

**Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан
Академия наук Республики Башкортостан
Башкирский государственный аграрный университет
Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства**

**АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
STRIP-TILL-ТЕХНОЛОГИИ
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ
(рекомендации производству)**

Уфа – 2017

УДК 633/635

ББК 41

A26

Агротехнические особенности использования Strip-till-технологии в растениеводстве (рекомендации производству) /
А26 Х.М. Сафин, Р.С. Фахрисламов, Л.С. Шварц, Ф.М. Давлетшин,
С.Г. Мударисов, З.С. Рахимов, Д.С. Аюпов, А.Ш. Уметбаев. – Уфа,
Мир печати, 2017. – 44 с.

ISBN 978-5-9613-0514-2

Редколлегия: Х.М. Сафин, С.Г. Мударисов, А.Ш. Уметбаев.

Рекомендации рассмотрены и одобрены Научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства Республики Башкортостан и Отделением агро- и биотехнологий Академии наук Республики Башкортостан.

В рекомендациях производству отражены основные агротехнические особенности использования инновационной технологии Strip-till в растениеводстве. Рекомендации составлены с учетом современных изменений в земледелии, достижений науки и практики во внедрении сберегающих технологий.

Рекомендации рассчитаны на руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств, научных работников, преподавателей и студентов аграрных учебных заведений.

УДК 633/635

ББК 41

ISBN 978-5-9613-0514-2

© МСХ Республики Башкортостан, 2017

© Академия наук Республики Башкортостан, 2017

© Башкирский ГАУ, 2017

© Башкирский НИИСХ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. История возникновения Strip-till-технологии	4
2. Основные положения. Преимущества и недостатки сберегающей технологии Strip-till	7
3. Технологические особенности возделывания сельскохозяйственных культур с использованием системы Strip-till	11
3.1. Обработка почвы	11
3.2. Посев	13
3.3. Внесение удобрений	15
3.4. Использование навигации	17
4. Устройство Strip-till-культиватора	19
5. Совместное использование сберегающих технологий No-till и Strip-till	23
6. Основные ошибки, совершаемые при использовании технологии Strip-till	24
7. Опыт возделывания пропашных культур с использованием системы Strip-till в СПК «Красная Башкирия» Абзелиловского района Республики Башкортостан	28
8. Разработка оборудования для Strip-till-технологии в Башкирском государственном аграрном университете	34
9. Выводы. Перспективы Strip-till-технологии	41
10. Литература	43

1. ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

STRIP-TILL-ТЕХНОЛОГИИ

Возделывание сельскохозяйственных культур по сберегающей технологии Strip-till существует около 15 лет, получила широкое распространение в США, Канаде, европейских странах. По данной технологии выращиваются кукуруза, соя, сахарная свекла, хлопок, подсолнечник, картофель, а также томаты, капуста и многие овощные культуры. На сегодняшний день наибольший практический опыт применения Strip-till накоплен американскими фермерами, которые первыми увидели его высокую эффективность. Именно поэтому за последние 10-12 лет многие фермерские хозяйства «кукурузного пояса» США перешли на эту технологию, 17 компаний страны организовали изготовление оборудования для Strip-till-технологии.

Strip-till дословно означает «полосная почвообработка». Эта технология является компромиссом между классической (обычной) и нулевой обработками почвы (No-till). При Strip-till поле обрабатывается только полосами и засеивается сельскохозяйственными культурами. Каждый ряд, вспаханный приспособлениями для полосной почвообработки, имеет около 20-25 см в ширину. Вся остальная площадь остаётся нетронутой, т.е. покрытой стерней предыдущей культуры. Strip-till – система рационального природопользования, при которой происходит минимальная обработка почвы. Она сочетает себе преимущества обычной обработки почвы, такие как просушка почвы и прогрев. Этот вид обработки осуществляется с помощью специального оборудования - Strip-till-культиватора. Еще одно преимущество данного оборудования заключается в том, что земледelec может применять химикаты и удобрения одновременно с обработкой почвы или посевом.

Технология полосной обработки почвы (Strip-till) была разработана учёными Научно-исследовательского центра при Госдепартаменте сельского хозяйства США. Она прекрасно зарекомендовала себя как в засушливые, так и в увлажненные годы. В рамках этой технологии производится только рыхление полосы, в

которую затем высеваются культурные растения, а около двух третей поля остается необработанной и сохраняет свою структуру. Как правило, при полосном рыхлении обработка почвы состоит только из двух рабочих операций: рыхление осенью или весной, затем посев во взрыхленные полосы.

Американская практика показывает, что сельхозпроизводители, использующие технологию полосовой обработки почвы (Strip-till), имеют больше возможностей с точки зрения оптимизации роста культур и потенциала урожайности. Фермеры США могут значительно экономить на топливе при подготовке семенного ложа, добиться снижения затрат на рабочую силу, экономии затрат на удобрения, меньшего количества ремонтных работ и эксплуатации трактора, и снижения общехозяйственных и накладных расходов.

По данным Ассоциации сберегающего земледелия Колорадо, хозяйства, перешедшие к Strip-till от традиционной обработки почвы, экономят до 50% затрат на общий объем всех полевых работ. При традиционной обработке почвы сельхозпроизводитель вносит от 220 до 400 кг/га азота или азотосодержащих химикатов. Strip-till по сравнению с традиционной методикой разбрасывания (широкополосного внесения) позволяет точно вносить и размещать удобрения, позволяет снижать нормы и объемы их внесения на 20-30%. При полосной обработке трудозатраты на гектар уменьшаются от 1,28 до 2,85 долларов. Также фермер может снизить объем внесения удобрений на треть после 3-х лет применения технологии. Согласно данным Ассоциации сберегающего земледелия Колорадо, окупаемость инвестиций при переходе на полосовую обработку почвы в хозяйстве площадью 500 га занимает в среднем 1,5 года.

В сельском хозяйстве Российской Федерации Strip-till начали использовать, начиная с 2010-2011 годов. Как показала практика, технология дает отличные результаты при возделывании пропашных культур, таких как кукуруза и подсолнечник. В настоящее время в связи с широким распространением в сельхозпредприятиях навигационных систем и подруливающих устройств открылись новые возможности обработки почвы, при которых можно

максимально эффективно использовать преимущества технологий сберегающего и точного земледелия.

В Белгородской области по данной технологии работает хозяйство «Зерно Белогорья». В 2012 году были проведены производственные опыты по выращиванию кукурузы по технологии Strip-till. Полученная урожайность оказалась выше на 30-40%, чем на участке по классической технологии. В хозяйстве также установили, что при возделывании кукурузы в системе полосовой обработки достаточно 250 кг диаммофоски при внесении осенью, по подсолнечнику – 150 кг. При использовании классической технологии и сплошном внесении удобрений в хозяйстве обычно применяли вдвое больше нормы (500 и 300 кг/га диаммофоски). Урожайность кукурузы на зерно по технологии No-till в среднем по хозяйству составляет 70 ц/га, а на участке со Strip-till – 100-120, урожайность по подсолнечнику – 26 и 35 ц/га соответственно. В хозяйстве в ближайшем будущем планируется возделывать по технологии Strip-till сахарную свеклу и другие культуры.

Технология полосной обработки почвы на кукурузе и подсолнечнике удачно применяется в ЗАО «Краснокоротковское» Новоанненского района Волгоградской области. С внедрением Strip-till в хозяйстве получили возможность эффективно использовать минеральные удобрения и за счет этого добились получения дополнительной прибыли. В полосовом посеве 30-50% удобрений дают такой же эффект, как если бы они были использованы в полном объеме по классической технологии. Таким же образом в хозяйстве добились повышения эффективности стимуляторов роста, микроэлементов. Они не разбрасываются по всему полю, а вносятся с посевом в рядки. Еще один большой плюс – это ранний посев, технология позволяет осуществить его уже 20 апреля. Соответственно сдвигаются и сроки уборки, в итоге уборка подсолнечника начинается на 2-3 недели раньше обычных сроков.

Производство растениеводческой продукции по Strip-till оказалось очень выгодной с экономической точки зрения. В хозяйстве на нарезку полос шириной 25 см расходуется 8-10 литров дизтоплива (в зависимости от глубины и состояния почвы). 3 литра используется на сев и 1 литр на опрыскивание гербицидами. До

уборки тратится около 12-13 литров, а по традиционной технологии – не менее 53 литров. За счет снижения затрат на топливо в хозяйстве приобретаются удобрения. В хозяйстве уменьшилось количество операций на поле, происходит экономия на технике. В результате внедрения Strip-till-технологии в хозяйстве добились следующих показателей: увеличение урожайности на 15-20%, сокращение затрат на ГСМ до 50%, снижение использования удобрений до 30-40%.

В Республике Башкортостан пионером внедрения Strip-till-технологии является СПК «Красная Башкирия» Абзелиловского района (начиная с 2015 г.). В хозяйстве по полосовой обработке выращиваются кукуруза и подсолнечник. Как показала практика, урожайность этих культур выросла на 20-25%. В 2017 году на базе этого хозяйства был проведен Всероссийский научно-практический семинар по внедрению сберегающей технологии Strip-till с участием более 300 ученых, руководителей и специалистов хозяйств. В Башкортостане в числе первых приступили к внедрению полосовой обработки такие хозяйства как ГУСП «Тавакан» Кугарчинского и МТС «Зирганская» Мелеузовского районов.

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ STRIP-TILL

В настоящее время современные системы земледелия направлены на сбережение почвенных, биологических, водных ресурсов, а также снижение себестоимости получаемой продукции. В технологиях обработки почвы большое внимание уделяется постепенному накоплению растительных (пожнивных) остатков на поверхности почвы. Такой подход значительно улучшает условия питания почвенных микроорганизмов благодаря обогащению легкоразлагающимся органическим веществом, а также защищает почву от прямого попадания солнечных лучей. Улучшается

температурный режим, на повышение которого отрицательно реагирует биота почвы и корневые системы культурных растений.

Идея обработки почвы используя минимальные затраты и при этом создания более оптимальных условий для роста и развития культур существует давно. На основе многолетних исследований и опытов был разработан новый способ обработки почвы Strip-till (полосовая обработка). При этом способе происходит минимальная обработка почвы. Она сочетает в себе преимущества обычной обработки почвы, такие как более быструю весеннюю просушку почвы и прогрев, с возможностью защиты почв от эрозии. Этот вид обработки осуществляется с помощью специального оборудования - Strip-till-культиваторов. Количество проходов зависит от типа используемых приспособлений полосной почвообработки и состояния поля. Обработанные полосы имеют ширину 20-25 см, а междурядья остаются не тронутыми. Весной в эту взрыхленную полосу осуществляется посев. Одновременно с обработкой почвы можно применять жидкие или сухие удобрения и пестициды. Удобрения вносятся в 1-2 слоя в подкорневой слой почвы. Такие операции легче всего реализовать с применением технологии точного земледелия с использованием систем GPS и ГЛОНАСС. Культуру весной можно высевать напрямую в узкую разрыхленную полосу, применяя обычную сеялку точного посева.

Обработка почвы производится только в том месте, где должна произрастать сельскохозяйственная культура. В зависимости от планируемой ширины ряда, до 70% поверхности почвы остается не обработанной, т.е. основная часть поля сохраняет накопленную мульчу (стерню). Таким образом, почва защищается от эрозии и перегрева. Обработанное поле остается проходимым для тракторов в дождливых погодных условиях. Весенний посев может быть осуществлен раньше примерно на 8-10 дней.

Технологию Strip-till целесообразно использовать при посеве самых разнообразных культур: кукурузы, подсолнечника, сахарной свеклы, зернобобовых.

Система полосной обработки почвы Strip-till используется в севообороте совместно с системой нулевой обработки почвы No-till и имеет некоторое сходство. Это – сохранение стерни после

уборки предшественника. Поэтому поверхность почвы всегда защищена пожнивными остатками. Тем не менее, при полосной обработке почвы происходит разрыв почвы, улучшается доступ кислорода и в результате аэробные условия ускоряют разложение органического вещества.

Преимущества системы Strip-till, по сравнению с классической, заключаются в следующем.

Strip-till способствует значительной экономии топлива в 2-4 раза.
--

Экономия происходит за счет уменьшения числа проходов по полю. За один проход линейный культиватор проводит полную обработку почвы, одновременно производит внесение удобрений для сельскохозяйственных культур.

Strip-till способствует увеличению урожайности до 25%.

Использование полосовой обработки гарантированно обеспечивает образование более длинной и разветвленной корневой системы культур. Увеличение общего объема корней составляет 20-40%, по сравнению с традиционной технологией. Это улучшает доступ растений к почвенной влаге и питательным веществам. Более мощная корневая система, при такой обработке, позволяет растению охватывать больше плодородного горизонта.

Урожайность культур при Strip-till происходит за счет большего накопления почвенной влаги и соответственно заметного снижения зависимости урожайности культур от засушливых погодных условий. Один немаловажный фактор в повышении отдачи поля – ранний прогрев почвы на температуру до 5-6°C, по сравнению с необработанной поверхностью. Это позволяет провести посев на 8-10 дней раньше, по сравнению с No-till-технологией.

Strip-till способствует экономии средств на удобрение до 50%.
--

Экономия средств на приобретение минеральных удобрений происходит за счет локального внесения удобрений в корневую

зону. Удобрения размещаются там, где нужно растению. Питательные элементы, особенно малоподвижные фосфор и калий, становятся более доступными для культур.

Strip-till способствует сохранению естественного плодородия почвы.

Постепенно с каждым годом применения технологии Strip-till: 1) повышается содержание органического вещества (гумуса); 2) происходит снижение плотности почвы; 3) повышается коэффициент инфильтрации воды. В результате сохранения стерни предшественника снижается эрозионная опасность (скорость ветра у поверхности почвы снижается до 50%). Одновременно снижается снос почвы в результате водной эрозии, особенно это важно на склоновых полях, где технология Strip-till открывает новые перспективы для возделывания пропашных культур. Появляется возможность их выращивания на склонах от 3 до 5 градусов.

Исследования влияния технологии Strip-till на основные характеристики почвы за 5-летний период показали: содержание гумуса стало выше на 3,8%, плотность почвы уменьшилась на 4% (до 1,35 г/м³), сопротивление проникновению корней сократилось на 18% (до 0,94 Мпа), произошло значительное увеличение количества дождевых червей, увеличение коэффициента инфильтрации (Fabián G. Fernández, American Society of Agronomy, Inc., USA).

Strip-till способствует уменьшению расходов на сельскохозяйственную технику и оплату труда.

Так как обрабатывается всего 30% поверхности почвы, снижаются требования к мощности трактора на единицу площади и за счет меньшего количества проходов по полю сокращается износ техники. Как показывает практика, стоимость техники для обработки меньше до 70%. Отсутствие осенних пиковых нагрузок, предпосевной подготовки почвы весной, одновременное выполнение нескольких операций приводят к уменьшению средств на оплату труда.

Недостатки Strip-till. Важным условием успешного применения технологии полосового земледелия становится совпадение ширины культиватора и сеялки, а также согласование рабочей ширины междурядий с размерами ходовой части трактора. Чтобы сельхозмашины точно проходили по намеченной колее, их необходимо оснастить системой точного земледелия GPS или ГЛОНАСС.

Strip-till не подходит для обработки тяжелых или влажных почв. Невозможно производить полосную почвообработку в случае ранних заморозков.

Обработку почвы на склонах необходимо проводить только вдоль горизонталей, даже незначительное отклонение может привести к смыву почвы весной и образованию оврагов.

Перед внедрением технологии обработки почвы Strip-till необходимо основательно изучить положительные и отрицательные стороны. Ведь переход от традиционных способов выращивания сельскохозяйственных культур к передовым разработкам всегда требует дополнительных финансовых вложений и приобретения новой дорогостоящей техники. Ошибки не позволительны.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ STRIP-TILL

3.1. Обработка почвы

Полосовая обработка поля с рыхлением почвы производится с помощью прицепного или навесного Strip-till-культиватора. Конструкции многих культиваторов позволяют изменять междурядье от 37,5 до 75 см. Чем больше междурядье, тем меньше обрабатываемая площадь и лучше сохранность мульчи. Для различных типов почв, глубины обработки и видов вносимых удоб-

рений требуются разные системы сошников. Тяжелые культиваторы спокойно разрыхляют почву с любым типом сошников. У легких Strip-till-культиваторов наконечник сошника должен иметь как можно более удлиненную форму. Это нужно для обеспечения хорошего проникновения в почву и минимального нарушения ее структуры.

Strip-till-культиватор – один из наиболее эффективных оборудования для предпосевной обработки почвы, позволяющий точно вносить удобрения всего за один проход. Объединив несколько технологических операций, культиватор обеспечивает накопление почвенной влаги, экономит ГСМ и рабочее время. Почва полосами обрабатывается осенью после уборки или весной перед посевом (рис. 1). Культиватор может быть использован отдельно или вместе с пропашной сеялкой. Совместное использование с посевными комплексами позволяет снизить затраты на предпосевную обработку почвы и посев сельскохозяйственных культур.



Рис. 1. Вид поля после обработки Strip-till-культиватором.

Время полосовой обработки зависит от типов почв:

- на тяжелых глинистых и суглинистых почвах обработку лучше провести осенью, после завершения уборочных работ;
- на легких и богатых органикой почвах обработку можно проводить весной.

Ширина обработанной полосы – 20-25 см. Как правило, обрабатывается только 30-35% поверхности поля. При обработке солома практически полностью убирается из полосы, что улучшает прогрев почвы и полевую всхожесть. В междурядье на поверхности почвы остаются растительные остатки от предшественника и образованная ранее мульча. Боковые диски ограничивают объем сбрасываемой земли, что увеличивает скорость движения. Скорость обработки зависит от конструкции Strip-till-культиватора и находится в пределах от 8 до 12 км/ч. Прикатывающий ролик обеспечивает прикатывание в обработанной полосе и образует гребни высотой 7-10 см.

3.2. Посев

В технологии Strip-till посев производится в узкую взрыхленную полосу. При посеве важна точность системы рулевого управления трактора и в целом навигационной системы. Допустимая ошибка при посеве в обработанные полосы 1-2 см. В случае неточного посева укладка семян в почву будет происходить рядом со взрыхленной полосой. В результате чего полевая всхожесть будет невысокой, и рассчитывать на высокую урожайность будет очень сложно.

Для обеспечения точности посева без навигации можно использовать «спаренный» агрегат, состоящий из Strip-till-культиватора и пропашной сеялки (рис. 2). В этом случае, конечно же, скорость посева ниже и не обеспечивается высокая эффективность технологии. Не будет должного накопления почвенной влаги в осенне-весенний период, прогрев почвы будет недостаточным, использование минеральных удобрений также будет неполным. Однако данный способ обработки и посева широко используется на практике, т.к. все операции (обработка почвы, посев, внесение удобрений) проводятся за один проход.



Рис. 2. Вид «спаренного» Strip-till-культиватора и посевного комплекса.

Посевы сельскохозяйственных культур, где применяется технология Strip-till, как правило, развиваются равномерно. При посеве на взрыхленный почвенный горизонт происходит стимулирование быстрого развития корневой системы культур и ее проникновения на глубину. Рост корней вглубь уменьшает зависимость культурного растения от засушливых погодных условий.

Технология полосного земледелия очень важна для территорий с нехваткой активных температур ($t > 10^{\circ}\text{C}$) и коротким вегетационным периодом. Более быстрое весеннее прогревание обработанных «зачерненных» полос почвы и оставление более широких необработанных полос со стерней позволяет на 5-10 дней раньше произвести посев.

Strip-till-технологии позволяют широко использовать бинарные посевы. В этом случае обрабатывается междурядье уже про-

изведенных посевов и проводится посев второй культуры. Таким образом, можно значительно увеличить отдачу единицы площади.

3.3. Внесение удобрений

При использовании Strip-till-технологии основные удобрения вносятся осенью или весной во время полосной обработки почвы. Лучшим вариантом является осеннее внесение, т.к. в этом случае будет больше времени для растворения удобрений и перехода питательных элементов в доступные для растений формы. Могут быть использованы как минеральные, так и органические удобрения. Дозы удобрений рассчитываются по общепринятым методикам исходя из наличия питательных элементов в почве. Как показывают исследования, при использовании Strip-till удобрения используется более эффективно, поэтому полученную по расчетам дозу удобрения можно снижать на 20-30%. Степень снижения дозы должна быть установлена в каждом хозяйстве исходя из имеющихся почвенных условий и возделываемой культуры.

Strip-till-культиваторы оснащаются бункером (емкостью) и дозатором (насосом) для внесения гранулированных и жидких удобрений. Рыхлительная стойка, на котором закрепляются устройства для подачи удобрений, позволяет вносить их на требуемую глубину (10-25 см). Глубокое внесение удобрений устраняет недостаток, имеющий место при сберегающей обработке почвы No-till, это постепенное накопление питательных элементов для растений в поверхностном слое почвы (0-10 см) при одновременном их уменьшении в более глубоких слоях (10-25 см). При высыхании поверхностного десятисантиметрового слоя происходит значительное снижение обеспеченности растений фосфором и калием.

Удобрения можно вносить в почву под семенами на одну или двухуровневую глубину. Глубины рассчитываются таким образом, чтобы в процессе роста корневая система растений достигла первого уровня через 15 дней, а второго – через 40-45 дней. Виды удобрений также определяются исходя из потребности культур по фазам развития. Благодаря такой схеме, культурное растение получает минеральное питание тогда, когда ему это особенно

необходимо. Самое главное, у растений развивается мощная корневая система. Это очень важно в засушливые годы, в условиях дефицита влаги. Благодаря мощным корням, уходящим в нижние слои почвы, культурное растение приобретает возможность получать почвенную влагу с нижележащих горизонтов. Культура становится менее зависимой от засушливых условий погоды. Такой подход позволяет эффективно кормить растения (влажностью и питательными элементами) в течение всего периода активного роста и формировать богатый урожай. И как показывает практика, при использовании Strip-till-технологии урожайность многих культур, по сравнению с традиционной обработкой, увеличивается в среднем на 25-30%.

В фермерских хозяйствах США в системе внесения минеральных удобрений при использовании технологии Strip-till используются как гранулированные удобрения (60%), так и жидкие (40%). Наиболее широко применяются азотно-фосфорные гранулированные удобрения $N_{11}P_{52}$ и $N_{18}P_{46}$, калий вносится в виде простого удобрения K_2O . Жидкие удобрения используются гораздо шире. Наиболее часто применяется удобрение с содержанием действующего вещества $N_{10}P_{34}$, но из-за высокого индекса соли самого продукта может возникнуть проблема с химическим ожогом молодого растения при внесении в почву. Также, используются тукосмеси $N_9P_{24}K_5$ и $N_{11}P_{22}K_7$.

Согласно исследованиям американских ученых-практиков, широкополосное внесение удобрений дает эффективность в 11-15%, при Strip-till (внесение удобрений в обработанный ряд непосредственно под семена) эффективность возрастает до 55-60%. За последние пять лет в США выросла стоимость минеральных удобрений. К примеру, фосфор подорожал в два раза в жидком виде и в три раза – в твердом. В системе полосовой обработки количество внесения фосфора можно значительно снизить, тем самым сократив расходы. Так, например, при возделывании сои норма внесения фосфора сокращается на 40%. И такую тенденцию можно четко проследить на других удобрениях. Конечно, рост цен на удобрения с одной стороны привел к увеличению расходов фермеров, но с другой сыграл на руку сторонникам технологии Strip-till.

Можно сказать, что рост цен на удобрения стал одной из главных причин перехода фермеров на полосовую обработку. Кроме этого, с использованием оборудования для Strip-till фермер может сократить проходы техники по полю. Это позволяет значительно экономить на технике – у сельхозпроизводителя отпадает необходимость в чизелях и плугах, дискаторах, боронах и т.д.

3.4. Использование навигации

В растениеводческой отрасли все шире внедряются принципы точного земледелия. Получило распространение и доказывает свою эффективность оборудование для управления движением сельскохозяйственных машин, использующих GPS-приемники: системы параллельного вождения и подруливающие устройства для автопилотирования. Для использования космических навигационных систем на тракторах и других машинах устанавливают специальные приемники. Они, в свою очередь, постоянно получают сигналы о местоположении техники. Самым эффективным и быстро окупаемым помощником технологии точного земледелия является система параллельного вождения, которая предназначена для организации полевых работ и наиболее полезна при использовании высокопроизводительной широкозахватной техники. Управление сельхозмашиной осуществляется оператором вручную по линиям (меткам) на экране дисплея, либо с использованием подруливающего устройства (автопилотирования). В состав оборудования для систем параллельного вождения входят: навигационный приёмник; дисплей; контроллер для расчета отклонений; подруливающее устройство.

Strip-till-технология дает лучшие результаты при постоянном использовании систем точного земледелия. От осенней обработки почвы до весеннего посева проходит довольно длительное время. В этот период обработанные культиватором полосы может завалить растительными остатками, а это довольно сильно осложнит проведение посева точно в обработанные полосы. Очень важно точное управление трактором во время обработки почвы с внесением удобрений и посева сельскохозяйственных культур,

особенно на полях со сложным рельефом. Для облегчения работы Strip-till-культиваторы можно оснастить маркерами, однако для более точной работы рекомендуется использовать оборудование глобальной космической навигации (ГЛОНАСС/GPS). Точность используемых навигационных систем должна составлять 2,5-3 см.

На практике земледелия широкое распространение получил способ корректировки космических навигационных сигналов для достижения высокой точности. Поправки можно получать от базовой станции корректировки спутникового сигнала, расположенной в непосредственной близости от поля (РТК-станция). Эти станции корректировки навигационного сигнала в реальном времени – необходимый атрибут Strip-till-технологии.

Для эффективного использования системы РТК хозяйствам необходимо иметь: мобильную станцию, радиомодем, комплект навигации, который устанавливается на тракторе. РТК-станция предназначена для приема сигналов от доступных спутников о своем местоположении; ресивер обрабатывает данные и отправляет на навигационную систему трактора. Причем процесс идет в режиме реального времени. Точность полевых работ при использовании такой схемы составляет 2,5-3,0 см. Использование РТК обеспечивает высокую точность всего цикла полевых работ, начиная с обработки почвы и заканчивая уборкой. Особенно это важно при возделывании пропашных культур, где необходима высокая точность при посеве и химической прополке.

РТК-станция работает эффективно даже на полях со сложным рельефом. За использование станции не нужно платить ежемесячную абонентскую плату за каждую работающую технику. Одна станция хозяйства может параллельно обслуживать несколько сельскохозяйственных машин, и абонентская плата будет одна на всех. РТК можно устанавливать на технике любой марки и мощности.

Радиус действия станции РТК в зависимости от модификации составляет 10-15 км. Система РТК в настоящее время используется на площади более 200 млн. га в США и около 0,5 млрд. га – в других странах.

4. УСТРОЙСТВО STRIP-TILL-КУЛЬТИВАТОРА

Культиваторы для технологии полосной обработки почвы (Strip-till) выпускаются рядом машиностроительных заводов США, Канады, Германии, Франции, других стран. Есть первые попытки изготовления Strip-till орудий на отечественных предприятиях.

Ниже показаны основные элементы конструкции Strip-till-культиваторов, применяющиеся на большинстве машин подобного типа.

Strip-till-культиваторы состоят из следующих основных узлов:

- 1) рамы в виде жесткой сварной конструкции с устройством агрегатирования;
- 2) рабочих секций;
- 3) системы внесения удобрений;
- 4) GPS – навигации.

1. Рама культиватора сконструирована для работы на высоких скоростях в тяжелых почвенных условиях с большим количеством пожнивных остатков. Размеры рамы зависят от количества установленных на ней секций.

2. Рабочая секция представляет собой параллелограммную рычажную конструкцию, закрепленную на раме культиватора, и присоединенных к ней следующих рабочих органов (рис. 3).

Культиваторы широко используют параллельную систему тяг (параллелограммный механизм), которая обеспечивает во время работы сохранение параметров ряда независимо от положения основной рамы. Это позволяет получить однородную глубину обработки, несмотря на изменения рельефа поля.

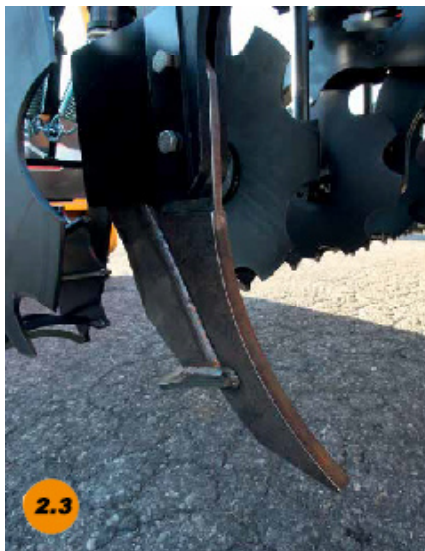


Рис. 3. Устройство Strip-till-культиватора: 2.1 – передний режущий диск; 2.2 – очистители ряда; 2.3 – рыхлительная стойка; 2.4 – боковые диски; 2.5 – прикатывающий каток.



2.1. Передний режущий диск. Режущий диск разрезает почву и растительные остатки, значительно облегчая тем самым работу рыхлительной стойки. Ограничители глубины обеспечивают контроль заглубления режущего диска и участвуют в копировании поверхности почвы секций.

2.2. Очиститель ряда – очищает обрабатываемую полосу от растительных остатков и перемещает их в междурядье, что предотвращает забивание рабочих органов, способствует лучшему прогреву очищенной полосы.



2.3. Рыхлительная стойка. Обеспечивает сплошное рыхление полосы почвы на глубину до 35 см (регулируемая). Имеет наральник из высокопрочной стали или твердого сплава. Оборудована семяпроводами для внесения как жидких, так и сухих (твердых, гранулированных) минеральных удобрений, а также для внесения органических удобрений (навозной жижи) в почву на глубину от 10 до 25 см. Одинарный или двойной канал подачи удобрений обеспечивает точность их размещения, для своевременного обеспечения сельскохозяйственной культуры минеральными удобрениями в активные фазы роста.

Strip-till-культиваторы могут быть оборудованы 3 типами различных стоек.

Прямая стойка для легких почв и незначительного эффекта смешивания, минимального нарушения структуры почвы на поверхности и идеального сохранения влаги.	Стойка, изогнутая под углом, предназначена для легких и средних почв, обеспечивает хорошее перемешивание и дробление комков земли.	Дугообразная стойка предназначена для тяжелых почв, интенсивного перемешивания и дробления комков.
		



2.4. Боковые диски. Предназначены для формирования полосы взрыхленной почвы требуемой ширины, плотности и структуры. Перемещаемая от периферии к середине рядка почва формирует полосу требуемой геометрии, что позволяет работать на высоких скоростях. Диски имеют многопозиционную настройку: давление на почву, угол атаки, ширина обрабатываемой полосы.



2.5 Прикатывающий каток обеспечивает измельчение почвенных комков, прикатывает и выравнивает поверхность полосы. Некоторые модели образуют в центре грядку. Для лучшего обеспечения прикатывания почвы и адаптации под различные полевые условия можно менять давление при помощи прижимных пружин катков от 0 до 60 кг. Катки могут быть резиновыми, металлическими в форме изогнутых пластин, цепей. Ширина катка зависит от размеров обрабатываемой полосы.

3. **Системы внесения удобрений.** Отличаются широким разнообразием конструктивных особенностей оборудования, видов и типов вносимых удобрений.

4. **GPS – навигация.** Требуется использование технологий точного земледелия, высокоточных навигационных систем, обеспечивающих точность вождения 2-5 см. Такие системы запоминают геометрию поля и расположение нарезанных полос с вне-

сенными удобрениями, а затем производят высев семян именно в этих полосах.

Strip-till-культиваторы могут быть дополнительно оборудованы маркерами, которые предназначены для разметки центра следующего прохода агрегата. Маркеры устанавливаются только в тех случаях, когда на тракторе не установлена система точной навигации.

Тяговая мощность Strip-till-культиватора рассчитывается исходя из 30-40 л.с. (в зависимости от конструкции) на одну секцию.

5. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ NO-TILL И STRIP-TILL

No-till и Strip-till составляют основу береговых технологий, они преследуют общие цели: воспроизводство почвенного плодородия; сбережение почвы от водной и ветровой эрозии; увеличение биоты, запасов почвенной влаги; улучшение минерального питания растений; повышение эффективности возделываемых культур и пашни; рациональное использование и увеличение производительности сельскохозяйственной техники. Эти технологии в севообороте используются вместе. Если «подошла очередь» пропашной культуры – используется полосная обработка, зерновой культуры – нулевая обработка. Технологии позволяют максимально сохранить стерневой фон, накопить мульчу для сохранения влаги. При повторной полосной обработке почвы внутри севооборота обрабатывается та полоса, которая была междурядьем в предыдущую обработку. Таким образом, через 2-3 года происходит механическое разуплотнение почвы на 20-25 см. Лучшее развитие корневой системы культур при Strip-till-технологии позволяет накопить больше органики в почве. Благодаря No-till, в междурядье участка с полосной обработкой сохраняется стерня растений и накопленная мульча, что способствует сохранению почвы от перегрева и более экономному расходованию почвенной влаги.

6. ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ, СОВЕРШАЕМЫЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ STRIP-TILL

В Российской Федерации Strip-till становится популярной технологией, особенно у сельхозтоваропроизводителей, занимающихся возделыванием пропашных культур. Но поскольку для большинства хозяйств эта технология является совершенно незнакомой, при внедрении возможны определенные просчеты и ошибки. Некоторые хозяйства пытаются совершить слишком резкий переход на Strip-till-технологию. Переход должен быть постепенным, после тщательного предварительного изучения технологии для полного понимания и определения планов для безболезненного достижения поставленной цели. Прежде всего, необходимо изучить опыт передовых хозяйств, успешно использующих современные сберегающие технологии. Это позволит избежать дорогостоящих ошибок и не допустить спада сельскохозяйственного производства.

Как показывает практика, оборудование для Strip-till функционирует безупречно на легких почвах. Однако Strip-till-культиватор многими сельхозпроизводителями используется в качестве основного агрегата для обработки тяжелых, уплотненных, сильно увлажненных почв. Эти участки сложно обрабатывать и приводить к оптимальной для растений структуре. Тем более машиностроители еще не создали универсальной машины для Strip-till, которая будет одинаково эффективно работать на любых типах почв. В связи с этим сельхозпроизводители должны на каждом отдельном поле вносить необходимые корректировки в технологию и произвести обязательную регулировку машин исходя из почвенных условий.

Сельхозтоваропроизводителям нельзя ошибиться при выборе тракторов для работы со Strip-till-культиватором. Для полосной обработки почвы на оптимальную глубину на одну секцию культиватора требуется 30-40 лошадиных сил. При недостаточной мощности трактора возникают проблемы в виде частых поломок

техники, огрехов при обработке, повышенном расходе топлива, малой производительности. Все это в итоге приводит к некачественному посеву и снижению урожайности поля. Конечно же, каждый производимый Strip-till-культиватор имеет рекомендации по требуемой мощности трактора. Однако многое зависит от типа почв в хозяйстве, их физико-механических свойств. Еще до приобретения культиватора для полосной обработки специалисты хозяйств должны знать, какие цели они преследуют. Какие культуры будут возделываться? Какое удобрение будет вноситься в полосы? В какое время года будет проводиться обработка почвы? Только ответив на все основные вопросы, можно правильно приобрести машины и оборудование для Strip-till-технологии.

Strip-till-культиватор не может работать эффективно без правильной настройки. Рабочее оборудование требует тщательной проверки и настройки как во время первичного запуска, так и в начале каждого сезона. Нельзя ждать начала массовых полевых работ, надо заблаговременно выделить время для настройки. Этот процесс очень трудоемкий и требует специальных навыков. Сложность вызвана тем, что Strip-till-культиватор выполняет несколько операций за один проход. Во время настройки механизатору очень сложно следить за культиватором из кабины трактора. Поэтому знающий специалист должен быть рядом с культиватором и вести наблюдение за работой оборудования и качеством обработки почвы.

Для всех сельскохозяйственных машин установлены оптимальные скорости движения по полю, однако большинство операторов ее не выдерживают. Конечно же, это приводит к ухудшению качества работы Strip-till-культиватора или пропашной сеялки. При медленной работе растительные остатки будут оставаться на поверхности обработанной почвы, полоса будет обработана не качественно, может также оставаться много крупных комков. При работе на повышенных скоростях рабочие органы культиватора могут отбрасывать растительные остатки на рядом находящиеся полосы. Также это приведет к неравномерному распределению минеральных удобрений по всей полосе. Если не хватает времени для осенней обработки почвы, то не следует торопиться и превышать скоростной режим обработки. В этом случае целесообразно использовать весеннюю обработку почвы.

Подготовку поля для Strip-till необходимо начинать с управления соломой и другими растительными остатками еще во время уборки предшествующей культуры. Зерноуборочный комбайн обязательно должен иметь оборудование для измельчения соломы и равномерно раскидывать ее во время обмолота. Неравномерное распределение пожнивных остатков на поверхности поля создает большие трудности для полосной обработки почвы. В случае плохого распределения соломенных остатков сразу после уборки необходимо использовать прутковую (пружинную) борону.

Перед тем как перейти на технологию Strip-till, хозяйству нужно в первую очередь приобрести качественные программы и оборудование для навигации. Система навигации необходима для точной обработки полос, внесения удобрений и точного попадания сошника сеялки в обработанные с осени полосы весной следующего года. Практика и научные исследования показывают, что точное попадание в полосы имеет большое значение для дружного роста и развития сельскохозяйственной культуры. Посев семян в сторону от центра полосы приводит к более замедленному развитию растений и значительному снижению урожая.

Найти во время посева обработанные осенью полосы может помешать большое количество растительных остатков. Даже после полосной обработки линейным культиватором пожнивные остатки могут оставаться на обработанной полосе, что затрудняет дальнейший посев без навигационной системы.

Практическая работа по внедрению Strip-till-технологии идет не всегда гладко. Несмотря на применение системы GPS, не всегда точно удается произвести посев в обработанную полосу. Отклонения от центра могут достигать 5-7 см. В таких случаях глубина заделки семян и полевая всхожесть будут несколько меньшими.

При внедрении сберегающих технологий земледелия некоторые сельхозпроизводители приобретают и используют навигационные станции с возможностью картографирования и маркировки обработанных полос. Переход на Strip-till диктует использование технологии РТК (RTK). Это позволяет хозяйствам увеличить производительность посева за счет совмещения 12-рядковых сеялок с 6-8-рядными культиваторами для Strip-till.

Ряд фермеров предпочитают работать без систем точной навигации, ссылаясь на дороговизну оборудования. В принципе это возможно при высоком уровне мастерства механизаторов. В этом случае обязательно, чтобы количество рабочих органов Strip-till-культиватора и пропашной сеялки были одинаковыми.

При ежегодном использовании Strip-till (например, на беспахотных посевах кукурузы) хозяйства обязательно должны чередовать обрабатываемые и необрабатываемые полосы и не сеять на одних и тех же полосках. Это необходимо для исключения переуплотнения необрабатываемых междурядий.

Не рекомендуется обрабатывать сильно увлажненную почву. Работа тяжелой техники на влажной почве может создать дополнительные проблемы с переуплотнением почвы, что обязательно приведет к снижению урожайности. Если в хозяйстве практикуется осенняя обработка, то лучше подождать высыхания почвы и проводить полосную обработку.

Обработанная осенью почва должна содержать крупные комки размером 10-12 см. Из-за мелкозернистой структуры почвы весной может произойти ее смыв. Быстрое таяние снега, когда земля еще мерзлая, также может привести к полосной эрозии. Чтобы этого не случилось, обработка почвы должна производиться поперек склона (вдоль горизонталей).

При возделывании культур по Strip-till особенно важно использование листовой (некорневой) подкормки. Такое дополнительное питание растений позволяет производителю использовать разные варианты удобрения, снизить затраты и повысить эффективность производства.

Распространенной ошибкой является то, что система удобрения при полосном земледелии остается той же, что применялась ранее при других технологиях. По утверждению некоторых авторов, серьезной ошибкой при посеве является внесение большого количества аммонийных азотных удобрений. Чем больше аммонийного азота, тем выше риск потери в урожае. Чтобы избежать потерь, необходимо применение также нитратного азота.

При осенней обработке нужно уделять особое внимание времени внесения дорогостоящих аммиачных удобрений для избега-

ния потерь при раннем применении, когда среднесуточная температура еще достаточно высокая. Многие хозяйства применяют только безводный аммиак, игнорируя внесение фосфора и калия, которые активизируют микробиоту почвы. Дозы фосфорных и калийных удобрений можно уменьшить в 2 раза.

Имеются хозяйства, которые не применяют удобрения при Srtip-till. Практикой и научными исследованиями доказано, что основным преимуществом Srtip-till-технологии является возможность внесения удобрений в корневую зону при создании посевного ложа за один проход. Если не вносить удобрения, то теряется большое преимущество от применения технологии, в итоге хозяйство долго не сможет окупить затраты на приобретение техники для полосной обработки.

Для успешного освоения Srtip-till-технологии крайне необходимо консультироваться со специалистами других хозяйств, занимающихся внедрением сберегающих технологий, а также с производителем или официальным дилером специализированных машин с целью выяснения технических возможностей техники и эффективной их эксплуатации.

7. ОПЫТ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ STRIP-TILL В СПК «КРАСНАЯ БАШКИРИЯ» АБЗЕЛИЛОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Как уже было отмечено, пионером по внедрению Strip-till-технологии в Республике Башкортостан является СПК «Красная Башкирия» Абзелиловского района. В хозяйстве по данной технологии возделываются такие пропашные культуры как кукуруза и подсолнечник (рис. 4).



Рис. 4. Посевы подсолнечника по Strip-till-технологии в СПК «Красная Башкирия» Абзелиловского района Республики Башкортостан (2016 год).

На посевах подсолнечника одновременно со Strip-till используется технология Клеарфильд, что обеспечивает наибольшую эффективность возделывания данной культуры. Урожайность подсолнечника на маслосемена составляет 23-27 ц/га, выручка с 1 га превышает 50 000 руб.

Полосная обработка почвы под пропашные культуры производится осенью в послеуборочный период до сильных заморозков. Используется Strip-till-культиватор фирмы AGCO (США). Одновременно с обработкой почвы вносятся гранулированные минеральные удобрения. Весной в оптимальные агротехнические сроки проводится посев кукурузы на зеленую массу и подсолнечника на маслосемена.

Учитывая успешное внедрение сберегающих технологий в хозяйстве, в 2017 году в хозяйстве был организован Всероссийский научно-практический семинар «CROP TOUR 2017», совместно с корпорацией AGCO – RM (США) и фирмой Сингента (Китай).

Для демонстрации на семинаре были заложены полевые опыты на посевах кукурузы и подсолнечника с использованием сберегающих технологий No-till и Strip-till.

Полосная обработка почвы на опытах производилась в октябре 2016 года. Одновременно с обработкой вносилось комплексное минеральное удобрение $N_{10}P_{26}K_{26}$ нормой от 0 до 200 кг/га. Посев производился 8-рядным посевным комплексом Челленджер, причем был использован прямой посев как в обработанные полосы (Strip-till), так и без обработки почвы (No-till). Такой подход дал возможность сравнить варианты посева без обработки почвы и в обработанные полосы почвы.

Как показали опыты, растения кукурузы, посеянные в обработанные полосы, показали лучшее развитие. Это было видно по развитию корневой системы (рис. 5) и высоте растений.

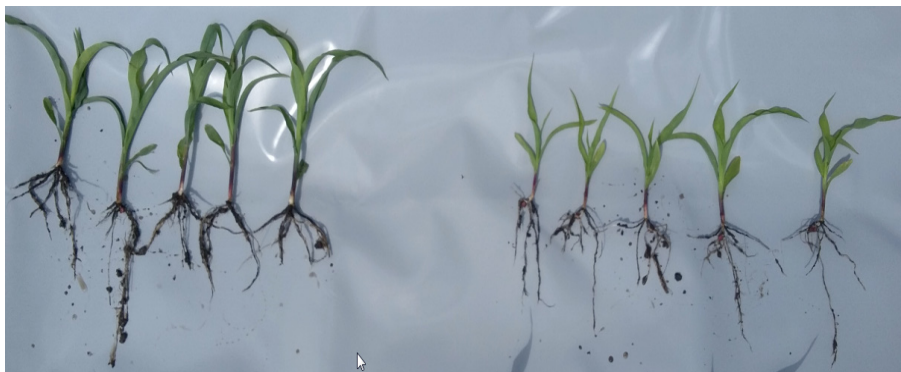


Рис. 5. Развитие растений кукурузы

Сберегающие технологии показали разный выход зеленой массы кукурузы (табл. 1). Урожайность по Strip-till-технологии была значительно выше и составила 510-621 ц/га в зависимости от дозы внесения удобрений. No-till обеспечил с 1 га 454 ц/га кукурузной массы. Данные опытов приведены в таблице 1. Как видим, осенняя обработка полос почвы без внесения удобрений обеспечил прибавку зеленой массы 56 ц/га (12%). Внесение удобрений дозой от 50 до 200 кг/га во время осенней обработки обеспечило прибавку в размере от 63 до 111 ц/га (12-22%).

Таблица 1

Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от осенней полосной обработки почвы (Strip-till) и дозы внесения минеральных удобрений в прикорневую зону кукурузы (СПК «Красная Башкирия» Абзелиловского района РБ, 2017 г.)

Технология	Доза удобрения		Норма высева, тыс. шт/га (глубина посева, см)	Скорость посева, км/ч (прижим катка)	Гибрид куку- рузы	Выход массы почат- ков с 1 га, ц/га	Выход массы стеблей с 1 га, ц/га	Общий выход зеленой массы, ц/га	Прибавка общего выхода зеленой массы, ц/га (%)	
	при обработке почвы (осень 2016), кг/га	при посеве (весна 2017), кг/га							от осен- него внесе- ния удоб- рений	от осен- ней обра- ботки полос
1. Strip-till	200	217	60 (3,0)	8 (автом.)	Фалькон	261	360	621	111 (22)	56 (12)
2. Strip-till	150	217	60 (3,0)	8 (автом.)	Фалькон	258	356	614	104 (20)	56 (12)
3. Strip-till	100	217	60 (3,0)	8 (автом.)	Фалькон	250	343	593	83 (16)	56 (12)
4. Strip-till	50	217	60 (3,0)	8 (автом.)	Фалькон	241	332	573	63 (12)	56 (12)
5. Strip-till (κ)	0	217	60 (3,0)	8 (автом.)	Фалькон	215	295	510	0 (0)	56 (12)
6. No-till (κ)	0	217	60 (3,0)	8 (автом.)	Фалькон	191	263	454	-	0 (0)

Примечание. 1) использовались минеральные удобрения: $N_{10}P_{20}K_{20}$ (осень) и $N_{15}P_{15}K_{15}$ (при посеве); 2) уборка кукурузы на зеленую массу производилась в фазе молочно-восковой спелости початков.

С целью определения оптимальной скорости посева по Strip-till-технологии были сравнены урожайности кукурузы, посеянные со скоростью 8 и 12 км/ч. Был использован посевной 8-рядный комплекс Челленджер. Как показали опыты, на участке со скоростью посева 8 км/ч выход зеленой массы кукурузы (564 ц/га) оказался выше, чем при посеве со скоростью 12 км/ч (528 ц/га). Это показывает, что повышенная скорость посева приводит к ухудшению качества посева.

Были также определены урожайности зеленой массы кукурузы при посеве семян на различную глубину: 3, 5 и 7 см (рис. 6).

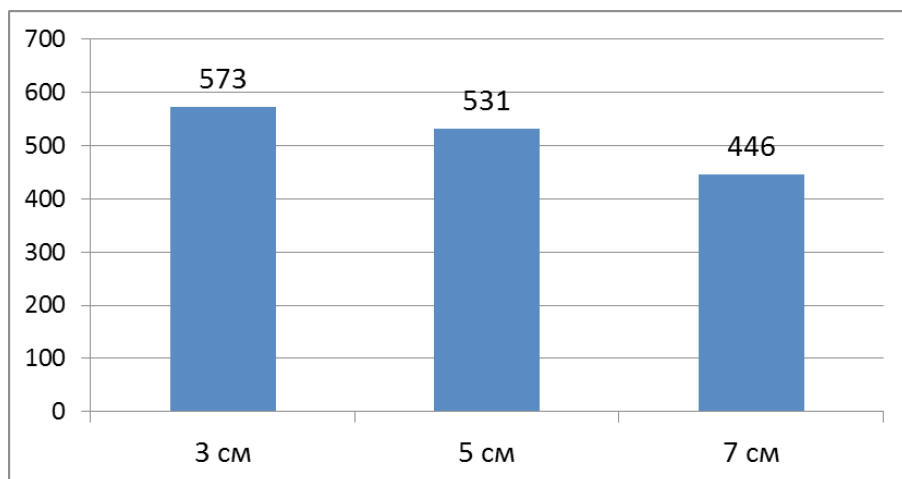


Рис. 6. Влияние глубины высева семян при Strip-till-технологии на выход зеленой массы кукурузы (2017 г.).

Установлено, что высев семян кукурузы на 3 см обеспечил наибольшую урожайность кукурузы (573 ц/га). Более глубокий высев семян привел к задержке всходов кукурузы, меньшей сохранности растений к уборке и как результат к снижению урожайности от 7 до 22%.

На урожайность зеленой массы кукурузы при Strip-till также значительно повлияли нормы высева семян. Был произведен посев разными нормами: 50, 60, 70 тыс.шт/га.

Норма высева семян кукурузы, тыс.шт./га	50	60	70
Урожайность зеленой массы кукурузы, ц/га	538	577	624

Увеличение нормы высева привело к общему выходу зеленой массы кукурузы до 624 ц/га, однако это не способствовало к увеличению выхода массы початков с единицы площади, т.е. произошло снижение кормовых достоинств зеленой массы. Сравнение экономических показателей разных вариантов показало, что наилучшей нормой высева кукурузы при Strip-till в условиях Зауралья Башкортостана является норма высева 60 тыс. шт./га.

Состояние растений кукурузы значительно зависело также от давления прикатывания при посеве. На трех участках были применены разные степени прикатывания: низкое, высокое и автоматическое. Степень прикатывания значительно повлияла на дружность всходов и дальнейшее развитие растений кукурузы. В результате урожайность зеленой массы кукурузы также оказалось разной.

Степень давления прикатывающего катка посевного комплекса Челленджер	Низкое	Высокое	Автомати- ческое
Урожайность зеленой массы кукурузы, ц/га	569	555	581

Самый высокий выход зеленой массы кукурузы (581 ц/га) был обеспечен при посеве с использованием автоматического прикатывания. При таком режиме посевной комплекс сам регулирует давление на почву прикатывающего устройства в зависимости от почвенных характеристик. Низкое и высокое давление, установленное на сеялке, не способствовало соблюдению оптимального прикатывания по всему полю и как результат, были получены более низкие урожаи зеленой массы (569 и 555 ц/га).

Также в 2017 году была изучена эффективность No-till и Strip-till-технологий на посевах подсолнечника. Для посева были

использованы гибриды Фалькон, Феномен, Ротанго, Гитаго и Талисман (фирма Сингента). Как показали опыты, полосная обработка почвы способствовала лучшему развитию растений подсолнечника и увеличению урожайности маслосемян на 15-23%.

Гибрид подсолнечника	Биологическая урожайность, ц/га (10% влажность)	
	No-till	Strip-till
Эксперто	26,6	30,7
Сумико	25,7	29,9
Фортими	27,3	33,6
Неостар	25,2	30,1
Бакарди	29,1	34,0

В результате проведения полевых опытов установлено, что для возделывания пропашных культур в почвенно-климатических условиях Башкортостана вполне оправдано использование No-till и Strip-till-технологий. Они способствуют восстановлению плодородия почвы, производить продукцию с меньшей себестоимостью и улучшить экономическое состояние хозяйств.

8. РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ STRIP-TILL-ТЕХНОЛОГИИ В БАШКИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АГРАРНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

При обработке склоновых полей возникает механическая эрозия почвы, т.е. постепенное перемещение почвы под склон под действием рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин. В результате механической эрозии холмы сильно понижаются, склоны становятся пологими и принимают террасообразную форму. На вершинной поверхности холмов появляются безгумусные слои почвы, выступает гравий. При появлении на поверхности гравия плодородие полей сильно понижается, и они

становятся практически непригодными для сельскохозяйственного использования. Особенно сильно проявляется механическая эрозия почв при возделывании на склонах пропашных культур, т.к. количество и глубина обработок намного больше, чем у других культур.

Одним из путей предотвращения механической эрозии почвы при возделывании пропашных культур может быть использование полосной обработки почвы и посева семян в обработанные полосы, т.к. можно исключить использование рабочих органов в виде трехгранного клина, и остающаяся необработанная полоса удерживает пласт почвы от сползания. Кроме этого, полосная обработка почвы (поперек склона) практически приводит к исключению водной эрозии.

В настоящее время на кафедре «Строительно-дорожные, коммунальные и сельскохозяйственные машины» Башкирского ГАУ ведутся работы по разработке пассивных рабочих органов машин для использования по Strip-till технологии. Работа ведется в двух направлениях:

- создание рабочего органа для полосной обработки почвы и внесения удобрения в осенний период;
- создание рабочего органа для полосной обработки почвы и внесения удобрения в весенний период непосредственно перед посевом.

Главным отличием этих двух направлений является то, что при осенней обработке нет необходимости создания семенного ложа, а при весенней обработке обязательно необходимо создать твердое семенное ложе для последующего посева.

Для полосной обработки почвы и внесения удобрений в осенний период был разработан рабочий орган для разноуровневого внесения удобрений (патент на полезную модель 169547) и на основе данного рабочего органа разработана рабочая секция для полосовой обработки почвы с разноуровневым внесением удобрений (патент на полезную модель 174703), а для полосной обработки почвы и внесения удобрений в весенний период была разработана рабочая секция для полосовой обработки почвы (патент на полезную модель 152987).

Рабочий орган для разноуровневого внесения удобрений (патент на полезную модель 169547) работает следующим образом (рис. 7).

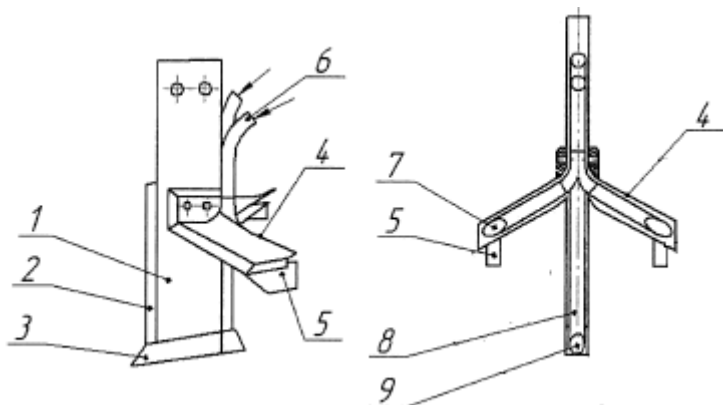


Рис. 7. Рабочий орган для обработки почвы и разноуровневого внесения удобрений.

При движении агрегата по полю рабочий орган заглубляется в почву. Стойка 1 с долотом 3 и ножи 4 с вертикальными щелерезами 5 разрыхляют почву и нарезают щели в почве на установленной глубине. Удобрения по трубчатым удобрителям 6 подаются через отверстия 7 в щели, нарезанные вертикальными щелерезами 5 в верхний почвенный горизонт, а по трубчатому удобрителю 8 через отверстие 9 – на дно щели, нарезанной долотом 3 в нижний почвенный горизонт.

Дозы внесения удобрений в верхний и нижний горизонты устанавливаются в зависимости от особенностей возделываемых культур. Предложенный рабочий орган для разноуровневого внесения удобрений обеспечивает питание растения в различные периоды вегетации путем двухуровневой подачи удобрений в почву.

Для навешивания данного рабочего органа при полосной обработке почвы была разработана рабочая секция для полосовой обработки почвы с разноуровневым внесением удобрений (патент на полезную модель 174703) (рис. 8).

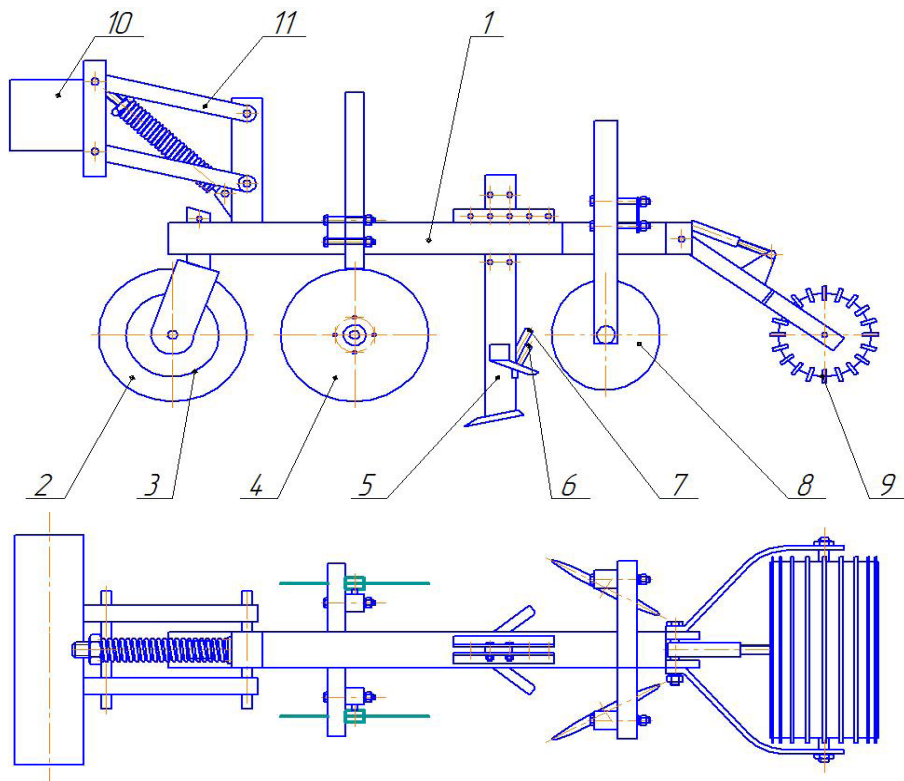


Рис. 8. Рабочая секция для полосовой обработки почвы с разноуровневым внесением удобрений.

У данной рабочей секции на раме 1 последовательно установлены дисковый нож 2 с опорными ребрами 3 для поддержания рамы на определенном уровне по высоте, симметрично два плоских диска 4 для перерезания дернины, пожнивных остатков и ограничения зоны деформации пласта почвы, рыхлительный рабочий орган 5 с тукопроводами 6 и 7 для разноуровневого внесения жидких и минеральных удобрений, симметрично два сферических диска 8 с противоположными углами атаки для заделки образованной борозды и прикатывающий рабочий орган 9. Рама 1 крепится к основной поперечной балке 10 почвообрабатывающей машины посредством нажимной подвески 11.

Таким образом, данный рабочий орган в средней части полосы производит рыхление на глубину основной обработки почвы для развития корневой системы пропашных культур и вносит удобрения для питания растений по мере достижения корневой системы глубоких слоев в поздние сроки, а боковые ножи более качественно разрыхляют верхний слой и вносят удобрения на верхние слои для использования в более ранние сроки развития. Передние плоские диски обеспечивают четкие границы обработанной полосы, а задние сферические диски заполняют образованную рыхлителем борозду почвой. Каток оставляет после себя выровненную поверхность обработанной полосы. За зимний период происходит естественная усадка обработанной полосы и при посеве весной семена укладываются на уплотненный слой.

При весенней полосной обработке почвы и внесения удобрений рекомендуется рабочая секция для полосовой обработки почвы (патент на полезную модель 152987) (рис. 9).

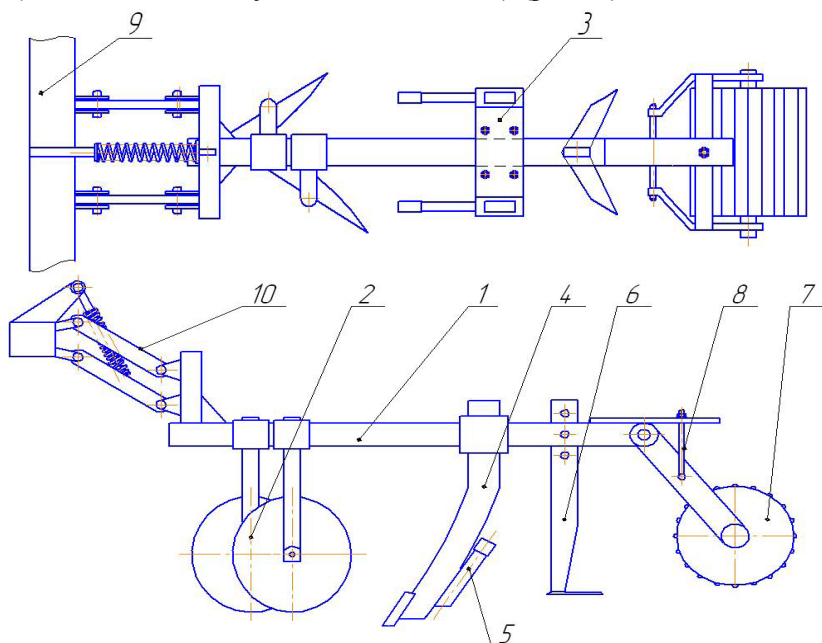


Рис. 9. Общий вид рабочей секции: 1 – рама секции; 2 – сферические диски; 3 – кронштейн; 4 – рыхлительные стойки;

- 5 – тукопровод; 6 – плоскорежущая лапа; 7 – прикатывающий каток; 8 – регулятор положения; 9 – основная рама; 10 – параллелограммный механизм.

Технологический процесс рабочей секции для полосовой обработки почвы происходит следующим образом. При движении рабочей секции для полосовой обработки почвы сферические диски 2 срезают и отводят в сторону стерню для исключения забивания пожнивными остатками. Две рыхлительные стойки 4, установленные на расстоянии 22 см друг от друга заглубляются в почву на глубину основной обработки почвы и рыхлят почву. Одновременно по тукопроводам 5 подаются жидкие или твёрдые минеральные удобрения. Плоскорежущая лапа 6, установленная на глубину посева, срезает пласт почвы между двумя обработанными полосами и готовит семенное ложе для последующего посева семян пропашных культур. Прикатывающий каток 7 производит уплотнение и выравнивание обработанной полосы почвы. Регулятор положения 8 обеспечивает установку требуемой глубины обработки почвы рыхлительными стойками 4. Подпружиненный параллелограммный механизм 10 обеспечивает копирование рельефа поля и необходимое усилие для заглубления рабочих органов.

Таким образом, рабочая секция обеспечивает подготовку почвы для посева путём создания двух глубокообработанных полос с оптимальной плотностью почвы для развития корневой системы вглубь, равномерную глубину заделки семян пропашных культур при последующем посеве полосовым способом за счет создания плотного семенного ложа плоскорежущей лапой в средней части полосы, внесение удобрений вдоль высеваемых рядов семян до глубины основной обработки почвы через рыхлительные лапы, а также копирование рельефа, регулирование глубины обработки почвы и плотности почвы за счет прикатывающего катка и подпружиненного параллелограммного механизма. Кроме этого, прикатывающий каток обеспечивает крошение и выравнивание обработанной полосы.

Для определения работоспособности рабочих секций были проведены лабораторные испытания на почвенном канале кафедры

«Строительно-дорожные, коммунальные и сельскохозяйственные машины» Башкирской ГАУ и лабораторно-полевые исследования на полях учебного хозяйства ГБОУ НПО Профессиональный лицей № 82 и на полях ГУСП МТС «Центральная» Чекмагушевского района Республики Башкортостан (рис. 10).



Рис. 10. Рабочие секции для полосовой обработки почвы во время проведения лабораторно-полевых исследований.

Выводы. Использование разработанного комбинированного агрегата осуществляющего полосовую подготовку почвы по технологии Strip-till с одновременным высевом семян в обработанные полосы позволило повысить урожайность зеленой массы кукурузы на 36-54% по сравнению с отвальной технологией обработки почвы (с 236 до 321-363 ц/га). При этом установлено, что использование стрельчатой лапы для полосовой обработки почвы по сравнению с рыхлительными лапами ведет к снижению урожайности зеленой массы кукурузы (с 363 до 321 ц/га).

Разработаны рабочие секции культиваторов для полосовой обработки почвы с разноуровневым внесением удобрений. Установлено, что требуемые параметры полос и профиля борозды можно добиться при установке рыхлительных лап (щелерезов) для внесения удобрений нижнего яруса на глубину 20-25 см, ножей для внесения удобрений верхнего яруса – на глубину 5-10 см.

В машиностроительных заводах Республики Башкортостан имеется полная возможность организации производства разрабо-

танных Башкирским ГАУ оборудования для Strip-till-технологий. Это будет способствовать развитию отечественного машиностроения, повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

9. ВЫВОДЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ STRIP-TILL-ТЕХНОЛОГИИ

Мы уверены, что технология Strip-till имеет большие перспективы развития в Республике Башкортостан и со временем во многих хозяйствах станет обычной практикой. В первую очередь, конечно же, по полосной обработке будут возделываться такие классические пропашные культуры, как подсолнечник и кукуруза, в будущем – сахарная свекла, рапс и зерновые.

Почвенно-климатические условия Башкортостана диктуют необходимость внедрения Strip-till-технологии. Прежде всего, актуальность технологии продиктована резкими изменениями погодных условий, дефицитом почвенной влаги в критические для культур периоды, коротким вегетационным периодом, нехваткой рабочей силы для проведения всех видов обработок почвы при классической технологии, неудовлетворительным экономическим положением хозяйств.

В республике более перспективно разделение обработки почвы (осенью) и проведения посева (весной). Таким путем можно значительно повысить эффективность Strip-till-технологии. Осенние затраты времени на погрузку минеральных или органических удобрений, низкая скорость работы полосного культиватора не оказывают практического влияния на производительность сеялки весной. Как у любой технологии, полосная обработка имеет границы использования. Strip-till-обработку можно использовать не на всех почвах. Не подходят тяжелые или влажные почвы на момент проведения полевых работ. Существующие в хозяйстве севообороты должны быть скорректированы с учетом внедрения полосной обработки. Быстрому внедрению технологии в Башкортостане поможет и то, что техника и оборудование для полосовой

обработки уже разработаны в США и Европе. Однако они должны быть протестированы в почвенно-климатических условиях республики.

В России, в том числе и в Республике Башкортостан, до настоящего времени Strip-till-технология не находила широкого применения. Однако изменяющиеся климатические и экономические условия диктуют скорейшего внедрения. Ситуация может поменяться за несколько лет, поскольку данная технология предоставляет новые возможности для повышения урожайности полей и снижения себестоимости получаемой продукции. Технология позволяет в разы уменьшить вредное воздействие почвенной и ветровой эрозии. Новая технология позволяет в более ранние сроки провести посев культур, а также способствует более раннему росту и развитию сельскохозяйственных культур, лучшему противостоянию сорным видам растений.

Как показывает мировая практика, после 4-5 лет применения сберегающих технологий No-till и Strip-till, в почве начинаются следующие процессы: почва становится менее плотной, увеличивается органическая масса из корневых и пожнивных остатков, количество дождевых червей, улучшаются водно-физические свойства почвы, происходит снижение потребности в затрачиваемой энергии для обработки.

Надо отметить, что научно-практические вопросы внедрения сберегающей технологии Strip-till для почвенно-климатических условий Республики Башкортостан и в целом для Российской Федерации остаются малоизученными и требуют проведения многолетних полевых исследований в различных зонах и с разными севооборотами (культурами).

10. ЛИТЕРАТУРА

1. DeJong-Hughes J., Vetsch J. (2007) On-Farm Comparison of Conservation Tillage Systems for Corn Following Soybeans. University of Minnesota Extension Publication #BU-08483.
2. Faaborg R., C. Wente, J.M. De Jong-Hughes and D.C. Reicosky. 2005. A comparison of soil CO₂ emissions following moldboard plowing, disk ripping and strip tilling. USDA-ARS research update.
3. Overstreet, L.F., D. Franzen, N.R. Cattanach and S. Gegner. 2007 Strip-tillage in sugarbeet rotations. In 2007 Sugarbeet Research and Extension Reports. Vol. 38. Sugarbeet Res. And Ed. BD. of MN and ND.
4. Olson, B., J. Falk and R. Aiken. 2007. Sunflower yield as affected by strip-till. National Sunflower Association 2007 Research Forum.
5. University of Minnesota Extension «Machinery Cost Estimates». September 2007.
6. Endres, G., B. Schatz. 2009. Row crop performance with tillage systems and placement of fertilizer. In 2009 Carrington Research Extension Center Annual Report. Vol. 50.
7. Журнал Landwirtschaft ohne Pflug, 9/2010.
8. www.agrozentr.ru.
9. www.ag.ndsu.edu.
10. www.striptillfarmer.com; Брошюра «4 Fall Strip-Till Mistakes and How to Avoid them to Improve Productivity».
11. www.HarvestingThePotential.org.
12. Рахимов З.С. Комбинированный агрегат для посева кукурузы на склонах //Достижения науки и техники АПК. – 2005. – №10. – С 39-40.
13. Рахимов З.С. Разработка противоэрозионных технологий и технических средств обработки почвы и посева на склоновых агроландшафтах: автореф. дис. ...докт. техн. наук : 05.20.01. – Уфа, 2013. – 38 с.
14. Сафин Х.М., Фахрисламов Р.С. Прямой посев в Башкортостане. //Ресурсосберегающее земледелие, №1. – Самара, 2013. – 27-29 с.

15. Сафин Х.М., Фахрисламов Р.С., Лямец К.С. Опыт Башкортостана: подсолнечник и кукуруза по прямому посеву. //Ресурсосберегающее земледелие, №2. – Самара, 2013. – 27-29 с.

16. Сафин Х.М., Аюпов Д.С., Саетгалиева Г.Э. Сберегающие технологии No-till и Strip-till показывают положительные результаты. /Мат-лы межд. науч.-прак. конф. В рамках XXV межд. спец. выставки «Агрокомплекс – 2015». – Уфа: БГАУ. – С.275-279.

17. Трусов А.С. Технологии No-till и Strip-till – основные преимущества (опыт ООО «Зерно Белогорья»). // Достижения науки и техники АПК. – №12-2012 г. – С 20.