

Докучаевские чтения 2008

***Развитие способов
снижения давления
на почву***

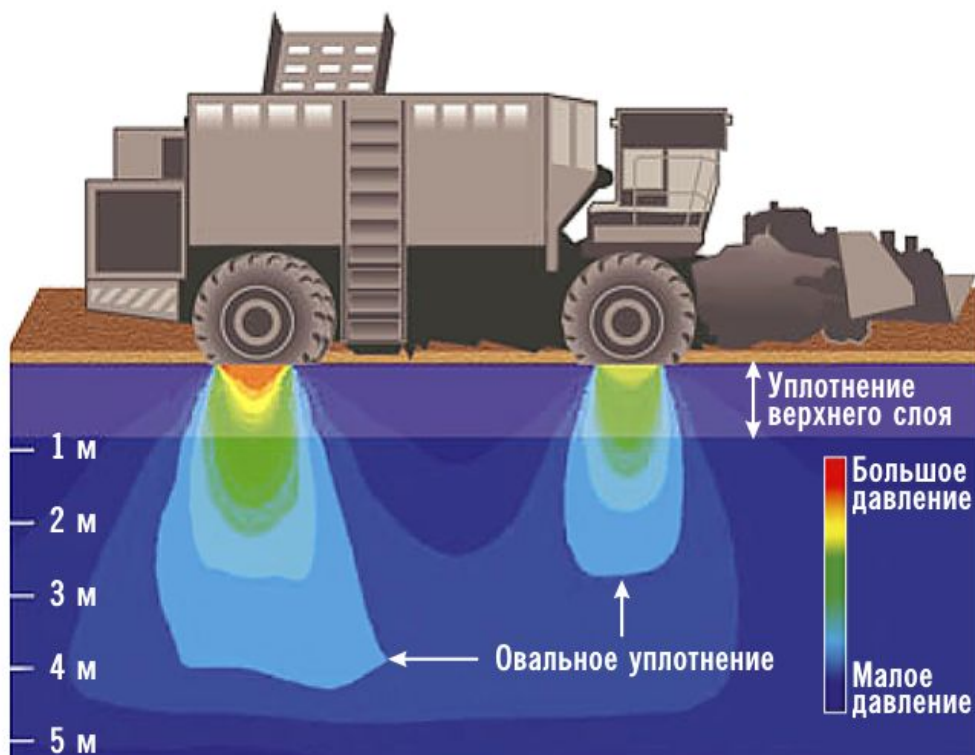


триз-профи

© Александр Скуратович,
ведущий специалист АНО «ТРИЗ-профи»,
сертифицированный специалист по ТРИЗ, ais99@mail.ru

Почва под давлением

Измерение уплотнения почвы под воздействием тяжелой сельхозтехники



Весной и осенью, когда земля особенно влажна и мягка, тяжелая сельхозтехника может существенно уплотнить почву. Давление проникает до самых глубин (в форме так называемого овального уплотнения).

Часто при этом образуется герметичный слой (уплотнение верхнего слоя), который препятствует прониканию в почву воды, воздуха, корней растений и червей.

Наблюдается тенденция к утяжелению техники для сбора урожая. 65 тонн весит свеклокопатель – вдвое больше, чем в 60-е годы.

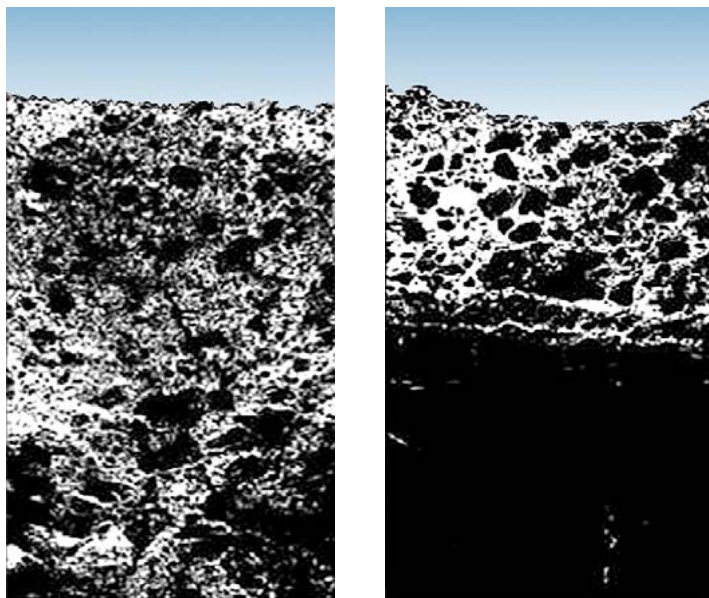
«Чем тяжелее становятся тягачи, тем больше должны быть плуги, которые разрыхляют землю вновь», - предостерегает британский ученый-агроном Саймон Блэкмор. «Более 80% энергии в земледелии тратится на то, чтобы с помощью одних машин возместить ущерб, нанесенный другими машинами».

Гиганты расплющивают пахотный слой почвы, который обычно наполовину состоит из воздушных полостей. И тогда глубоко в почве, недоступный ни для какого плуга, образуется уплотненный слой, который мешает росту корней, вентиляции и проникновению влаги.

«Прежде всего, уплотнение вредит почве на биологическом уровне», - говорит почвовед-зоолог из Брауншвейга Стефан Шрадер. «Количество мелких червей, около 6000 на квадратный метр, после воздействия тяжелых машин уменьшается вдвое.»

Еще Чарльз Дарвин мечтал о «возделывании земли посредством жизнедеятельности червей», которые не только постоянно перепахивают, но и удобряют почву несколькими тоннами отходов на гектар в год.

«Представьте себе, что вы земляной червь, и на вас надвигается этот монстр», - шутит австралиец Джеф Туллберг, занимающийся разработкой сельскохозяйственных роботов, действие которых основано на управляемом движении по колеям: его роботы ездят по полю по специальной колее, оставляя нетронутыми участки, где растут растения.



А)

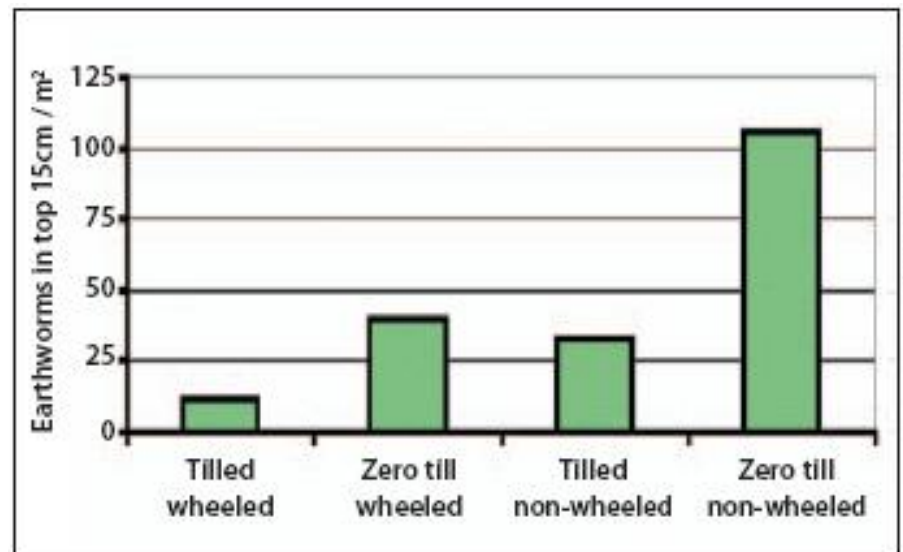
Б)

Сечения верхних слоев почвы:

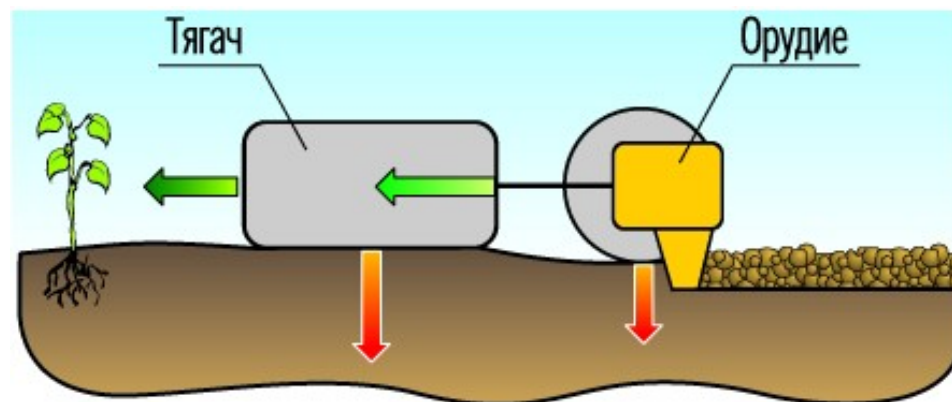
- А) неуплотненной,
- Б) переуплотненной

Белый цвет – пространство для
воздуха или воды.

Черный цвет – почва.



Плотность дождевых червей и их
продуктивность выше на полях с
управляемым движением.



Почву разрушают и уплотняют колеса и гусеницы с/х машин.

Всю эту технику можно представить как систему, состоящую из двух частей:

- орудия обработки почвы и растения – «орудие»
- машина, которая перемещают орудия - «тягач».

Главная функция «тягача» – перемещать орудие по полю.

Нежелательный эффект – разрушение и уплотнение почвы.

Главная функция «орудия» – обрабатывать почву, растения.

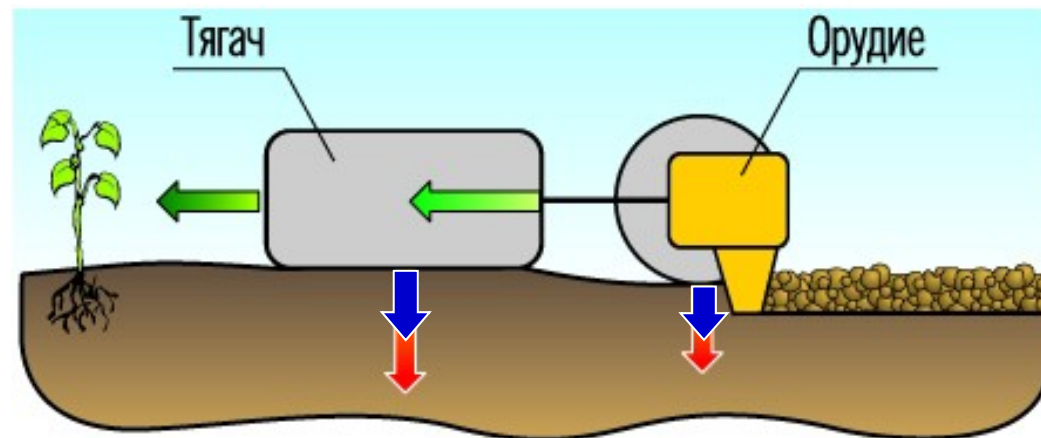
Нежелательный эффект – разрушение и уплотнение почвы.

Главная функция системы «тягач + орудие» – обрабатывать почву и растения в соответствии с заданной технологией выращивания с/х культуры.

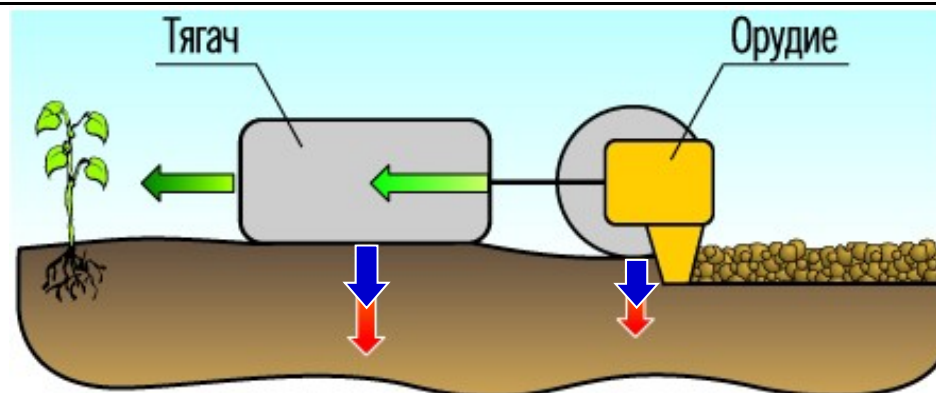
Как обрабатывать почву и растения без разрушения и уплотнения почвы?

Способ №1

Снизить давление на почву



Тягач должен быть тяжелым и легким



В соответствии с законами развития технических систем, описанными в ТРИЗ, основными тенденциями развития являются: постоянный рост параметров главной полезной функции системы и уменьшение факторов расплаты.

Факторами расплаты являются разного рода затраты, связанные с выполнением функций системы и нежелательные эффекты, которые при этом проявляются [1, 2].

Например, для сеялки рост параметров ее главной функции выражается в увеличении ширины захвата – 4, 8, 12, 18 метров.

Снижение факторов расплаты проявляется, в стремлении снизить вредное уплотняющее действие «тягача» и колес орудий на почву.

Стремление разработчиков с/х техники следовать этим тенденциям приводит к противоречивым требованиям.

Чтобы «тягач» мог тянуть широкозахватную сеялку, он должен быть мощным и иметь хорошее сцепление с почвой, но мощный «тягач» больше весит, а значит сильнее разрушает и уплотняет почву. Чтобы этого избежать, он должен быть легким.

**Получается противоречие – «тягач» должен быть тяжелым и легким.
Как преодолеть это противоречие?**

1. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. 2-е изд., доп. Петрозаводск: Скандинавия, 2004.

2. Саламатов Ю. П. Система законов развития техники. Изд. 2-е испр. и доп. Красноярск. 1996. <http://www.trizminsk.org/e/21101300.htm>



Достоинства:

- снижается удельное давление на почву;
- в 1,5–2 раза уменьшается степень уплотнения по следу трактора;
- повышается проходимость агрегатов при повышенной влажности;
- увеличивается тяговое усилие.

Недостатки:

- зазор между колесами образует гребни земли;
- трактор становится большим, неповоротливым и трудным в управлении.

<http://knauer.homeip.net/farm/tractor.jpg>

http://cgi.ebay.com/8970-JOHN-DEERE4-WD-w-TRIPLES_W0QQitemZ260026764288QQihZ016QQcategoryZ91953QQcmdZViewItem

<http://www.tayforth.co.uk/images/MembersEquipment/Tractor%203%20Wheel%20250hp.jpg>



Вездеход ТТС–70 на шинах сверхнизкого давления с опрыскивателем

Технические характеристики:

Производительность, га/час	50
Размах крыльев, м	20
Заправочная емкость, л	600
Давление на почву, кПа	8–13
Диапазон скоростей, км/ч	10–50

Уменьшить давление колеса на почву можно, увеличив пятно контакта и равномерно распределив давление.

Для этого можно снизить давление воздуха в колесе.

Но гладкие колеса не могут создать большого тягового усилия.

В воронежском ЗАО «Топаз плюс» изготовили легкий и проходимый вездеход ТТС-70 на шинах сверхнизкого давления (70–150 г/см²) и диаметром 1,2 метра.

У него удельная нагрузка на грунт в несколько раз меньше, чем у самого экологичного трактора.

Вездеход работает по посевам в низкой фазе без повреждения растений и почвы.

Его рекомендуют применять для полива и подкормки растений, рассыпания ядохимикатов.

Он способен работать и сенокосилкой, на него можно установить культиватор-рыхлитель, жнейку.

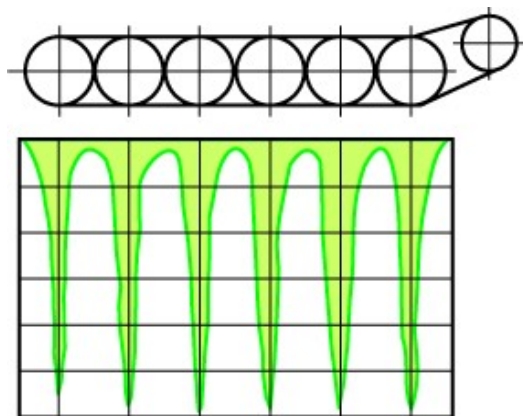
Расход горючего в 20 раз меньше, чем у существующих тракторов.

ТТС–70, Железная лань. Изобретатель и рационализатор. 2004, № 1(649).

Вездеход ТТС–70 на колесах сверхнизкого давления. ЗАО НПП «Топаз плюс». <http://pnevmohod.narod.ru/tts.htm>.



Колесный трактор К-701 на гусеницах



Распределение давления в металлической гусенице

Снизить давление на почву и увеличить тяговые характеристики можно, если использовать металлические гусеницы.

Достоинства (для К-701):

- удельное давление снизилось в 2 раза;
- глубина колеи уменьшилась в 2 раза [1].

Недостатки:

- разрушает покрытия дорог;
- передает вибрации от двигателя и механизмов почве, от чего она сильно уплотняется;
- неравномерно распределяет давление по пятну контакта с грунтом т.к. вертикальная нагрузка от каждого катка передается на грунт через один трак и в результате статические давления в зоне контакта гусеницы возрастают в несколько раз [2].

1. Наденьте гусеницы – нынче сыро. Изобретатель и рационализатор. 2003, № 3(639).
http://i-r.ru/show_archive.php?year=2003&month=3&id=166

2. Куляшов А. П., Колотилин В. Е. Экологичность движителей транспортно-технологических машин. М.: Машиностроение. 1993.

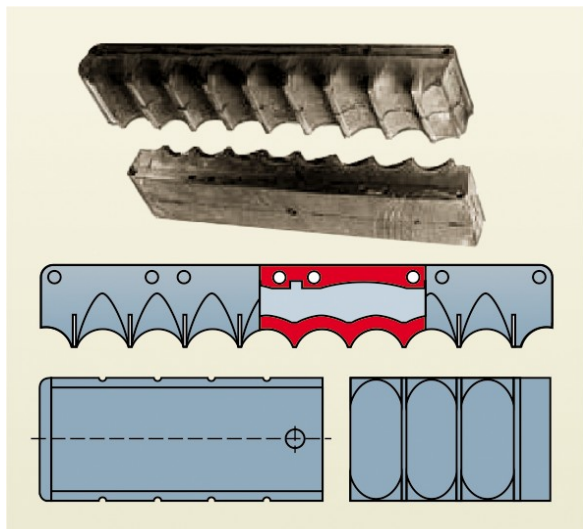


Трактор с резинотросовой гусеницей

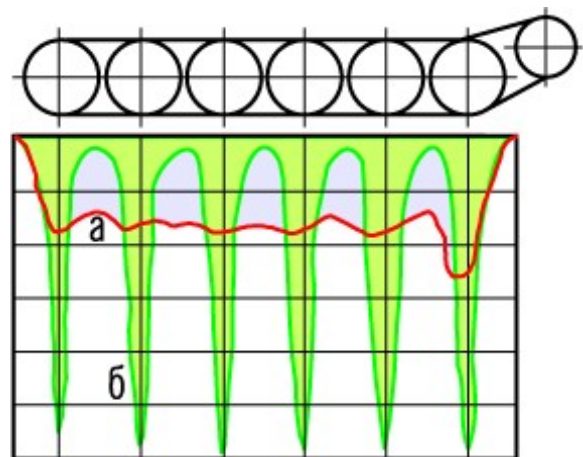
Современные тракторы оснащаются литыми резинотросовыми гусеницами с автоматическим натяжением. Они обеспечивают высокую тягу при работе на грязи и рыхлой почве, а плотный контакт с поверхностью обеспечивает устойчивость трактора.

Достоинства:

- не разрушает покрытия дорог;
- уменьшает влияние вибрации на почву;
- более равномерно распределяет давление по опорной поверхности, что уменьшает деформацию, уплотнение и разрушение почвы.



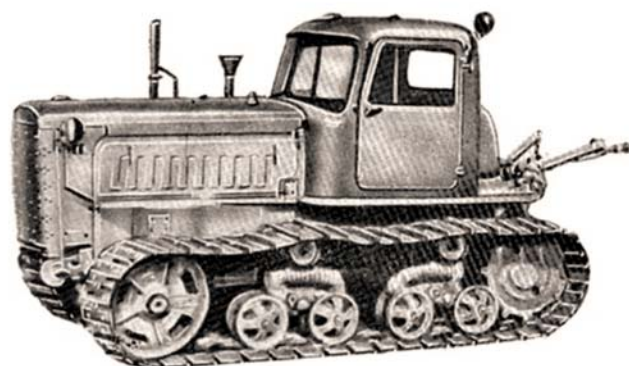
Трактор с пневматической гусеницей



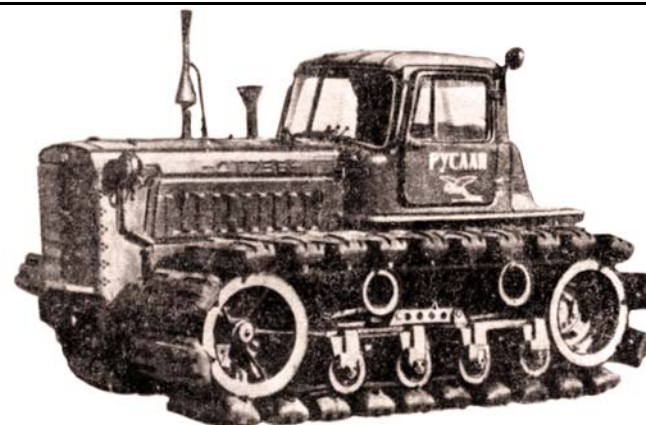
Резиновая пневматическая гусеница еще сильнее снижает давление на почву и делает его более равномерным.

Она объединяет хорошее поглощение вибрации как у пневматического колеса с большой площадью контакта как у гусеницы.

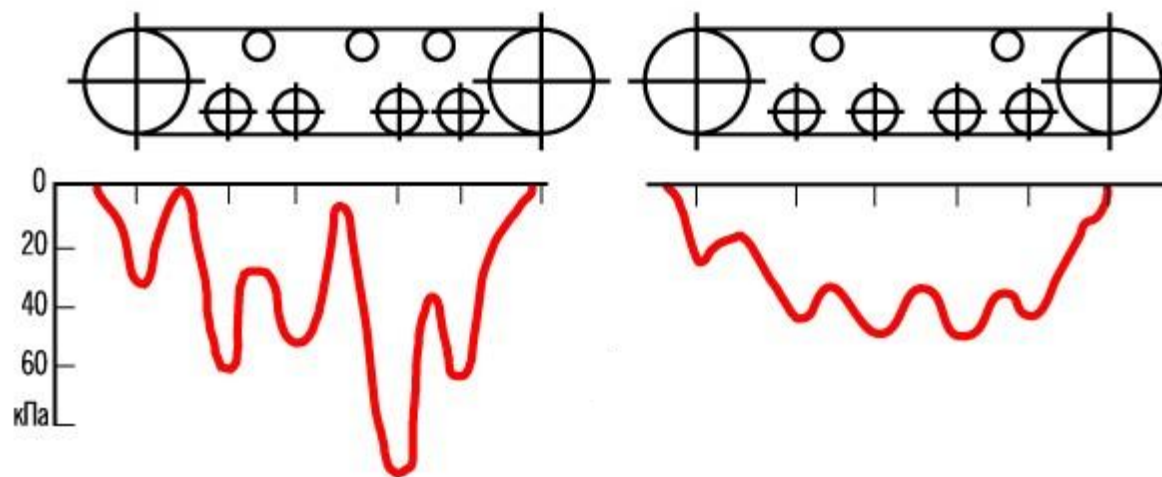
Проведенные испытания показали, что эпюры давлений у пневматической гусеницы так же, как и в металлической, являются неравномерными, но их величина и неравномерность намного меньше.



ДТ-75Б



«Руслан»



Эпюры нормальных контактных давлений под гусеницами трактора ДТ-75Б и пневматическими гусеницами трактора «Руслан»

Пневматический движитель наиболее полно отвечает требованиям, предъявляемым к движителям с/х машин с точки зрения снижения уплотняющего воздействия на почву при увеличении тягово-сцепных характеристик и снижения металлоемкости движителя [13, с. 104].

Достоинства пневматической гусеницы по сравнению с металлической [15]:

- более равномерная эпюра давления на поле;
- меньшее повреждение и уплотнение почвы;
- тяговое усилие в 1,4–1,8 раза больше;
- сопротивление движению на слабых грунтах в 1,2–1,5 раза меньше;
- возможность передвигаться по дорогам с усовершенствованным покрытием без их повреждения.

Недостатки:

по сравнению с металлической гусеницей:

- возможность проколов;
- низкие тяговые качества на скользких покрытиях;
- чувствительность к низким температурам воздуха;
- низкая ремонтпригодность;

по сравнению с автомобильным колесом:

- более сложная конструкция движителя;
- высокие потери мощности при перемещении по твердым дорогам;
- относительно низкий срок службы ходовой части.



**Вездеход на воздушной подушке
ООО «АРКТИКА-М»**

Польский «воздушковец» на операциях химической защиты растений двигается над полем со скоростью – 50 км/час.

Французский «агроплан» по дорогам едет на колесах; воздушная подушка включается только по необходимости. В этом случае агроплан весом в три тонны развивает скорость до 20 км/час.

В омском ООО «АРКТИКА-М» разработан вездеход на воздушной подушке, предназначенный для перевозки пассажиров и грузов в тех местах, где невозможно применение иного вида транспорта, кроме вертолетов.

Может использоваться для контроля магистральных трубопроводов, удаленных буровых установок, перекачивающих и дожимных станций, линий электропередачи, геологами и работниками сельского хозяйства.

Достоинства:

- отвечает всем экологическим нормам;
- не нарушает трудно восстанавливаемый покров тундры, оказывая давление воздушным потоком не более 12 гр/см² [2].

по сравнению с вертолетом:

- дешевле в десятки раз,
- превосходит вертолет по запасу хода и грузоподъемности,
- не нужны аэродромы,
- независит от состояния погоды, времени суток и года.

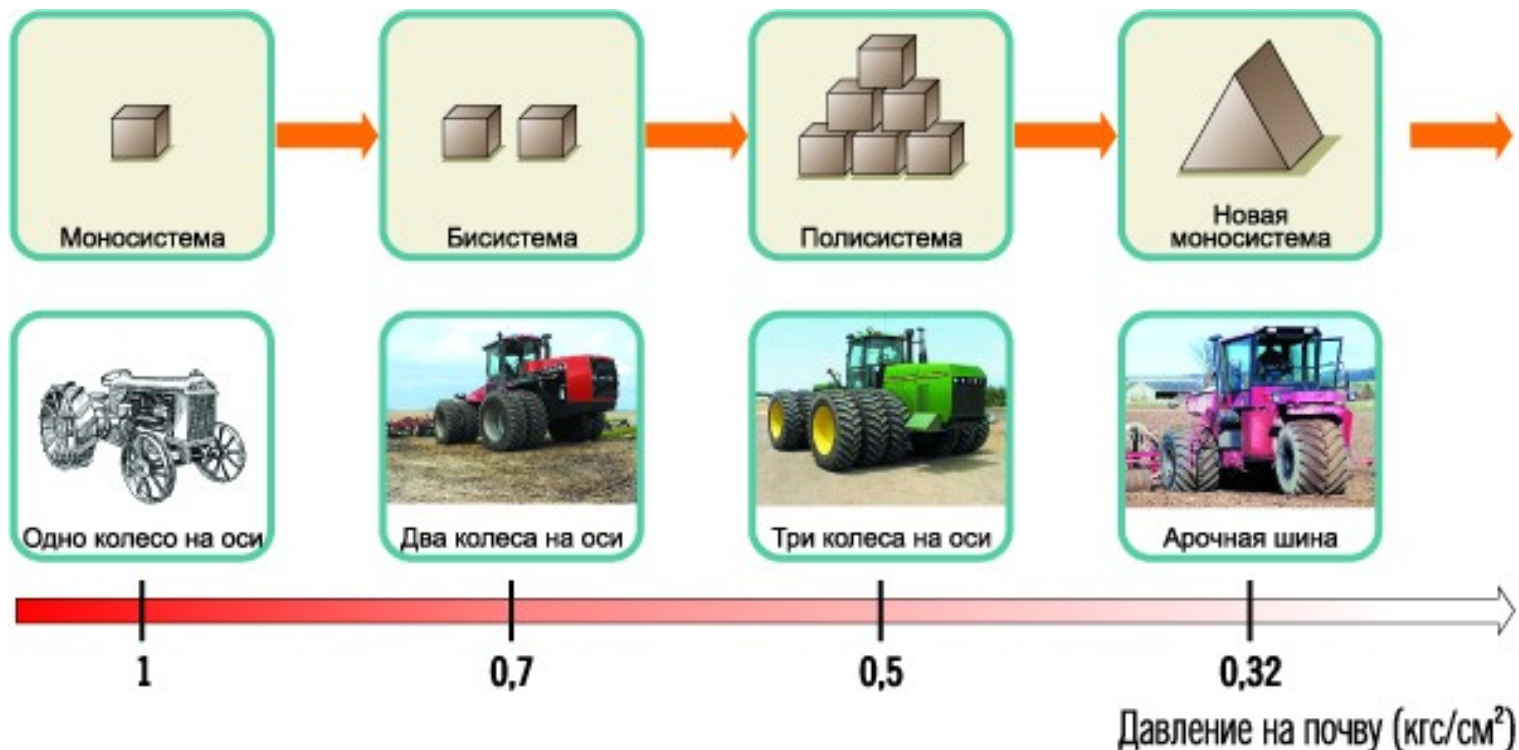
1. Новиков Ю. Беседы о сельском хозяйстве. http://www.russiantext.com/russian_library/3/novikov_u/Novikov_Besedy_o_selskom_hoziaystve.htm.
2. ООО «АРКТИКА-М». <http://www.boatprice.ru/show/ekranoplany/251.html>

Показанные способы уменьшения давления на почву позволяют проследить несколько линий развития двигателей с/х машин.

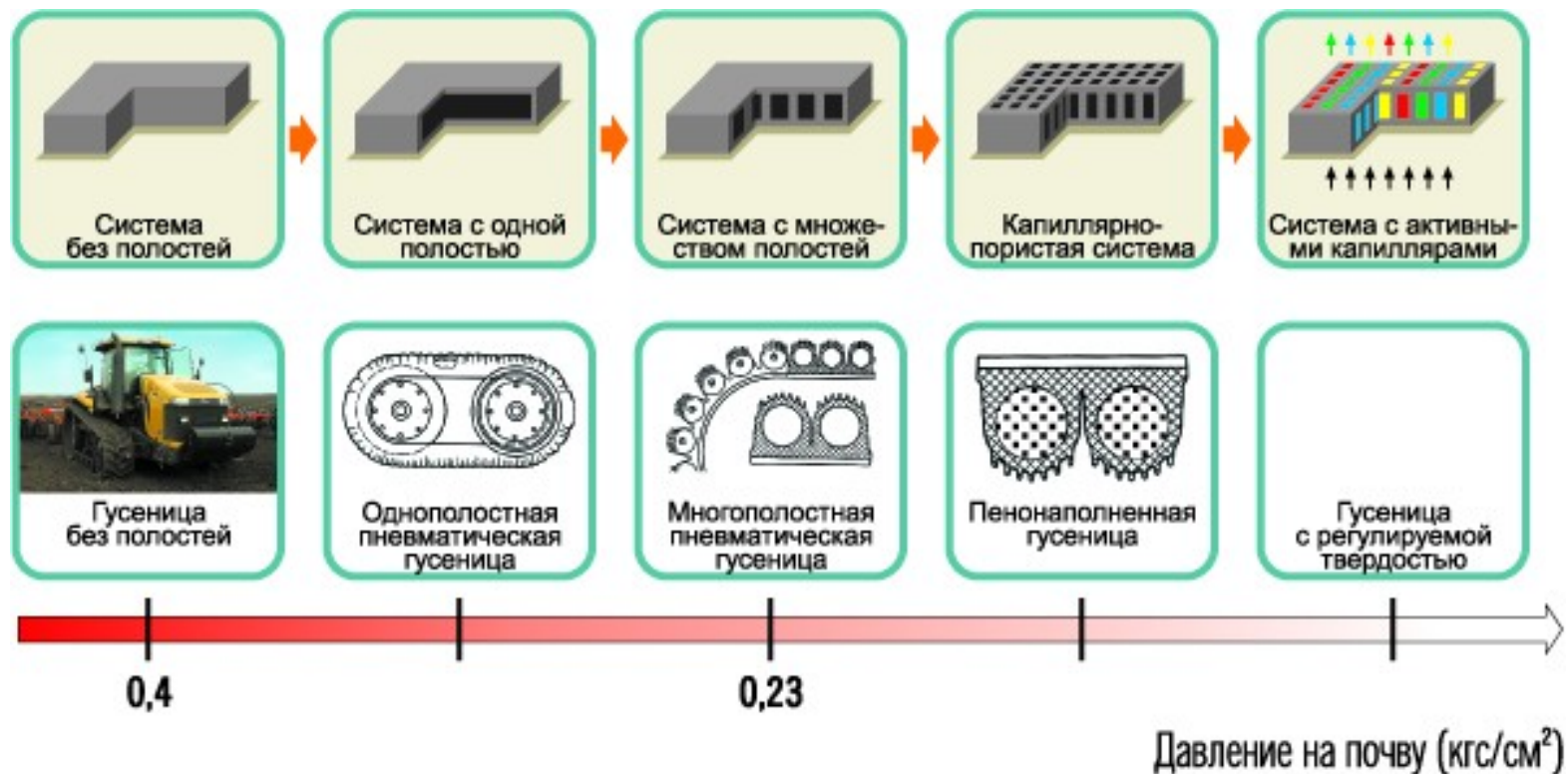
Эти линии совпадают с линиями развития технических систем, описанных в ТРИЗ [1, 2, 3].

Используя эти линии можно предсказать возможные шаги дальнейшего развития двигателей.

1. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. 2–е изд., доп. Петрозаводск: Скандинавия, 2004.
2. Саламатов Ю. П. Система законов развития техники. Изд. 2–е испр. и доп. Красноярск. 1996. <http://www.trizminsk.org/e/21101300.htm>
3. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В., Филатов В. И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Кишинев: Картя Молдовеняскэ. 1989.



- 1 колесо на конце оси оказывает большое давление на грунт;
- 2 колеса – меньше давление на грунт, но наблюдается сильное сдавливание грунта между колесами;
- 3 колеса – давление на грунт еще меньше, но сохраняется сдавливание грунта между колесами, машина занимает много места на дороге и стоянке;
- Арочная шина – малое давление на грунт, нет сдавливания грунта между колесами.



- одна полость;
- несколько больших полостей;
- полые траки гусеницы;
- пенонаполненные траки – гусеница не боится проколов;
- полости траков заполнены веществом, изменяющим их твердость в зависимости от состояния почвы.



- металлическое колесо;
- металлическая гусеница;
- резиновая гусеница;
- пневматическое колесо;
- пневматическая гусеница;
- поток воздуха – воздушная подушка;
- поле – силы выталкивания (сила Архимеда) – дирижабли.

Способ №2

Ходить по проторенным дорожкам





Поверхность поля, обнаженная после эрозии верхних слоев почвы. На поле видны следы от колес машин, образованные уплотненной почвой. Следы показывают, что глубокому уплотнению подверглось около 80% посевной площади поля [1, 2].

1. "Driving a revolution in the paddock", ECOS, Jan–Mar, 2004. http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=EC118p28.pdf
2. Новиков Ю. Беседы о сельском хозяйстве. http://www.russiantext.com/russian_library/3/novikov_u/Novikov_Besedy_o_selskom_hoziaystve.htm

	Комбайн	
	Трактор	
	Машина для внесения удобрений	
	Опрыскиватель	
	Сеялка	
	Сажалка	



Земледелие с управляемым движением по колеем (Controlled Traffic Farming - CTF) - это отделение зон движения от зон возделывания с/х культур.

Это означает что:

- одни и те же колесные колеи используются для обработки почвы, посадки, опрыскивания и уборки растений;
- все колеса тракторов и уборочных машин установлены на одну и ту же ширину колеи.

В Австралии 1 миллион гектар земли обрабатывается с использованием CTF

www.grdc.com.au, www.kondinin.com.au.

<http://www.mitchellfarm.com/show/tech/ctf.shtml>

Soil compaction and controlled traffic farming <http://www2.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/3166.html>

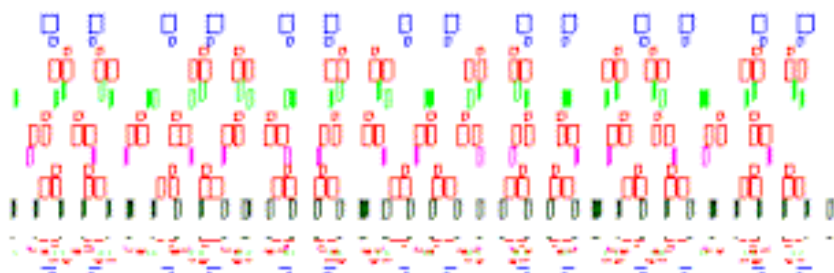


Достоинства:

- машины движутся по постоянным колеям быстрее, чем по обычному полю;
- имея лучшее сцепление с почвой, потребляют топлива на 40-50% меньше;
- потери зерна от незасаженных колесных колей зависят от расстояния между рядами, однако урожайность от нетоптанных площадей больше.

“Driving a revolution in the paddock”, ECOS, Jan-Mar, 2004
Precision farming in the northern grains region. Soil compaction and controlled traffic farming.
<http://www2.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/3166.html>

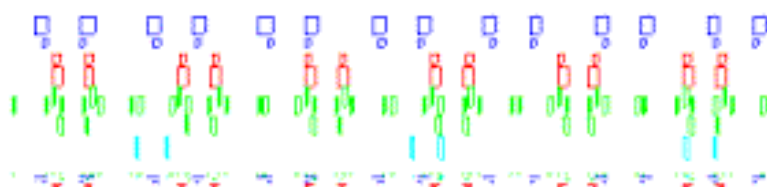
Традиционная обработка почвы



Уборочная машина
Пневматическая сеялка / Культиватор
Скарификатор
Плуг
Отпечатки ног

Площадь покрытия поля
82 %

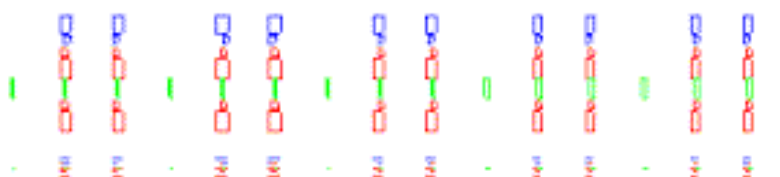
Нулевая обработка почвы (No-till)



Уборочная машина
Пневматическая сеялка/Культиватор
Опрыскиватель
Отпечатки ног

46 %

Управляемое движение



Уборочная машина
Пневматическая сеялка/Культиватор
Опрыскиватель
Отпечатки ног

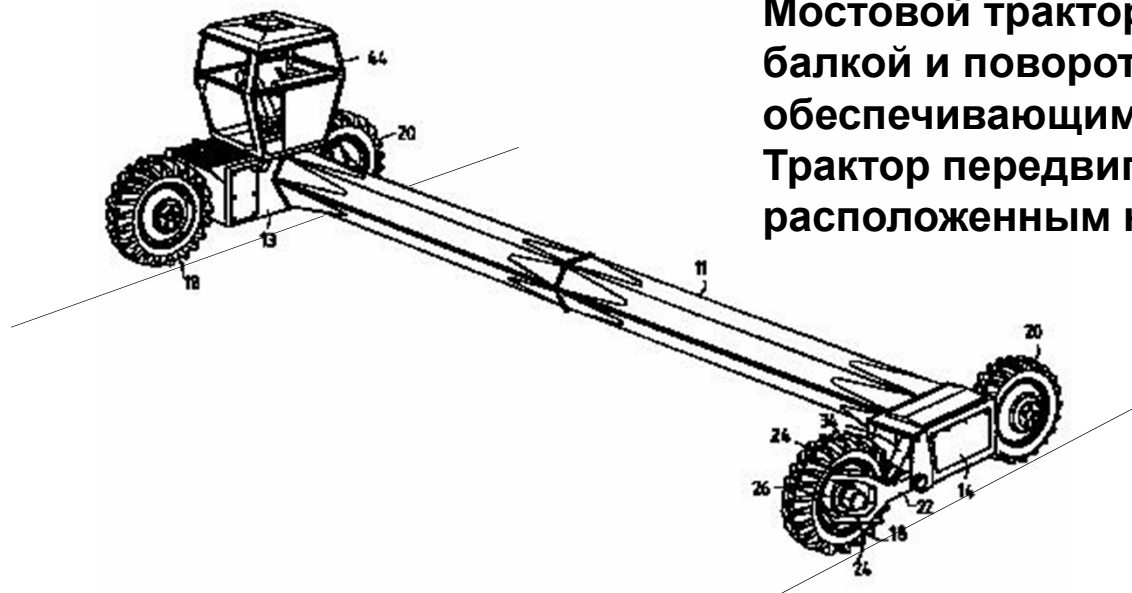
14 %

У фермеров, которые используют традиционную обработку почвы, разные ширины колеи машин, что приводит к покрытию следами колес более 80% площади поля.

Переход к No-till сокращает покрытие до 46%.

Управляемое движение по колеям может сократить покрытие до 14%.

Как еще больше снизить покрытие поля следами колес?



Мостовой трактор - трактор с длинной несущей балкой и поворотными колесами, обеспечивающими ему высокую маневренность. Трактор передвигается по постоянным колеем, расположенным на расстоянии, равном его пролету.



Трактор Дулера с длиной пролета 12 метров





Мостовой трактор с шириной пролета 5,8 м.

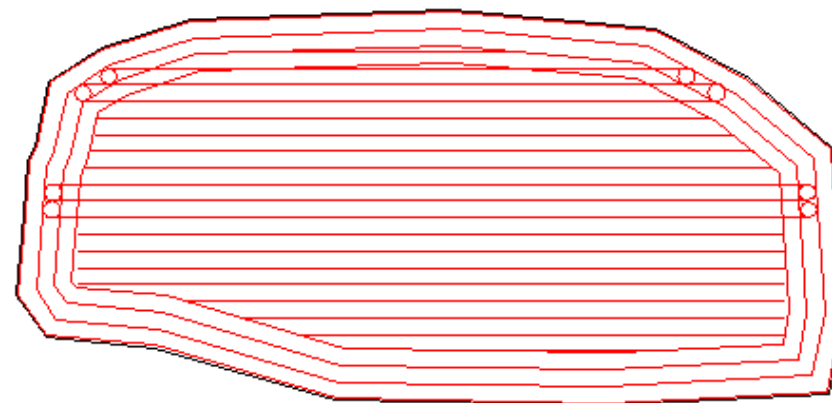


Схема движения и разворотов мостового трактора на поле

Исследования, проведенные в Австралии и Великобритании с мостовым трактором, движущимся по технологическим колеям, показали, что:

- экономия энергии при обработке почвы достигает 55%;
- стоимость посева культур снижается на 40%;
- улучшается качество обработки и структура почвы;
- минимизируются потери площади из-за прохождения техники;
- достигается высокая точность позиционирования орудий;
- автоматизируется выполнение агротехнических операций;
- повышается урожайность зерновых на 7%.



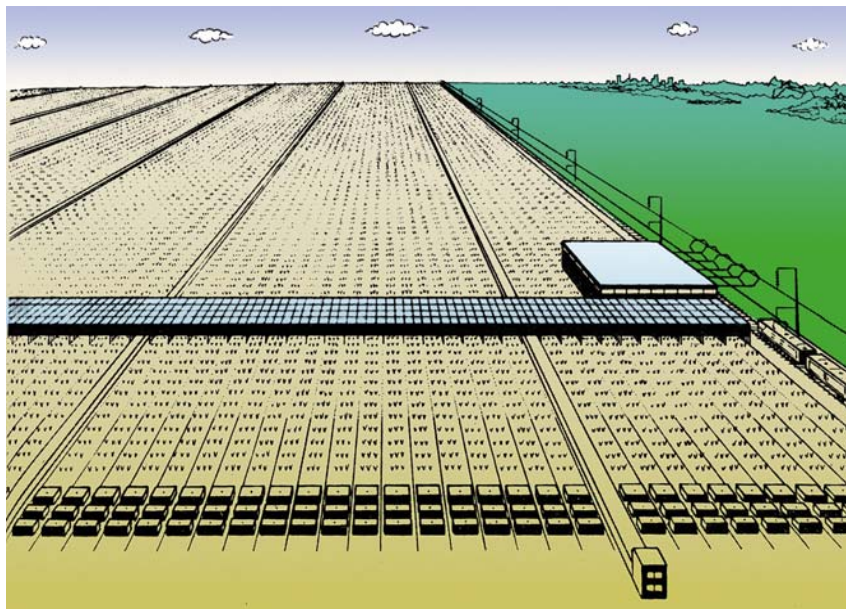
BIOTRAC - мостовой трактор шведских компаний TЕС и Biovelop АВ.
Предназначен для точного земледелия с управляемым движением по технологическим колеем и системой глобального позиционирования GPS.

Недостатки мостового трактора:

- чем он длиннее, тем больше требуется площади на краю поля для его разворота;
- перед началом эксплуатации следует выровнять почву;
- низкое тяговое усилие, трактор выгодно применять при технологии no-till, где нет таких энергоемких операций, как отвальная вспашка почвы;
- минимальная энерговооруженность с приводом на два колеса должна быть 15 кВт/т, чтобы развивать достаточное тяговое усилие.

Должны быть предусмотрены:

- хорошая видимость колее;
- средства управления трактором в продольном направлении;
- ограниченное выступание частей трактора за пределы колее;
- устройство для обеспечения различной скорости вращения колес.



Мостовой агротехнический комплекс – это автоматизированное и электрофицированное предприятие, предназначенное для массового гарантированного производства продуктов на больших угодьях равнинного типа.

Преимущества:

- выполнение работ независимо от погодных условий и времени суток;
- программирование урожаев с их повышением до максимального биологического предела за счет координатного посева и ухода за растениями;
- сокращение расходов воды, семян, удобрений, металла и энергии на единицу продукции;
- исключение потребности в жидком топливе за счет применения электроснабжения;
- исключение загрязнения среды ядохимикатами и нефтепродуктами;
- переработка собранного урожая в готовую для реализации конечную продукцию;
- высвобождение людей за счет автоматизации и роботизации технологических процессов;
- сокращение площади активных угодий за счет повышения урожайности, т.к. не будет переуплотнения почвы колесами с/х машин;
- улучшение качества почвы.

Недостатки:

- земледелие привязано к рельсовым путям;
- большие денежные затраты.

Жуков Ю. Н. Автоматизированный мостовой агротехнический комплекс – АМАК. «Сеятели и хранители». Книга 2. М.: Современник. 1992.

Жалнин Э. В., Муфтеев Р. С. История развития и перспективы внедрения мостового растениеводства. Тракторы и с.-х. машины. 2002, № 5. С. 23–30.

Безрукий Л. П., Макеев Н. К. От серпа до комбайна. Мн.: Ураджай, 1984.

Линия - «Точка – Линия – Плоскость – Объем»



Анализ взаимодействия с/х машин с полем по параметру «площадь оставляемых на поле следов» позволяет увидеть тенденцию уменьшения площади покрытия поля следами машин.

Эта тенденция согласуется с описанной в ТРИЗ линией развития зоны взаимодействий инструмента с изделием: «действие по точке – действие по линии – действие по плоскости – действие по объему» [1, 2].

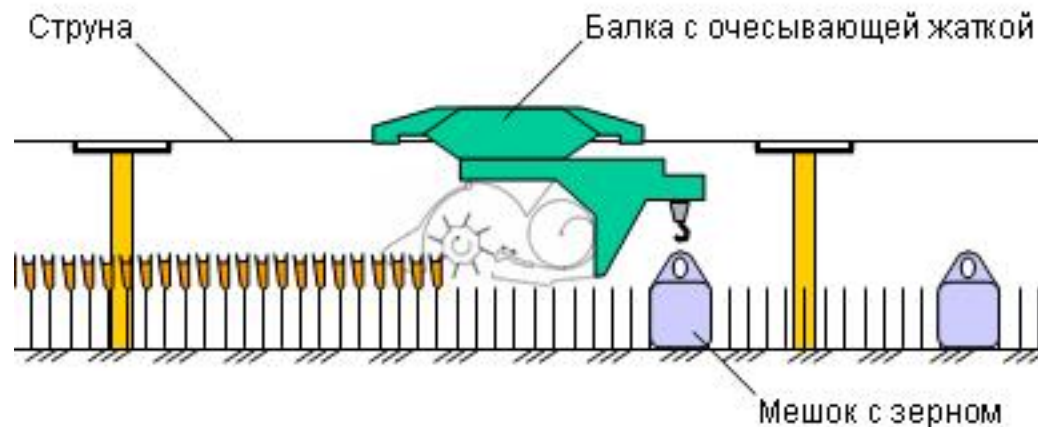
Эта линия показывает, что зона полезного действия в процессе развития технических систем имеет тенденцию к расширению от точки к линии, от линии к плоскости, от плоскости к объему.

А зона вредного действия – соответственно наоборот.

1. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В., Филатов В. И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Кишинев. 1989.
2. Любомирский А. Л. Тренд «Точка – Линия – Плоскость – Объем». <http://www.metodolog.ru/00514/00514.html>



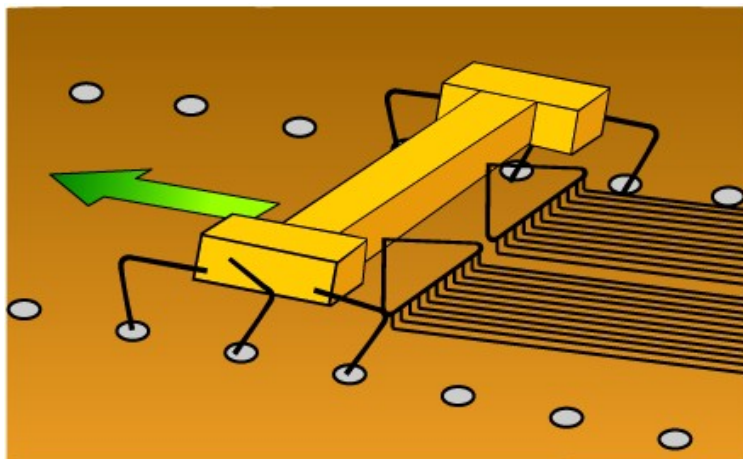
Струнный транспорт Юницкого



Чтобы уменьшить площадь следов на обрабатываемом поле можно установить опоры с натянутыми струнами, как в проекте струнного транспорта Юницкого.

По струнам будет двигаться балка со сменными с/х орудиями.

Опоры не займут много места и остальная площадь поля останется «нетоптанной».



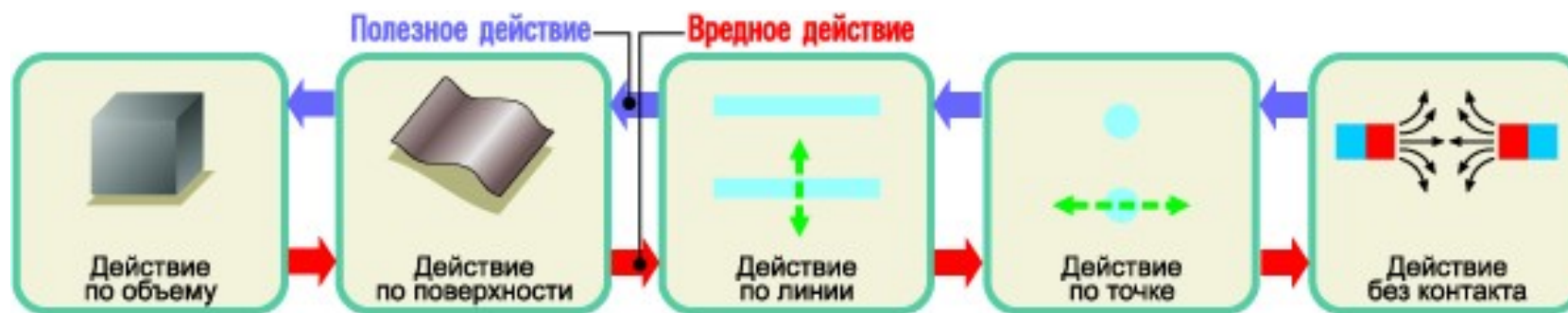
Второй вариант уменьшить площадь следов до точек – это применить шагающий мостовой трактор.



Прототип – робот-паук, построенный финским филиалом компании John Deere для лесного хозяйства.

Робот-паук оснащен шестью ногами и может равномерно распределять вес между ними.

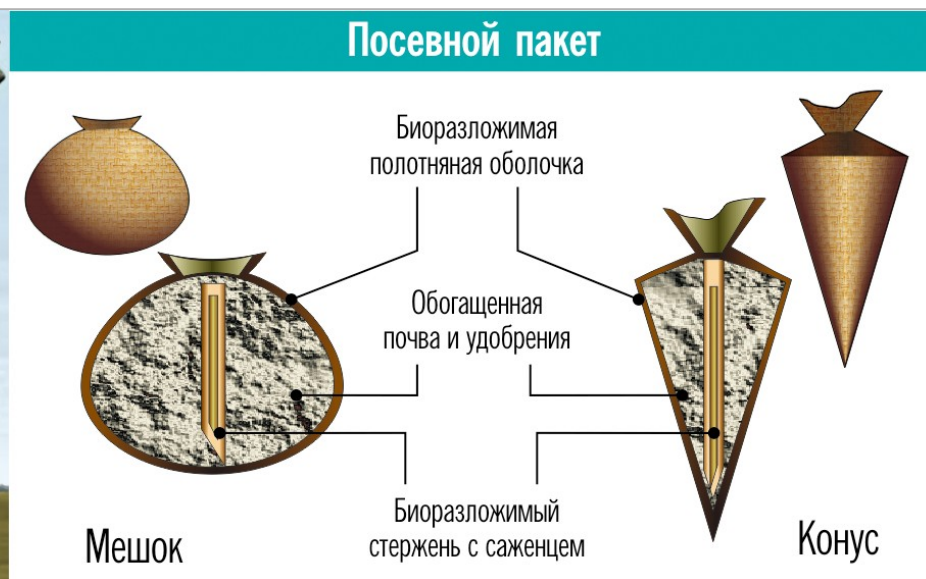
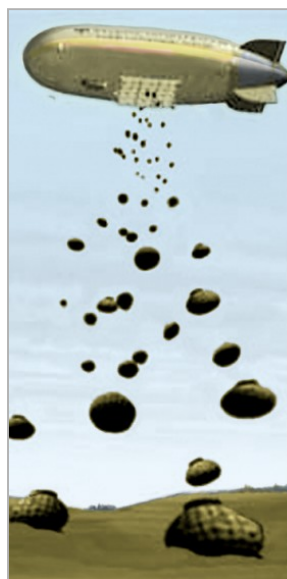
Робот минимизирует травмирование лесной почвы и разрушение корней деревьев при расчистке и вырубке леса.



Если продолжить линию развития зоны взаимодействий в сторону уменьшения вредного действия, то вредное действие может быть сведено к бесконтактному виду (действие передается через поле – магнитное, гравитационное и т.п.) или оно исчезнет вовсе.

Машины следующего поколения не будут оставлять следов на поле.

И такие машины уже существуют – это вездеходы на воздушной подушке и летательные аппараты.




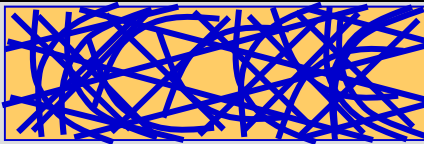

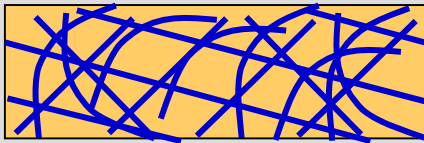

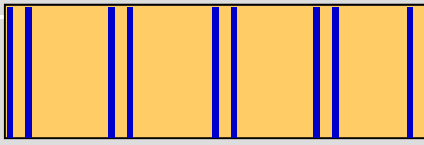

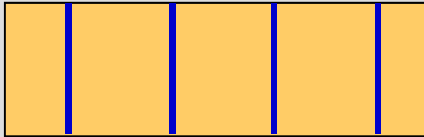
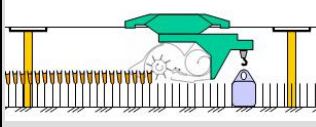
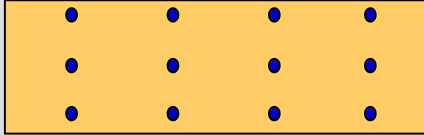


Компания Wetzzone Engineering предложила воздушный метод восстановления лесов.

Дирижабли будут выливать миллион литров воды на пожарище, а потом бомбить его саженцами деревьев.

Саженцы деревьев или рассада растений упаковывается в саморазлагающиеся пакеты конусообразной или округлой формы, содержащие необходимое количество влаги и питательных веществ.

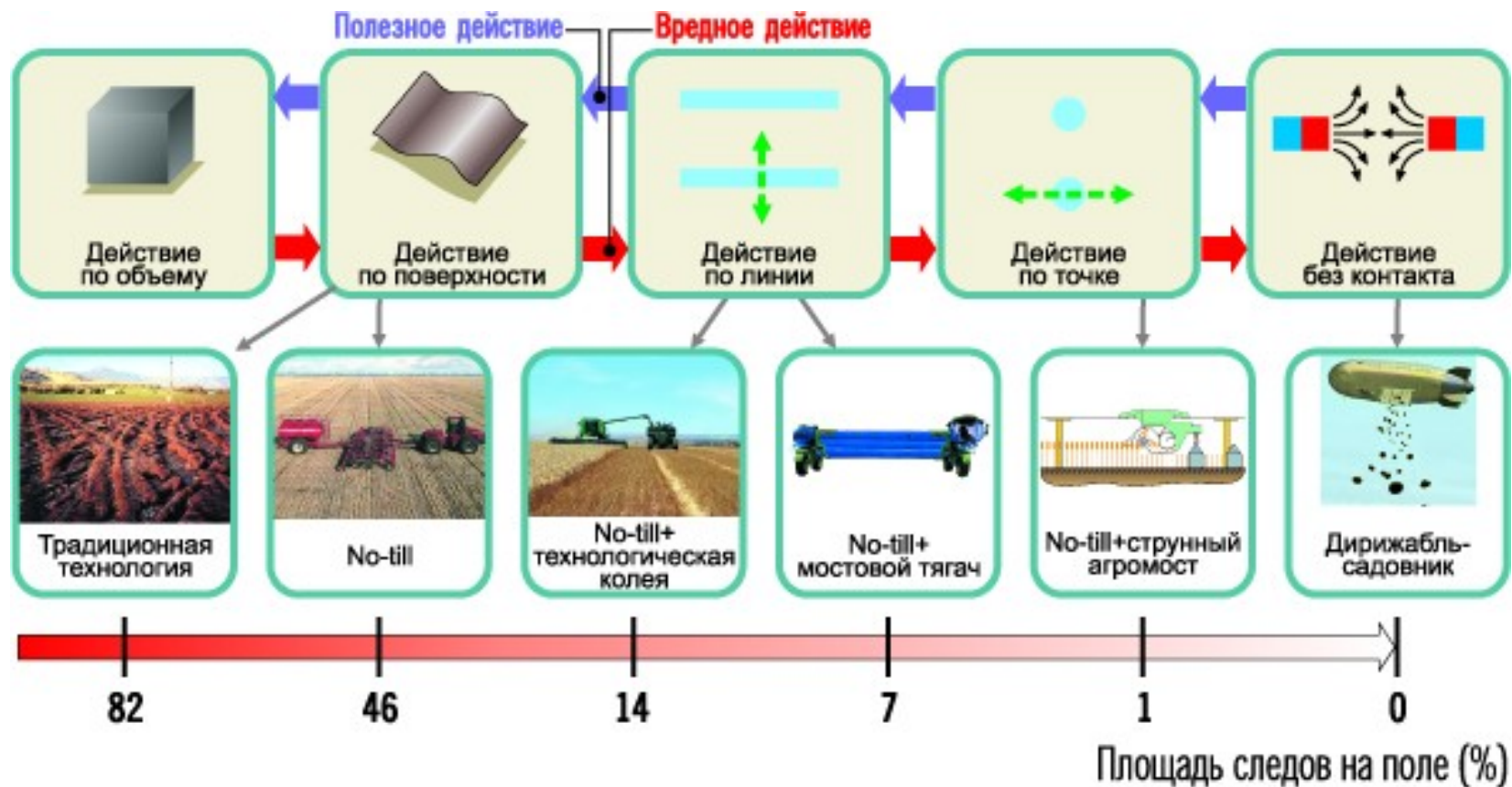
Пожарище подвергается бомбардировке этими пакетами, что и оптимизирует восстановление лесных массивов.

Тенденция развития движителя – уменьшение площади контакта с полем:
много хаотичных линий по полю – меньше хаотичных линий - упорядоченные
линии – меньше упорядоченных линий - точки – отсутствие контакта.

Технология обработки почвы	Характер взаимодействия с полем	Площадь покрытия поля следами машин	Форма и расположение следов на поле
Традиционная – много операций, машины ездят в разных направлениях		82%	
Нулевая (No-till) – меньше операций, машины ездят в разных направлениях		46%	
No-till + техн. колея (СТФ) - постоянная и одинаковая ширина колеи у всех машин		14%	
No-till + СТФ + мостовой тягач - постоянная и широкая колея универсального энергосредства		7 - 10%	
No-till + СТФ + тягач с точечными опорами на поле		1%	
No-till + СТФ + тягач не оставляющий следов на поле		0%	



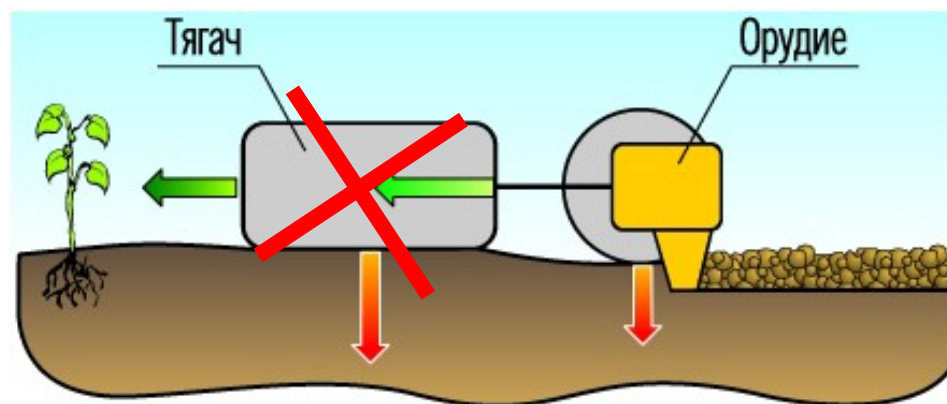
Линия 4 – Уменьшение площади контакта с полем



Сельскохозяйственные машины развиваются в направлении уменьшения площади контакта их движителей с полем.

Способ №3

***Уменьшить количество частей
агротехнического комплекса,
оказывающих вредное
действие на почву***



Вынести «тягач» за пределы поля



Самодвижущийся паровой плуг Макса Айта

Противоречие «тягача» - «тягач» должен быть тяжелым и легким:
тяжелым, чтобы хорошо сцепляться с почвой и развивать большое тяговое усилие и легким, чтобы не уплотнять почву.

Изобретательский прием - «Принцип вынесения»:
отделить от объекта «мешающую» часть («мешающее» свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную часть (нужное свойство).

Решение:

Тяжелый «тягач» вынесли на край поля, а на поле оставили только нужную часть – плуг и тянувший его трос.

Такой «самодвижущийся паровой плуг» предложил в конце XIX века основатель немецкого с/х общества агроинженер Макс Айт.

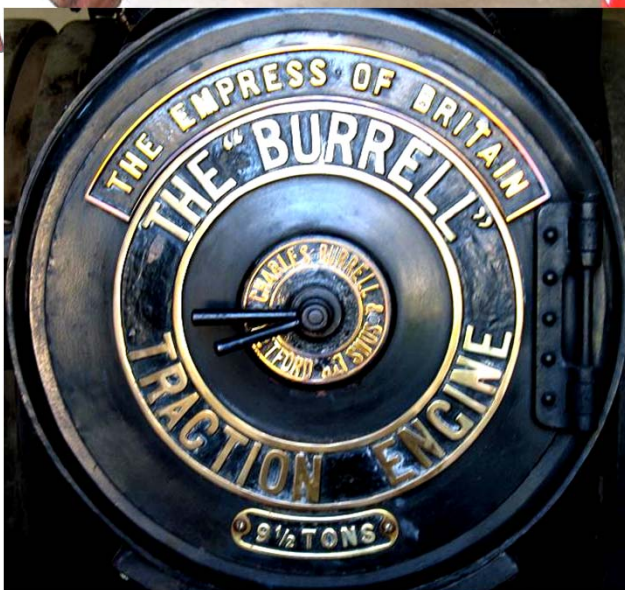
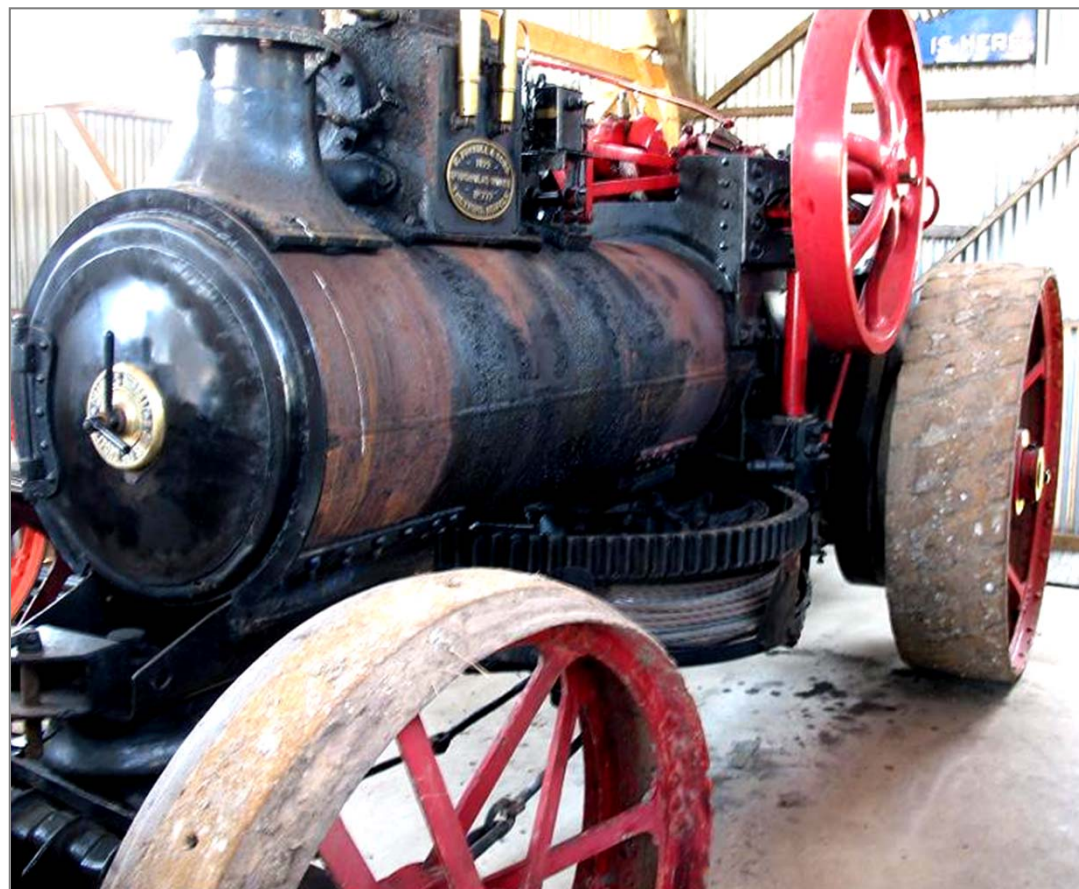
Грюндеры и грюндерство. <http://www.n-t.org/ri/og/gg1.pdf>

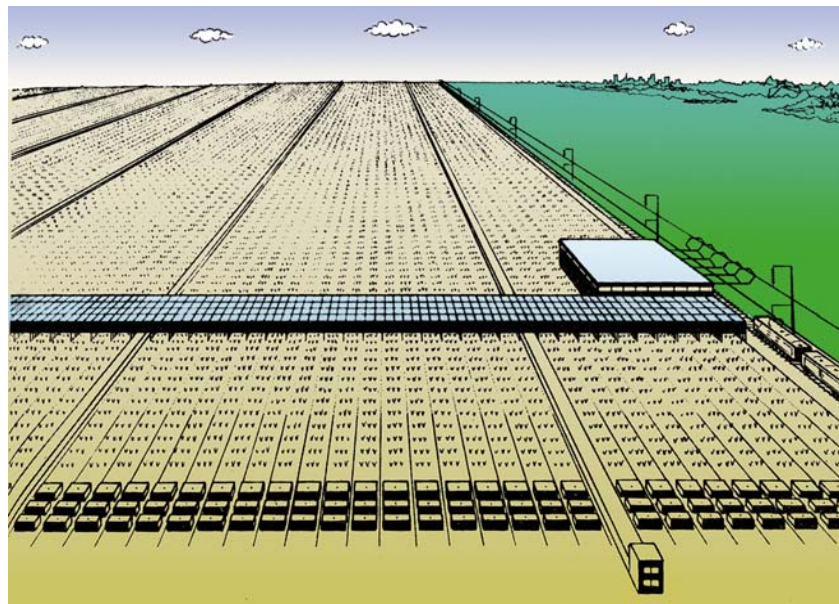
«Возмутитель татар за паровым плугом»: Макс Айт в Самарском крае. <http://lifeart.narod.ru/nom16/p16-20.htm>

Паровые трактора 1860-х



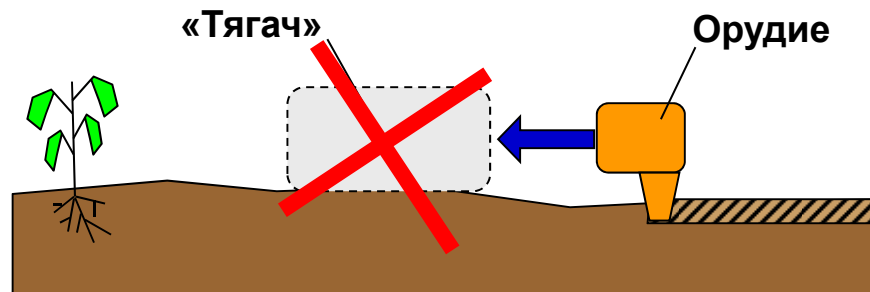
Музей сельского хозяйства.
Stowmarket, Англия. 2007





Мостовой агротехнический комплекс

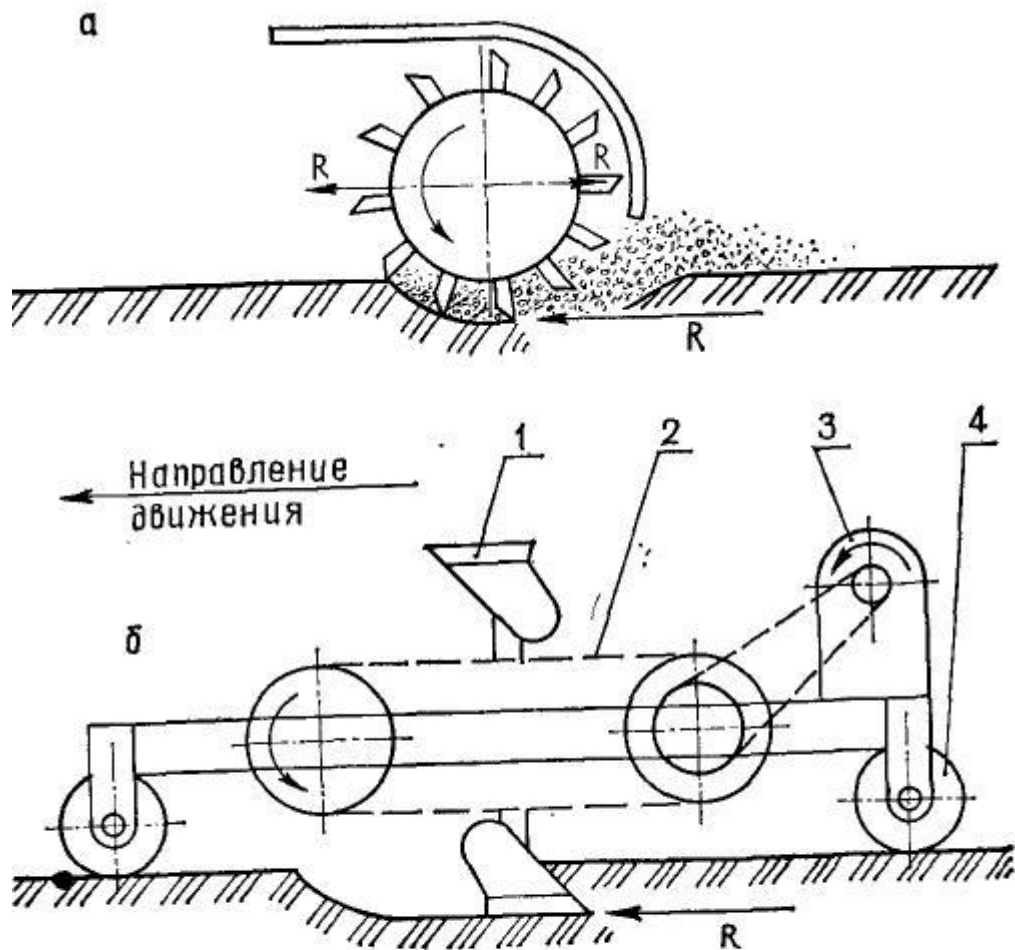
Можно еще больше снизить уплотняющее действие на почву, если вынести за пределы поля не только «тягач», но и опоры с/х орудий.



**Идеальный «тягач» – это когда «тягача» нет, а его функция выполняется.
«Тягач» не нужен, если орудие перемещается по полю САМО!**

Один из возможных вариантов:

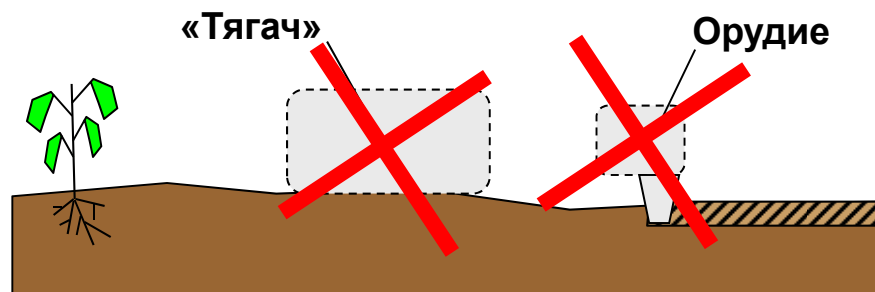
**«... серия лемехов из электрострикционных материалов,
настроенных в противофазу, будет двигаться сама,
оставляя за собой полосу вспаханной земли».**



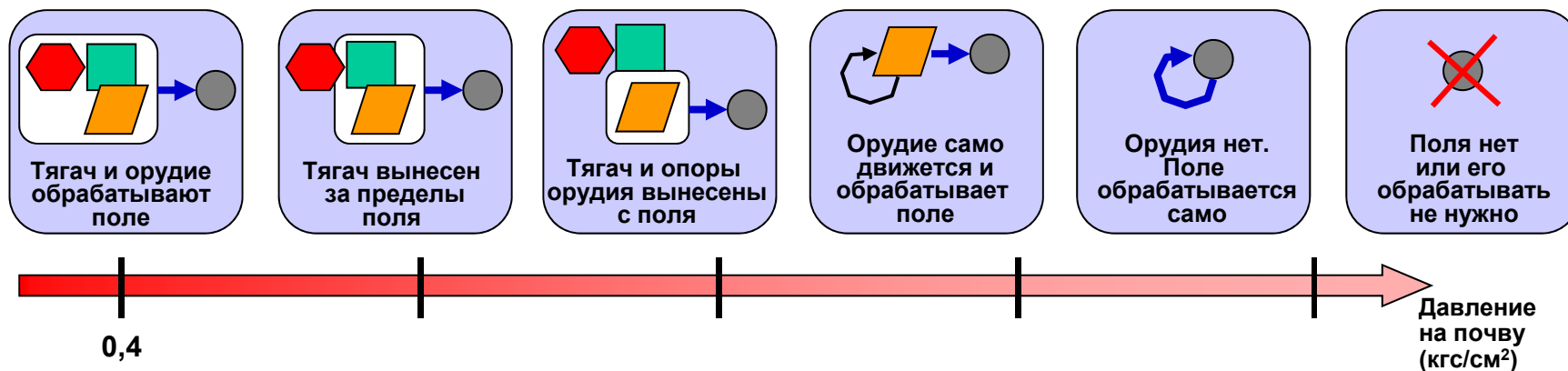
ПЛУГ, КОТОРОМУ НЕ НУЖЕН ТРАКТОР. В Московском институте инженеров сельскохозяйственного производства создан реактивный плуг, не нуждающийся в тракторе. В центре плуга на раме установлен небольшой двигатель. От него вперед и под углом $70...80^\circ$ относительно друг друга расходятся две гусеницы. Каждое из 16 звеньев гусеницы — плуг. Они поочередно входят в землю, отрезают, оборачивают и рыхлят пласт почвы. Возникает реактивная сила, направленная вперед. За один проход рыхлится полоса шириной 4,5 м. Реактивный плуг по сравнению с обычными пахотными агрегатами повышает производительность в 3...4 раза. В 2 раза снижается потребление металла и на 70 % — затраты энергии.

Схема и принцип работы реактивного плуга: а — работа почвенной фрезы; б — принципиальная схема реактивного плуга; 1 — корпус плуга; 2 — конвейерная цепь; 3 — двигатель; 4 — опорное колесо; R — реакция почвы — толкающее усилие.

Нет операции – нет орудия!



Можно отказаться и от орудий обработки почвы и растений, если отпадет необходимость в выполнении соответствующих агротехнических операций.

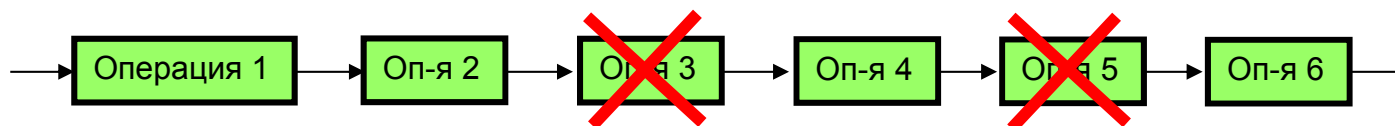


Агротехнический комплекс «тягач» + орудие развивается в направлении «свертывания» его структуры - постепенно уменьшается количество частей, оказывающих вредное действие на почву:

- «тягач» отделен от орудия и вынесен за пределы обрабатываемого поля, осталась только связь, передающая энергию орудю;
- опоры орудия вынесены за пределы обрабатываемого поля – агромост опирается на постоянные колеи и держит орудие на весу;
- «тягача» и опор нет – орудие само движется по полю;
- орудия обработки почвы и растений нет, т.к. нет необходимости в выполнении соответствующей агротехнической операции.

Способ №4

Сократить количество агротехнических операций

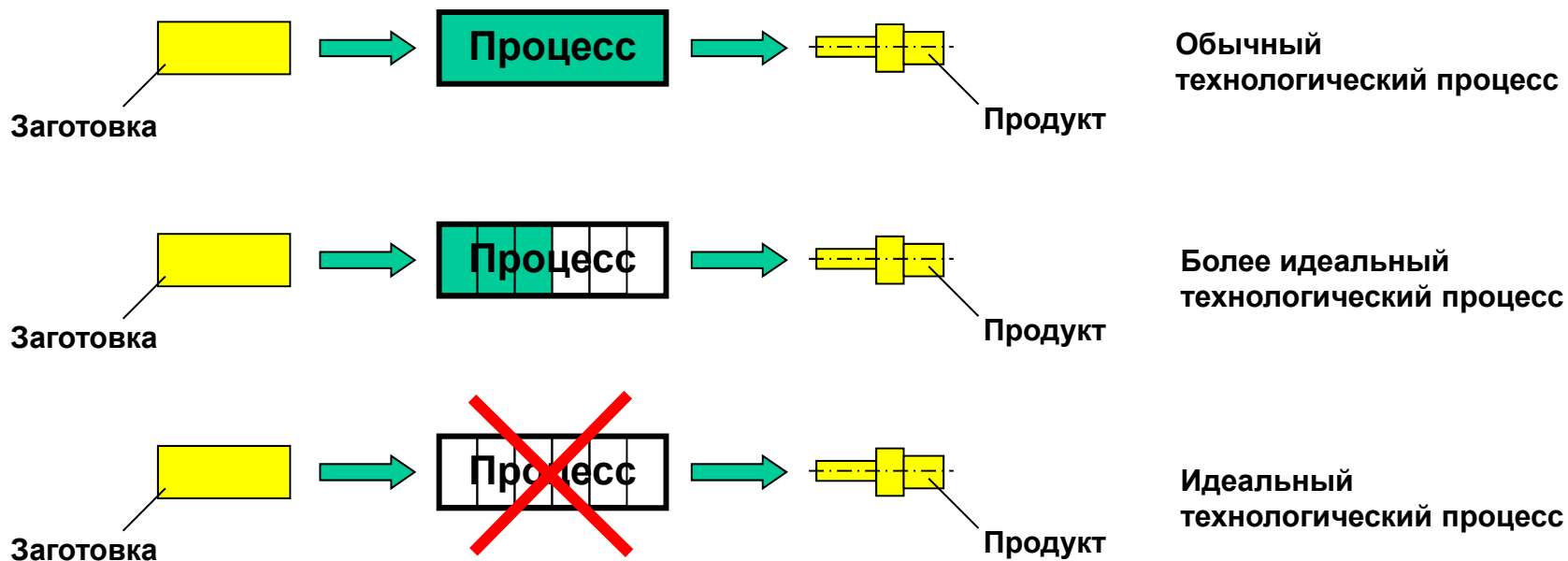


Процессы развиваются в направлении увеличения степени их идеальности.

Идеальный технологический процесс (ИТП):

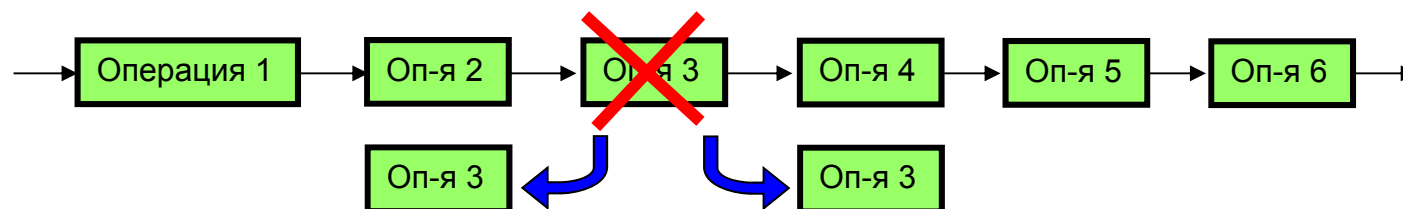
это процесс, в котором количество операций и используемого технологического оборудования, инструментов, материалов стремиться к нулю, а продукт выпускается с требуемым качеством и производительностью.

ИТП – это когда процесса нет, а продукт выпускается.



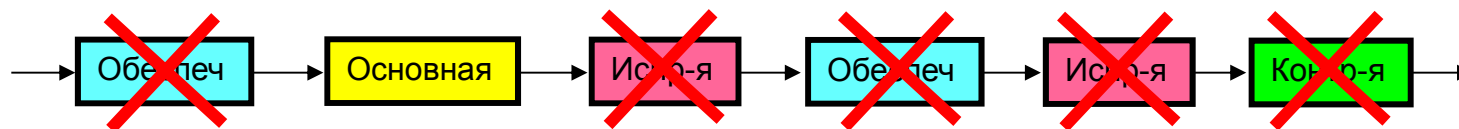


1. Совместить выполнение операции с предыдущими или последующими

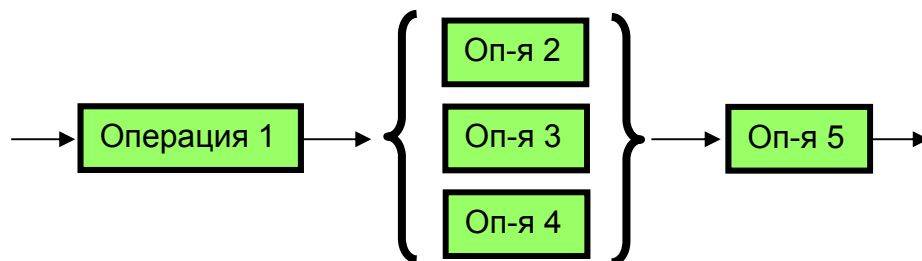


2. Исключить из процесса вспомогательные операции:

- исправляющие
- обеспечивающие
- контрольные



Совместить выполнение нескольких операций



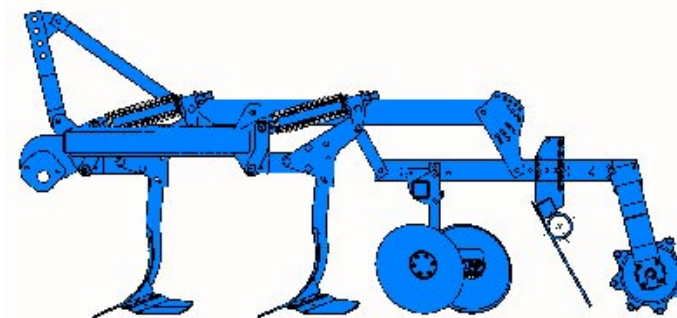
Применение современных комбинированных агрегатов позволяет заменить многократные предпосевные обработки однократной многофункциональной операцией.

Это позволяет:

- провести сев в короткие сроки,
- в 1,5–3 раза повышает производительность агрегата,
- на одну треть сокращает затраты труда,
- расход ГСМ сокращается на 30 – 39%;
- обеспечиваются равномерные и дружные всходы и ускоренный рост растений,
- повышается урожайность.

Для изготовления одного комбинированного агрегата требуется на 20–30% меньше металла, чем для изготовления нескольких однооперационных орудий.

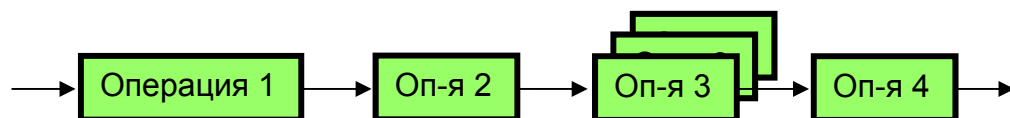
Рентабельность производства зерна возрастает на 18,8–26%.



Культиватор «Смарагд»

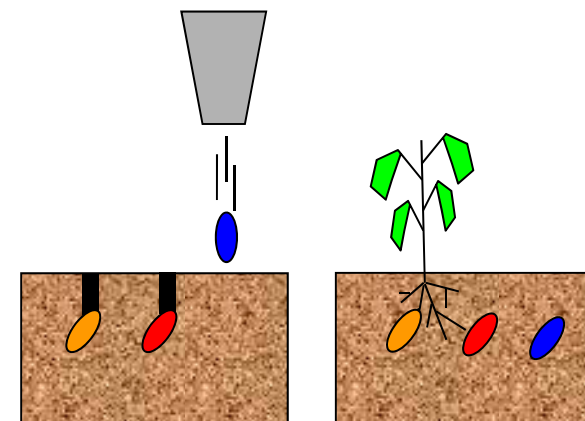
- лапы подрезают сорняки, рыхлят нижележащий слой,
- диски измельчают растительные остатки и крошат верхний слой почвы,
- катки крошат глыбы, выравнивают поверхность, уплотняют семенное ложе и мульчируют почву.

Повторить операцию несколько раз за один проход



Сеять раз в несколько лет

Эта технология разрабатывалась в отделе прогнозов НИИ с/х машиностроения (ОАО «ВИСХОМ») под руководством Зиновия Жука.



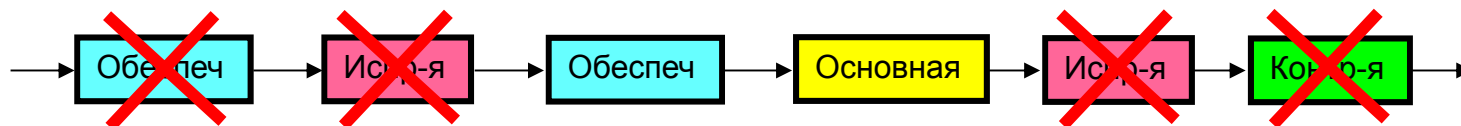
Стреляем зернами

Каждое зерно помещали в специальную оболочку и внешним видом зерна напоминали мелкие конфеты-драже. Такими «конфетами» предполагали «стрелять» в почву раз в два-три года.

Стрелять должен был навесной механизм, управляемый электроникой, который подвешивался на самоходную балку 30-ти метровой длины и не имел контакта с почвой. Когда наступал срок, на балку подвешивали высокочастотный элемент, который по команде электронной системы разрушал оболочку зерен. Тем самым давая им возможность прорасти – каждый год «своему» ряду зерен.

А потом, на ту же балку подвешивались другие агрегаты, выполняющие весь цикл работ, вплоть до уборки.

Сократить вспомогательные операции



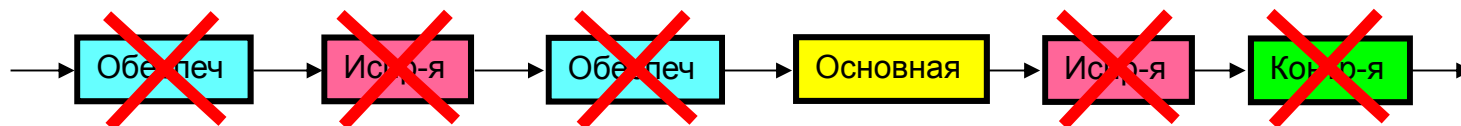
Применить берегающие технологии обработки почвы:
безотвальную, минимальную, нулевую (No-till).

No-till самый радикальный способ для разуплотнения почв.

Этому способствуют следующие факторы и особенности No-till:

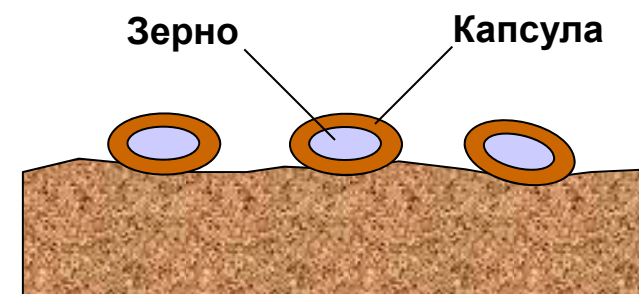
- значительно снижается число проходов техники по полю:
 - посевная техника проходит по полю один раз,
 - машины выходят на поле не более 3–5 раз за весь сезон;
- отсутствует вспашка;
- почва менее подвержена уплотнению.

Сократить вспомогательные операции



Фукуока, японский фермер,
почва на его ферме не вспахивалась 25 лет!
Его метод - «**Чего можно не делать?**».

Он предложил не зарывать семена в почву, а
разбрасывать их по поверхности почвы, используя
природный закон размножения.



Зерна и семена заключаются в капсулы из глины и биогумуса и разбрасываются по поверхности почвы и не требуют никаких дополнительных работ или механизмов.

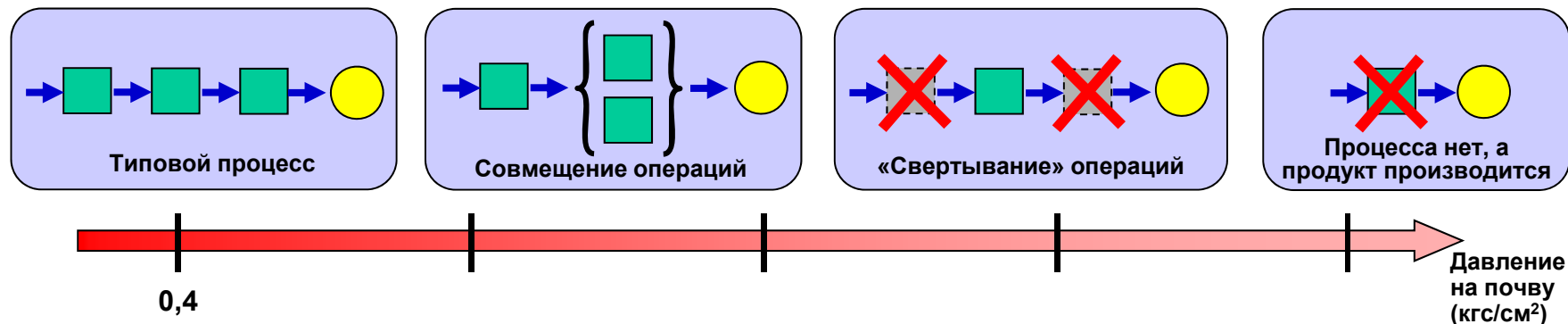
Этот метод посева требует ничтожных временных и денежных затрат и суперэффективен на небольших приусадебных участках.

Капсула из смеси глины и биогумуса надежно защищает семена от яркого солнца, высыхания, поедания мышами и птицами, сдувания порывами ветра.

Когда выпадет достаточное количество осадков и семена внутри капсулы проклюнутся – у них будет сбалансированное питание за счет наличия в смеси микроэлементов и полезных бактерий из биогумуса.

Этот метод особенно полезен в регионах, где выпадение осадков трудно предсказуемо.

Линия 6 - «Свертывание» агротехнического процесса



Технологии выращивания с/х культур развиваются в направлении увеличения степени их идеальности.

Шаги повышения идеальности агропроцессов:

- **совмещение операций** – выполнение нескольких операций за один проход машины по полю;
- **сокращение вспомогательных операций** – «свертывание» процесса выращивания культур:
 - обработка почвы без вспашки (No-till);
 - один посев в несколько лет;
 - рассев семян в капсулах по полю.

Совмещение и сокращение количества операций снижает число проходов машин по полю и уменьшает уплотнение почвы.

Существуют следующие способы уменьшения давления на почву при повышении урожайности и качества выращиваемых культур:

1. Использование постоянной технологической колеи:

- движение машин по полю с одинаковой шириной колеи у всех машин;
- использование мостового трактора с шириной пролета (колеи) 4–12 и более метров;
- использование агромоста с шириной пролета до 50-100 метров;
- уменьшение площади следов на поле за счет перехода к движению по постоянным технологическим «точкам» – шагающие машины, струнный агромост.

2. Переход к бесконтактному движителю – воздушная подушка, дирижабль.

3. Переход к самодвижущимся с/х орудиям.

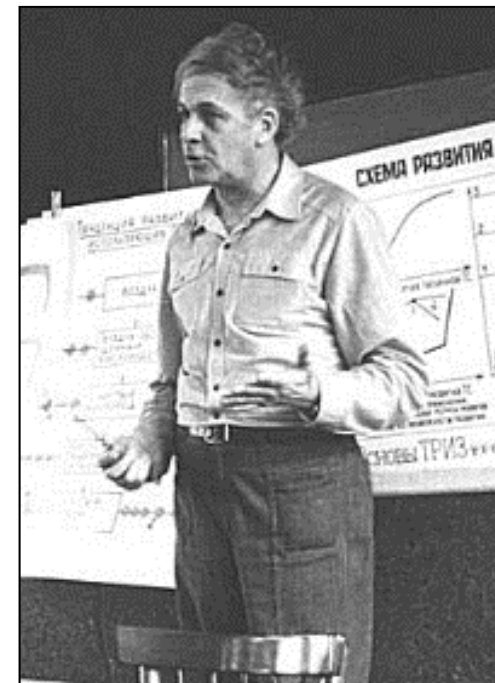
4. Уменьшение количества проходов техники по полю за счет уменьшения количества агротехнических операций:

- использовать машины, выполняющие несколько операций за один проход;
- сократить количество агротехнических операций:
 - перейти от традиционной технологии обработки почвы к нулевой (no-till);
 - перейти к посеву семян в оболочках раз в 2–3 года;
 - перейти к посеву семян в оболочках по поверхности поля.

«В начале XIX века тысячи изобретателей работали над усовершенствованием парусных кораблей.

И лучшее решение состояло в том, чтобы вообще отказаться от парусов и построить пароход.

Быть может, нужен не усовершенствованный трактор, а какой-то принципиально новый способ передвижения сельскохозяйственных машин?..»



Генрих Альтшуллер
создатель ТРИЗ

Прежде чем искать более идеальный способ передвижения техники по полям, следует сделать более идеальным процесс выращивания культуры.

Например, если рассеивать зерна в оболочках по поверхности поля, то остается только 3 крупных операции:

- **посев по поверхности поля,**
- **обработка растений (полив, внесение удобрений),**
- **уборка урожая.**

Затем надо сделать «идеальную» машину для перемещения орудий, выполняющих оставшиеся операции.

Идеальная машина – эта машина, которой нет, которая не производит никаких нежелательных эффектов, а ее функция выполняется.

Следовательно, идеальный «тягач» – это когда орудия (сеялки, опрыскиватели и жатки) перемещаются по полю сами и при этом не уплотняют почву.

Если осуществить самостоятельное движение этих орудий по полю пока сложно, то можно немного отступить от идеала и использовать универсальный носитель для этих орудий, который не уплотняет почву.

Сегодня таким носителем может быть мостовой трактор или агромот, движущийся по постоянным технологическим колеям.