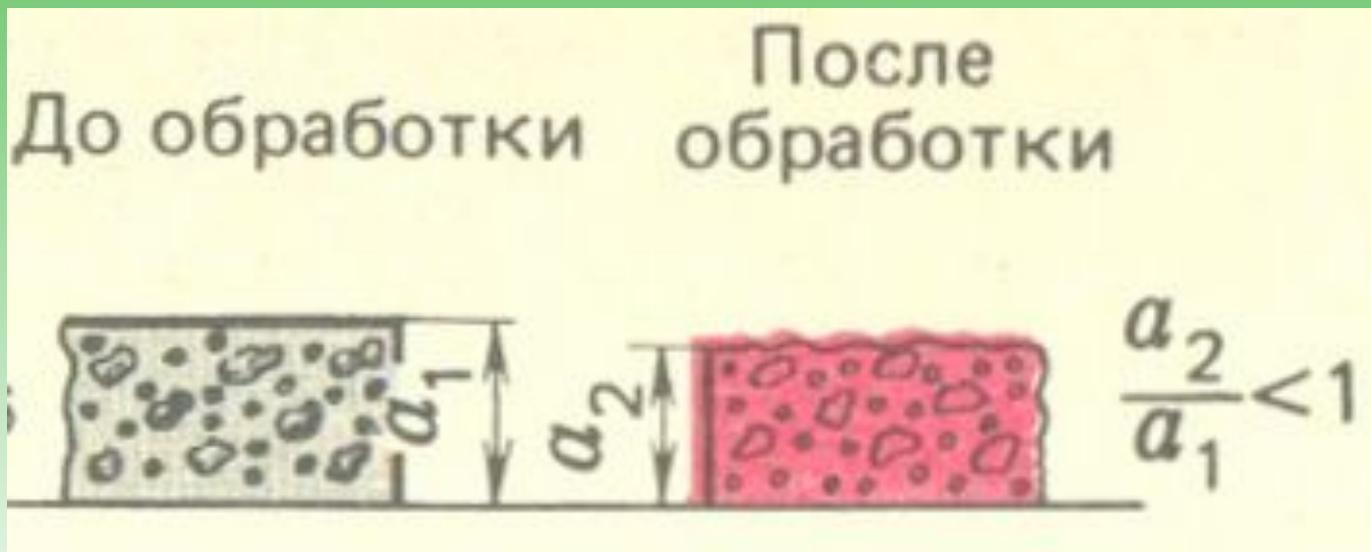
- **Ярусная вспашка почвы** - верхний перевернутый слой укладывается на свое место, а второй и третий слои меняются местами



- **Рыхление** — изменение размеров почвенных комков и расстояния между ними, в результате чего улучшаются водо- и воздухопроницаемость почвы, а также ее биологическая активность.



- **Уплотнение** — процесс, обратный рыхлению. При уплотнении отношение  $a_2/a_1 < 1$ . В процессе уплотнения увеличивается капиллярность почвы и уменьшается общая скважность



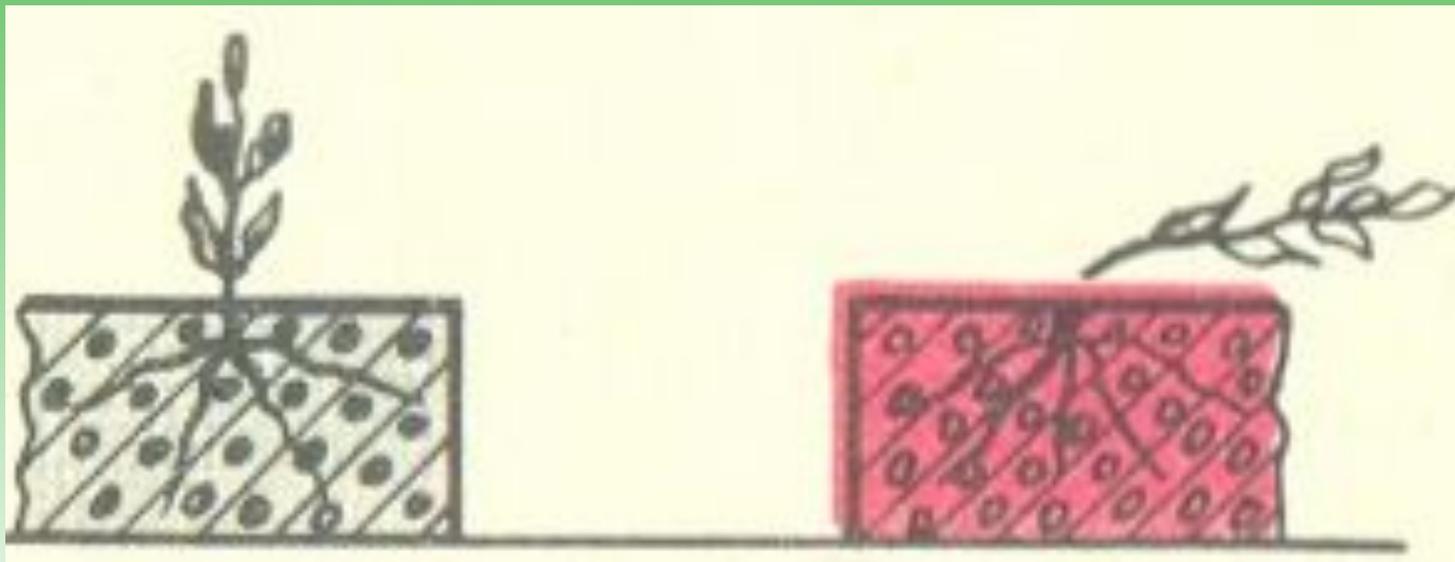
- **Перемешивание** — изменение взаимного расположения частиц почвы, удобрений и микроэлементов. Почва становится более однородной по плодородию.



- **В ы р а в н и в а н и е** — устранение неровностей поверхности поля для обеспечения равномерной глубины заделки семян, улучшения условий работы машин и распределения воды при поливе.



- **Подрезание сорняков** — их уничтожение путем перерезания и разрыва корней и стеблей.



- **Создание гребней, гряд и нарезка борозд** способствуют регулированию водного, воздушно-термического и пищевого режимов почвы.



# **ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

# Потери влаги

Высокая водопроницаемость почвы приводит к неустойчивому водному режиму. Последний во многом зависит от уровня почвенно-грунтовых вод, количества атмосферных осадков и режима их выпадения.

Предпосевная обработка должна проводиться в сжатые сроки. Опоздание приводит к большой потере влаги. Важным условием сохранения влаги в почвенных горизонтах является небольшой период между проведением технологических операций.

При отвальной вспашке нижние слои почвы разрыхляются и поднимаются вверх. Рыхлый слой влечет за собой снижение капиллярной пористости и обильное испарение влаги из почвы, который будет продолжаться вплоть до следующей обработки.



Поэтому особенно важным условием является широкое использование комбинированных агрегатов, которые позволят сократить количество проходов агрегатов по полю и обеспечить подготовку почвы в сжатые сроки



# Улетучивание почвенного углерода и азота

Интенсификация сельского хозяйства приводит как к увеличению урожаев выращиваемых культур, так и к изменению биологических циклов азота (N) и углерода (C), к повышению уязвимости агроэкосистем по отношению к экологическим стрессам и нарушению их устойчивости.

Сельскохозяйственное использование почв оказывает значимое влияние на эмиссию парниковых газов.

# Потери почвенного углерода

Одним из существенных параметров круговорота веществ является углерод.

По последним оценкам учёных углерода в почве содержится в три раза больше, чем в надземной биомассе. Поэтому почвы, являясь важнейшим резервуаром углерода, в зависимости от своего физического состояния могут влиять на круговорот веществ, а следовательно, и на устойчивое состояние биосферы.

Установлено, что обработка почвы отвальными плугами ведёт к снижению содержания углерода в почве и его избытку в атмосфере, а это способствует тепличному эффекту или глобальному потеплению. С начала земледелия в атмосферу вышло из обрабатываемых земель выше 320 миллиардов тонн углерода. Это больше чем с промышленного производства за последние 150 лет.

Поиск сохранения почв от эрозии выдвинул новые технологии её обработки, такие как безотвальная или нулевая. Наряду с другими преимуществами, такими как экономия топлива, уменьшение эрозийных процессов данные технологии позволяют сохранить запасы углерода в почве, не нарушив круговорот с атмосферой, а следовательно, сохранить устойчивость биосферы. По мнению ученых, повсеместный переход в мировом масштабе к безотвальной обработке почвы позволил бы удерживать в ней ежегодно 1,2 миллиарда тонн углерода.

# Улетучивание закиси азота

Почвы являются основным источником закиси азота ( $N_2O$ ). По изменению эмиссии  $N_2O$  из почв при использовании различных систем основной обработки почв можно судить об экологической устойчивости агроландшафтов.

Данная проблема изучается в федеральном бюджетном научном учреждении «Владимирский НИИСХ», (г. Суздаль, Российская Федерация) при исследовании влияния приемов основной обработки серой лесной почвы на прямую эмиссию  $N_2O$ .

По данным института в РФ эмиссия  $N_2O$  из сельскохозяйственных почв составляет 68,9% от суммарной эмиссии этого газа из всех источников.

# *План проведения экспериментов*

## *Агрофоны:*

- овес с подсевом многолетних трав;
- многолетние травы первого года пользования;
- многолетние травы второго года пользования.



*Установка закрытых камер на полях*

# Исследованные системы предпосевной обработки почвы

Ежегодная безотвальная обработка на глубину 6-8 см;



ежегодная безотвальная обработка на глубину 20-22 см;

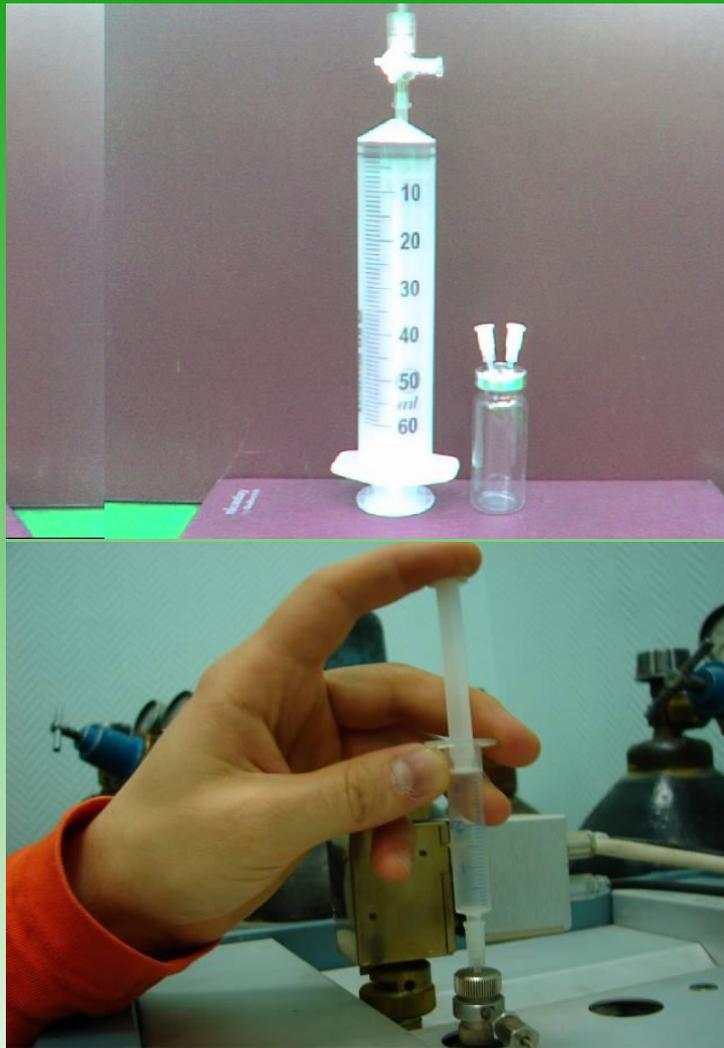


ежегодная отвальная вспашка на глубину 20-22 см;



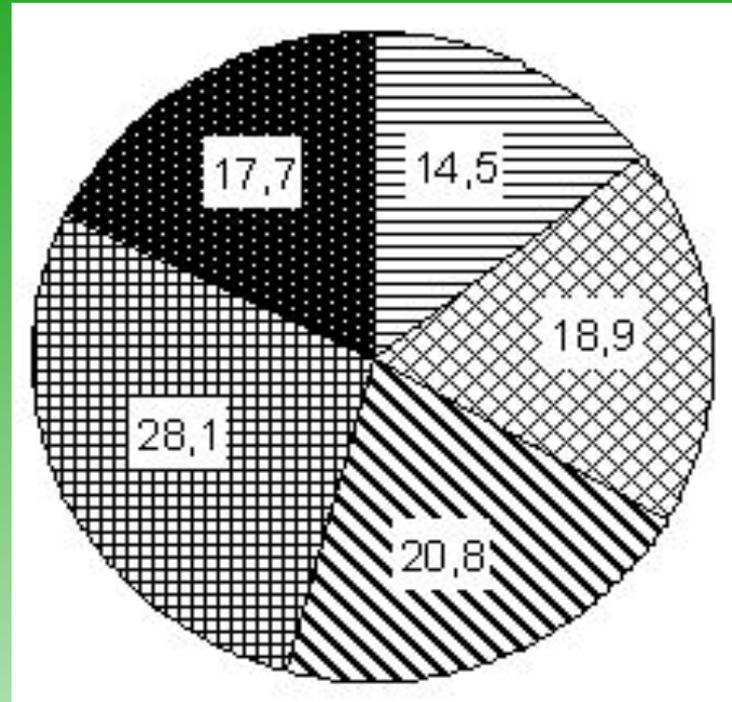
комбинированная безотвальная  
ярусная обработка  
на глубину 28-30 см.  
ежегодная отвальная вспашка на 20-22 см





- 90 дней
- Отбор почвенного воздуха — методом закрытых камер 2-3 раза в неделю
- Концентрация  $N_2O$  — газовым хроматографом с детектором электронного захвата

# Влияние приемов основной обработки серой лесной почвы в эмиссию $N_2O$ , %.



- целина;



- ежегодная безотвальная обработка на глубину 6-8 см;



- ежегодная безотвальная обработка на глубину 20-22 см



ежегодная отвальная вспашка на глубину 20-22 см



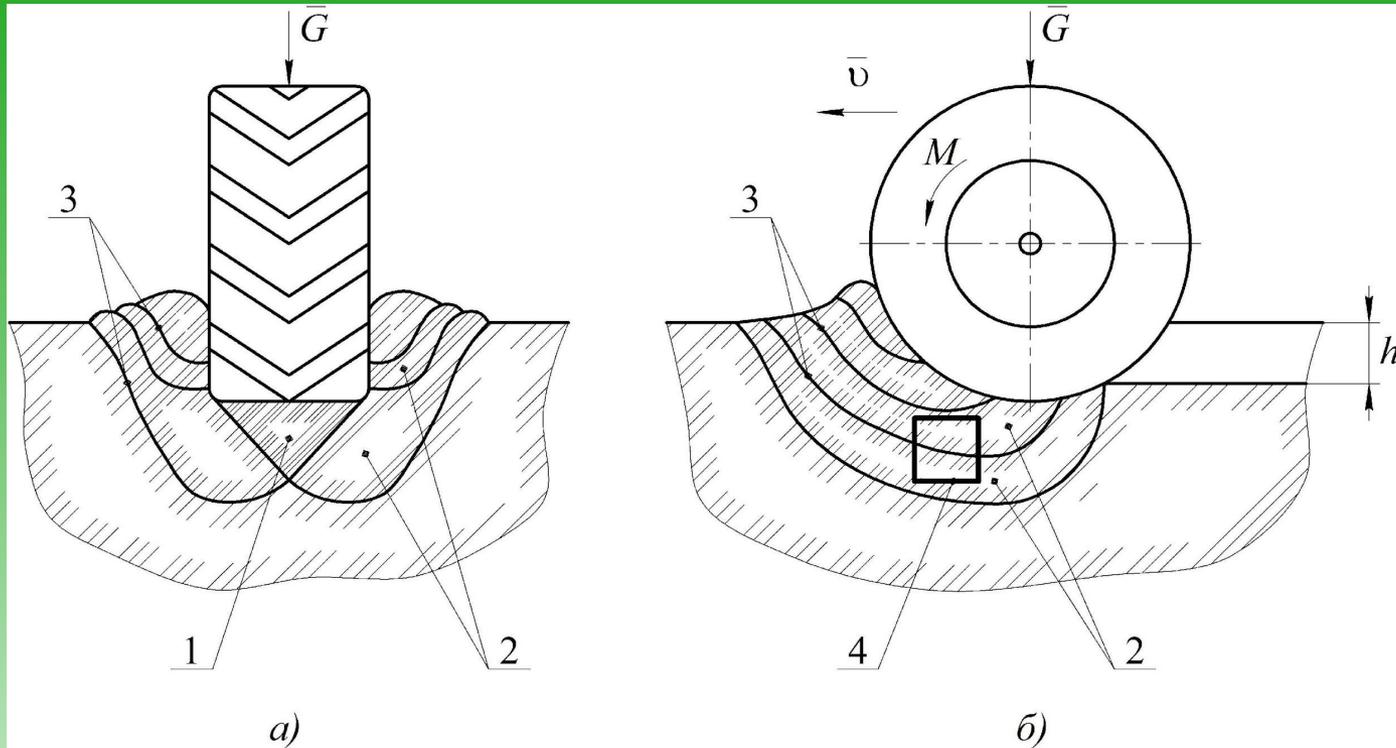
безотвальная обработка на глубину 6-8 см, через пять лет

периодическая ярусная вспашка на глубину 28-30 см.

## **Переуплотнение почвы ходовыми системами и рабочими органами сельскохозяйственных агрегатов**

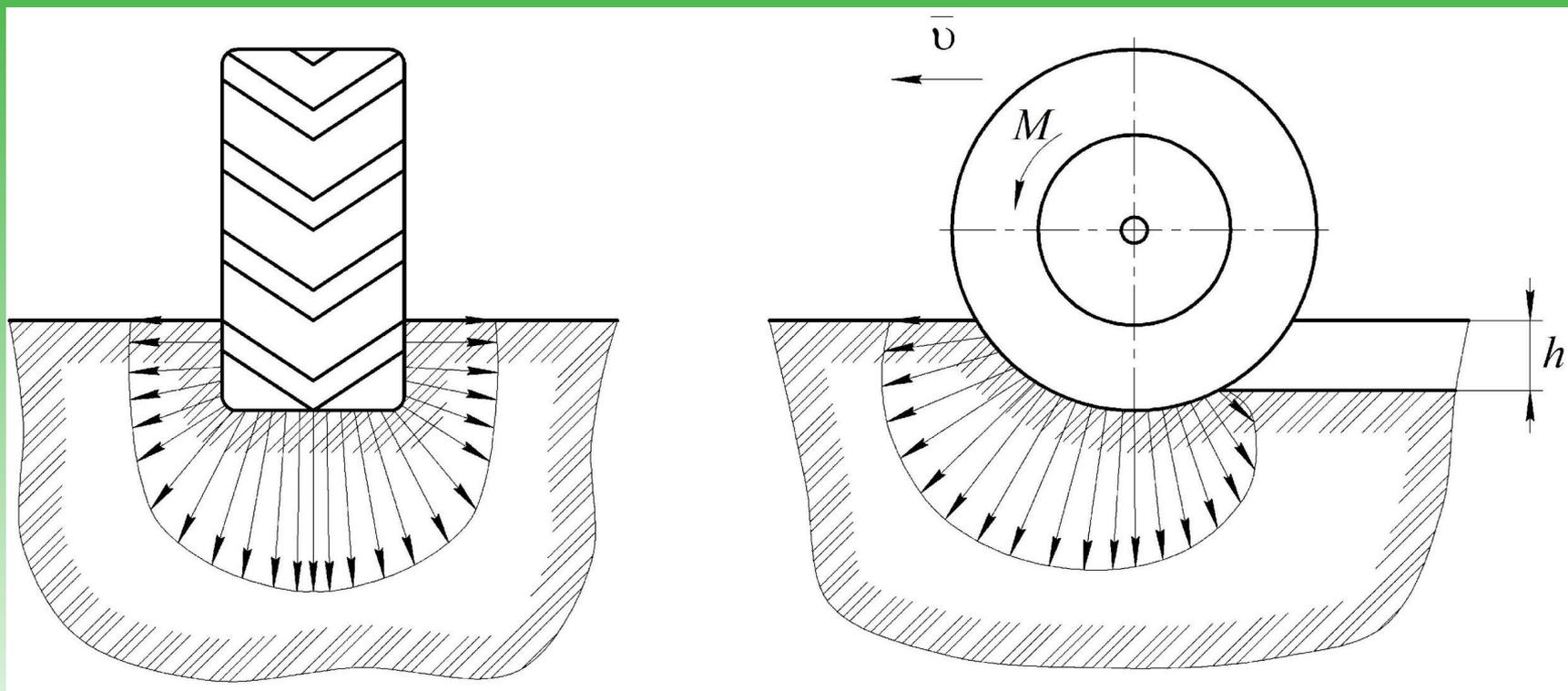
Ходовые системы сельскохозяйственных агрегатов вызывают существенные изменения физико-механических, химических свойств и структуры почвы, что приводит к ее ускоренной эрозии, повышению энергетических затрат и снижению качества выполнения технологических операций процесса производства сельскохозяйственной продукции.

# Схема образования уплотненной зоны в почве под движителем



1 – ядро уплотнения; 2 – зоны сдвигов; 3 – площадки скольжения;  
4 – кубик почвы

# Схема распространения деформаций в почве под двигателем почвообрабатывающего агрегата



Урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10-15 %, а корнеклубнеплодов – на 20-30 %. Суммарная площадь следов движителей МТА почти в 2 раза превышает площадь обрабатываемой поверхности; 10-12 % площади поля подвергается воздействию ходовых систем от 6 до 20 раз, 65-80 % – от 1 до 6 раз и только 10-15 % – свободны от такого воздействия

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ  
СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ  
СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

Наиболее энергоемким процессом в технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур является обработка почвы. На него расходуется около 40% энергетических и 25% трудовых затрат от их общего количества. Наибольшая доля энергозатрат приходится на основную и предпосевную обработку.

Качественная и своевременная основная обработка позволяет не только сохранить накопленную почвой влагу, заложить основу будущего урожая, но и снизить затраты на проведение последующих почвообрабатывающих операций.

Вопросы, связанные с совершенствованием сельскохозяйственных машин и технологий становятся всё более актуальными.

В решении данной проблемы заметную роль играют задачи взаимодействия машин и орудий с почвой, от плотности которой зависит не только урожай, но и устойчивость равновесия агроэкосистемы

Несмотря на преимущества безотвальной и нулевой обработки почв их внедрение в практическое земледелие идёт очень медленно. Широкое применение безотвальной обработки почвы не представляется возможным в связи с сильной засоренности полей сорными растениями, борьба с которыми при данных технологических приемах должна сопровождаться широким применением в технологиях возделывания гербицидов, что негативным образом сказывается на экологии окружающей среды и повышает себестоимость продукции. Поэтому агротехника возделывания на данном этапе развития не представляется без основной обработки почвы пахотными агрегатами.

Необходимо искать пути снижения отдачи влаги, углерода и закиси водорода из почвы в атмосферу не только за счет применения почвощадающих технологий, но и совершенствования конструкций пахотных агрегатов, машин и орудий, предназначенных для основной и поверхностной обработки почвы.

В этом случае, необходимо на стадиях проектирования и расчета соответствующих агрегатов учитывать их воздействие на почву, которое с одной стороны не должно превышать допустимое, а с другой – не сильно разуплотнять ее, исключая возможность ухода веществ в атмосферу.

Для тяжелых почв характерен узкий интервал времени, в течение которого возможна их качественная обработка. Посев обычно запаздывает на 1,5–2 недели по сравнению с оптимальными сроками. Вспашка сухой почвы недопустима так как пашня получается глыбистой и почти не образуется комков небольших размеров. При более высокой влажности почва практически не крошится. С наступлением сухой погоды почвы данного типа быстро пересыхают, образуются комки больших размеров, которые трудно разрушаются рабочими органами культиваторов.

Предпосевная обработка почвы легкого механического состава должна проводиться в сжатые сроки. Опоздание и частые обработки приводят к иссушению верхнего слоя и большой потере влаги, а следовательно урожая. Структура данного типа почв позволяет минимизировать количество ее обработок.

**Спасибо за внимание!**