

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК**  
Государственное научное учреждение  
**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ**



---

**Агротребования к новым машинам  
для механизации перспективных  
агротехнологий возделывания  
пропашных культур**

---

Курск – 2013

УДК: 631.3:658.512.2: 633.4

**Агротребования к новым машинам для механизации перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур** / И.И. Гуреев, В.П. Дьяков, Г.К. Гребенщиков, С. Дурдыев. – Курск, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2013. - 35 с.

Комплексную механизацию перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур невозможно выполнить применением лишь освоенных производством сельскохозяйственных машин. Недостающие машины комплекса щелеватель для поделки на зяби щелей с ненарушенными стенками, комбинированное почвообрабатывающе-посевное орудие, совмещающее с посевом предпосевную культивацию, и пропашной культиватор для междурядной обработки посевов с малыми защитными зонами.

Конструкции перечисленных технических средств защищены авторскими свидетельствами и патентами, что подтверждает их новизну и показатели качества технологического процесса не ниже мирового уровня.

Для подготовки технической документации и постановки на производство недостающих машин обоснованы агротехнические требования на них, соответствующие принципам адаптивно-ландшафтного земледелия. Определены эколого-экономические преимущества перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур на базе новых технических средств.

Работа выполнена в соответствии с этапом 02.01.02. «Усовершенствовать теоретические основы формирования агротехнологической политики, разработать агротребования к новым машинам с целью создания банка данных и региональных регистров перспективных агротехнологий и машин» Плана фундаментальных и приоритетных прикладных исследований Россельхозакадемии по научному обеспечению развития АПК Российской Федерации на 2011-2015 годы и Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг.

Рассмотрена и одобрена Учёным советом Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии (протокол № 3 от 15 июля 2013 г.).

ISBN –978-5-905622-26-7

© ГНУ Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН, 2013 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Состояние вопроса .....	3
1.1. Особенности пропашных культур .....	3
1.2. Агротехнологии возделывания пропашных культур .....	8
1.3. Техническое обеспечение перспективных агротехнологий .....	14
2. Обоснование агротребований на новые машины для возделывания пропашных культур .....	17
3. Эффективность новых машин в комплексе технического обеспечения перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур .....	27
Заключение .....	32
Литература .....	33

## ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственное производство России ориентировано на интенсивные агротехнологии, предопределяющие повышенную механическую нагрузку на почву, особенно при возделывании пропашных культур. Поэтому наряду с положительными свойствами, всё чаще проявляются отрицательные последствия интенсификации земледелия. Почва переуплотняется ходовыми системами и рабочими органами сельскохозяйственной техники, в ней активизируются процессы дегумификации, разрушается структура, ослабляется противозерозионная стойкость. Ветер и формируемый осадками сток уничтожают верхний плодородный слой.

В современном земледелии агротехнологии адаптируют к местным условиям ландшафта, что позволяет максимально использовать потенциал растений с минимальными затратами невозобновляемой энергии, а также снизить механическое воздействие на почву. Реализация данного перспективного направления при возделывании пропашных культур сдерживается нехваткой соответствующего завершённого комплекса машин.

### 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

#### 1.1. Особенности пропашных культур

Пропашные культуры объединены в одну группу по широкорядному способу возделывания. Это определяет их специфическое влияние на почву и урожай последующих культур. В течение вегетации пропашных культур осуществляют междурядные обработки почвы, при необходимости в междурядья вносят минеральные удобрения и уничтожают сорняки.

Значительное место среди пропашных культур занимают корне- и клубнеплоды (сахарная свекла, картофель), столовые корнеплоды, а также кукуруза, подсолнечник и др. По ценности пропашные культуры приближаются к чистым парам. Это связано, прежде всего, с особенностью их возделывания, вследствие чего поля очищаются от сорняков, в пахотном слое накапливаются

запасы доступных для растений питательных веществ. Некоторые пропашные культуры оказывают положительное влияние на водный баланс почвы.

Большинство пропашных культур относится к поздним яровым формам, что позволяет до их посева весной провести несколько сплошных обработок почвы, уничтожающих большую часть малолетних и ограничивающих распространение многолетних сорняков. С появлением всходов и до смыкания рядков борьбу с сорняками продолжают междурядными обработками. Однако защитная зона рядков недостижима для известных рабочих органов пропашных культиваторов. Поэтому, наряду с междурядными, приходится активно применять и химические обработки посевов гербицидами. Эффективность же междурядных обработок возрастает с уменьшением ширины защитной зоны, минимальная величина которой ограничивается возможностью проведения обработок без повреждений растений культуры.

Пропашные культуры отличаются большим объёмом выноса с урожаем элементов питания. Их возделывают, как правило, на фоне высоких доз органических и минеральных удобрений. Последствие удобрений после пропашных культур может сохраняться несколько лет.

Как и в чистых парах, при возделывании пропашных культур почва на протяжении почти всего вегетационного периода должна быть рыхлой. Это способствует повышению активности почвенной микрофлоры и накоплению в верхних слоях почвы растворимых форм питательных веществ.

Рыхлая почва полей хорошо задерживает и накапливает влагу летних осадков. Потому после некоторых пропашных культур, например картофеля, в метровом слое почвы остаются значительные запасы влаги. Хорошо использует почвенную влагу кукуруза, так как её корни проникают на глубину от 1,5 до 4 м. Но сахарная свекла и подсолнечник отличаются высоким потреблением воды. После них в почве остается значительно меньше влаги, чем после картофеля и кукурузы.

Высокая ценность пропашных культур как предшественников позволяет успешно возделывать после них многие сельскохозяйственные культуры. После уборки кукурузы на зеленый корм, ранних сортов картофеля и других, рано освобождающих поле культур, хорошие урожаи дают озимые зерновые. Большинство же пропашных культур (картофель, кукуруза на зерно, сахарная свекла, подсолнечник и др.) поздно освобождают поля. Такие культуры служат хорошими предшественниками яровых - пшеницы, овса, ячменя, гречихи, проса, зернобобовых и др. Яровая пшеница пропашных предшественников дает в среднем на 15...20 % зерна больше, чем после зерновых культур или при повторном посеве.

Большинство пропашных культур в севообороте обычно размещают после озимых или яровых зерновых культур, идущих по лучшим предшественникам. Например, сахарную свеклу, кукурузу, картофель в Центрально-Чернозёмном регионе (ЦЧР) обычно размещают в севообороте после озимых зерновых, идущих по чистым и занятым парам, многолетним травам и зернобобовым культурам.

Пропашные культуры предъявляют повышенные требования к плодородию почвы. При ограниченных площадях полей с высоким плодородием возникает потребность в повторных посевах пропашных культур. В ЦЧР возможны повторные посевы кукурузы. Накоплен опыт бессменного возделывания картофеля на приусадебных участках, где доза внесения органических удобрений в пересчете на 1 га исчисляется сотнями тонн и обеспечен индивидуальный уход за растениями. Повторные же посевы сахарной свеклы невозможны из-за поражения ее нематодой, свекловичным долгоносиком, корнеедом и другими вредными организмами.

Особое место в севообороте занимает подсолнечник. При массовом распространении вредителей, болезней и сорняков не только исключается повторное возделывание этой культуры, но и требуется выдержать длительный период (7...9 лет) для возвращения ее на то же поле. Большой ущерб урожаю под-

солнечника наносит сорняк - корневой паразит заразиха. В настоящее время ведется селекция подсолнечника на устойчивость к заразихе, что позволит сократить промежуток времени, после которого возможен возврат подсолнечника на одно и то же поле.

Хорошие предшественники подсолнечника озимые, кукуруза и некоторые другие культуры. После подсолнечника можно возделывать культуры, которые не поражаются его болезнями и заразихой. В южных увлажненных регионах, где подсолнечник рано убирают на семена, он может быть предшественником озимых культур. К тому же озимые лучше, чем яровые, подавляют падалицу подсолнечника. Для большинства же культур подсолнечник мало пригодный предшественник, так как он сильно иссушает почву, и последующая культура засоряется его падалицей. Поэтому после подсолнечника поля чаще всего отводят под чистые или занятые пары.

Пропашные культуры могут являться хорошими предшественниками друг для друга, если они относятся к разным семействам. Например, в условиях Нечерноземной зоны картофель один из лучших предшественников кукурузы на силос или зеленый корм, а в лесостепной зоне - сахарной свеклы и кукурузы на силос. Подсолнечник и сахарная свекла, ввиду сильного иссушения почвы на глубину 1 м и более, являются малоценными предшественниками для других пропашных культур и друг для друга.

Поля с уклоном более 3° обладают повышенной эрозионной опасностью и непригодны для возделывания пропашных культур.

Следует учитывать, что пропашные культуры мало оставляют в почве растительных остатков, содействуют разрушению почвенной структуры и имеют слабую почвозащитную способность. При их возделывании необходимо вносить повышенные дозы органических удобрений для восстановления запасов гумуса и структуры почвы.

## 1.2. Агротехнологии возделывания пропашных культур

Агротехнологии возделывания всех культур начинаются после уборки предшественника. Солома предшественника ценный материал для воспроизводства органического вещества почвы. Она должна быть измельчена и почвообрабатывающими орудиями заделана в почву. От вида обработок почвы во многом зависит структура агротехнологий и номенклатура комплексов машин, используемых для их механизации [1-3].

В соответствии с зональной дифференциацией [4], в ЦЧР в севообороте под пропашные культуры в качестве основной обработки предпочтительна отвальная вспашка. Проводят её поперёк склона, под сахарную свёклу на глубину 28...30 см, под другие пропашные культуры (кукурузу, подсолнечник, картофель) – на глубину 25...27 см. На почвах с малым гумусовым горизонтом глубина отвальной вспашки не должна превышать мощности гумусового горизонта. Вспашка глубже 30 см не показала преимуществ ни по урожайности, ни по качеству выращенного урожая пропашных культур [5].

Наиболее полно биологическим особенностям пропашных культур отвечает применение одного из двух известных способов основной обработки на основе отвальной вспашки: улучшенного или полупарового.

Улучшенный способ эффективен для истощения многолетних корнеотпрысковых и корневищных сорняков. Включая в себя два и более разноглубинных лущения стерни предшественника и последующую вспашку, способ не даёт высокого эффекта в борьбе с однолетними сорняками, так как при поздней вспашке не создаются оптимальные погодные условия для прорастания их семян в верхних слоях почвы. Поэтому борьбу с однолетними сорняками проводят на следующий год весной уже в посевах сахарной свёклы.

Активному прорастанию и уничтожению однолетних сорняков способствует полупаровой способ основной обработки, сущность которого заключается в одном лущении стерни вслед за уборкой предшественника и через 10...15 дней отвальной вспашке. Прорастающие на вспаханном поле сорняки



уничтожают культивациями зяби, которые к тому же выравнивают с осени поверхность поля, формируя мелкокомковатую структуру почвы, что благоприятно сказывается на урожайности пропашных культур [7]. На почвах склонных к заплыванию лучше крупно комковатая структура, так как крупные комки менее податливы разрушению дождевыми каплями и поверхностный сток при такой структуре ниже [8-10].

Применительно к обоим способам основной обработки создание оптимальной структуры почвы, сохранение влаги и эффективная борьба с сорняками начинается с лущения стерни предшественника. Приём необходимо выполнить немедленно за уборкой предшественника, учитывая, что каждый день запоздания приводит к потере до 1,5 % почвенной влаги. В опытах даже после длительного периода засухи влажность почвы была на 5 мм выше на варианте с лущением стерни [6]. Первое лущение проводят на глубину 6...8 см. Повторно (при улучшенном способе) стерню обрабатывают через 12...15 дней на глубину 12...14 см.

Накопление продуктивной влаги, предотвращение эрозионных процессов и разрушение плужной подошвы как при улучшенном, так и при полупаровом способах, достигают предзимним щелеванием или чизелеванием зяби поперёк склонов.

Существенное влияние на полевую всхожесть семян и сохранение запасов продуктивной влаги оказывает предпосевная обработка почвы, которая включает в себя ранневесеннее рыхление с выравниванием зяби и последующую культивацию на глубину заделки семян.

Ранневесеннее рыхление выполняют при первой возможности выезда в поле. Обычно это наступает при влажности почвы около 60 % наименьшей полевой влагоёмкости, что соответствует слегка подсохшим гребням пашни серого цвета и хорошему крошению на мелкие комочки верхнего слоя почвы толщиной 2...4 см. Выполняют приём в течение 1...2 дней применением широкозахватных агрегатов.

Выбор способа предпосевной культивации основывается на состоянии пашни в конце зимы. Если с осени зябь выровнена, на поле отсутствуют размывы, ранневесенним рыхлением сформирован мелко комковатый мульчирующий слой в 2...3 см, то этим требованиям удовлетворяют агрегаты из зубочных борон и шлейфов. На глыбистой зяби с наличием весенних размывов лучше использовать комбинированные культиваторы.

В условиях тёплой весны на зяби, выровненной с осени и при отсутствии размывов, можно ограничиться одним приёмом предпосевной обработки почвы – ранневесенним боронованием зубочными боронами со шлейфами.

Посев пропашных культур проводят в единые агротехнические сроки с предпосевной культивацией – в течение максимум пяти дней. Во избежание иссушения посевного слоя, разрыв по времени между приёмами не должен превышать 20 минут. Сроки посева устанавливают исходя из потребности семян культур во влаге для набухания и прорастания, температуры воздуха и погодных условий в весенний период. Основную же роль при установлении начала посева играет влажность семенного ложа, которая должна составлять 20...23 %. Посев проводят на конечную густоту семенами районированных сортов и гибридов, обработанных защитными веществами. Норму высева семян устанавливают из условия оптимальной густоты стояния растений перед уборкой.

Заделывают семена на минимальную глубину при условии их контакта с влажным почвенным ложем, у которого не нарушена капиллярная система, обеспечивающая подток влаги. При запаздывании с посевом глубину заделки семян увеличивают, отчего проростки расходуют много энергии на преодоление слоя почвы. Всходы появляются неравномерно, пробиваются на поверхность ослабленными и полевая всхожесть семян заметно снижается.

Прикатывание посевов исключено. Секции современных пропашных сеялок опираются на два узких катка, размещённых впереди и сзади семенного сошника. Это позволяет совмещать с посевом допосевное и послепосевное

прикатывание не всей площади поля, а ограниченной зоны рядков семян культур, создавая тем самым предпочтительно благоприятные условия для прорастания семян и развития их проростков. Запоздавшие в развитии сорняки проще уничтожаются дробными дозировками гербицидов, а более развитые растения культур легче переносят гербицидную нагрузку.

Рыхления почвы в процессе вегетации культуры нежелательны. Если внесена полная доза минерального удобрения, междурядные рыхления необходимы лишь в экстремальных случаях – для разрушения почвенной корки после ливней и для мульчирования трещин образовавшихся при засухе.

Основной объём фосфорно-калийного удобрения на планируемую урожайность культур вносят под вспашку. Это удобрение малоподвижное и внесение его осенью увеличивает время для связывания почвенно-поглощающим комплексом.

Необходимо совершенствование системы азотного удобрения культур, где не всегда оправдано применение корневых подкормок. Во-первых, коэффициент использования культурами элементов минерального питания удобрения, вносимого в такие подкормки, зависит от влажности почвы и, как правило, очень низкий. Проблема усугубляется, если после выполнения приёма длительное время отсутствуют осадки. Во-вторых, рабочие органы подкормщиков повреждают корневую систему растений, что оказывает сдерживающее влияние на развитие культур. Поэтому полную дозу азотного удобрения вносят под предпосевную культивацию, что позволяет предотвратить его потери с талым весенним стоком и загрязнение окружающей среды.

Эффективность системы удобрения возрастает при дополнении её новым насыщенным микроэлементами комплексным органоминеральным (ОМУ) и водорастворимым удобрением Акварин производства ОАО «Буйский химический завод» [11].

ОМУ вносят в рядок или под предпосевную культивацию, в зависимости от вида культур, в дозе от 100...800 кг/га. Органическая составляющая удобре-

ния в виде гуминовых соединений активизирует биологическую активность почвы, замедляя фиксацию фосфора почвой и постепенно высвобождая азот и калий. Так устраняется опасность негативного влияния на нежную корневую систему проростков повышенной солевой концентрации почвенного раствора в прикорневой зоне, провоцирующей задержку роста растений. Потребность проростков в питательных веществах в начальный период роста невелика, поэтому пролонгированный механизм действия удобрения благоприятно содействует постепенному и полному усвоению элементов питания в процессе вегетации культур. Кроме того, гуминовые соединения ОМУ адсорбируют из почвы ряд элементов питания и таким образом повышают их эффективное использование.

Вследствие возможной несбалансированности питательных веществ в почве, а также стохастических изменений условий произрастания культур (влажности почвы, температуры воздуха и др.), потребность их в питательных веществах носит переменный характер, а потому нуждается в гибкой текущей корректировке. Такую корректировку оперативно выполняют листовыми подкормками комплексным водорастворимым удобрением Акварин, номенклатура которого насчитывает 16 наименований. Акварин содержит до 11 макро- и микроэлементов, в том числе микроэлементы железо, цинк, медь и марганец в виде хелатов.

Листовыми подкормками Акварином обеспечивают растения необходимыми элементами питания в критические фазы развития культур. Это воздействия стрессов от резких колебаний погодных условий, действия пестицидов, поражения фитопатогенами, вредителями и др. Действуют листовые подкормки независимо от факторов, снижающих усвоение элементов питания корневой системой. Питательные вещества Акварина используются на 90...95 %.

Эффективность удобрения в значительной степени зависит от точности диагностирования его потребности растениями. Экспрессная диагностика осуществляется принципиально новым методом по изменению фотохимиче-

ской активности хлоропластов при поочерёдном добавлении испытываемых элементов в суспензию хлоропластов растений [12]. Потребность растений в каждом из них устанавливают по увеличению, а избыток – по уменьшению фотохимической активности хлоропластов в сравнении с данными контрольного измерения фотохимической активности без добавления элемента. ОАО «Буйский химический завод» создана уникальная лаборатория функциональной диагностики «Аквадонис», которая позволяет оценивать потребность культуры в 14...18 элементах питания.

Уход за посевами дифференцируют к состоянию полей, проводя между-рядные обработки и опрыскивая растения пестицидами. Следует помнить, что для наиболее интенсивного периода использования пестицидов (май...июнь) в дневное время характерны высокая температура воздуха и сильные ветры, отчего препараты испаряются, выносятся за пределы полей и загрязняют окружающую среду. Поэтому внесение пестицидов ограничивают, как правило, тёмным временем суток, когда спадает жара и нет восходящих потоков воздуха. Такой подход предпочтителен и для повышения действенности пестицидов, так как при умеренной температуре устьица листового аппарата растений открыты и они более полно поглощают внесённые препараты.

В ЦЧР основной пропашной технической культурой является сахарная свёкла, улучшению условий уборки которой способствует окучивание растений перед смыканием листьев в между-рядьях. При окучивании верхние почки низко сидящих корнеплодов присыпаются почвой. В процессе вегетации свёкла выносит их к свету и выравнивает головки корнеплодов относительно поверхности поля. Это позволяет более точно настроить выкапывающие рабочие органы уборочной техники и за счет этого снизить потери урожая.

Насыпаемая в зону рядков при окучивании разрыхленная почва выполняет роль мульчи. При обильных осадках на окученных посевах влажность почвы в между-рядьях – повышенная. В рядках же почва менее влажная, что облегчает функционирование рабочих органов корнеуборочных машин. После

окучивания повреждения корнеплодов снижаются в 1,6...1,9 раз, а содержание почвы в ворохе – в 1,1...1,4 раза [13]. Кроме того, для извлечения корнеплодов из почвы требуется меньшее усилие, отчего производительность корнеуборочной техники возрастает на ~12 % [14].

### 1.3. Техническое обеспечение перспективных агротехнологий

Современные агротехнологии возделывания пропашных культур ориентированы на комплексную механизацию приёмов (табл. 1).

Таблица 1. Приёмы и орудия для возделывания пропашных культур

№ пп	Перечень приёмов	Средства механизации приёмов	Состояние с производством орудий	Подтверждение новизны
<b>1. Основная обработка почвы</b>				
1.1	Лущение стерни	Луцильник	Серийное	-
1.2	Поверхностное внесение фосфорно-калийного удобрения	Разбрасыватель удобрений	Серийный	-
1.3	Гладкая отвальная вспашка почвы	Оборотный плуг	Серийный	-
1.4	Культивация зяби	Паровой культиватор	Серийный	-
1.5	Поделка на зяби щелей с нарушенными стенками	Щелеватель	Новое	Авт. свид. № 1409184, патент № 47160
<b>2. Предпосевная обработка почвы и посев</b>				
2.1	Ранневесеннее боронование зяби	Зубовая борона	Серийная	-
2.2	Поверхностное внесение азотного удобрения	Разбрасыватель удобрений	Серийный	-
2.3	Совмещение с посевом предпосевной культивации и ленточного внесения почвенных гербицидов	Комбинированное почвообрабатывающе-посевное орудие	Новое	Авт. свид. №№ 1242008, 1408551

	(при необходимости)			
3. Уход за посевами				
3.1	Обработка посевов пестицидами	Полевой штанговый опрыскиватель	Серийный	-
3.2	Листовые подкормки посевов (возможно в баковой смеси с пестицидами)	Полевой штанговый опрыскиватель	Серийный	-
3.3	Междурядная обработка посевов с малыми защитными зонами	Пропашной культиватор	Новый	Патент № 65713
3.4	Окучивание посевов сахарной свёклы	Окучники на пропашной культиватор	Новые	-

Агротехнологии предъявляют повышенные требования к производительности и соблюдению качества исполнения работ, что невозможно выполнить, используя отдельные устаревшие способы и технические средства. Поэтому устаревшие технологические комплексы подлежат модернизации. Что же касается новых элементов агротехнологий, то для их механизации следует разработать оригинальные конструкции.

Соломосодержащие культуры убирают комбайнами с измельчителями соломы. Заделывают солому в почву при лущении стерни, используя дискаторы БДМ-4х2П, БДМ-6х4П и др.

Основную дозу минерального удобрения вносят применением высокопроизводительных разбрасывателей МВУ-5, МВУ-8 и др. Приём выполняют перед проведением дисковой обработки почвы или отвальной вспашки. При вспашке механические воздействия на почву, разрушающие её структуру, минимизируют, используя оборотные плуги.

Для разрушения плужной подошвы и предотвращения эрозии от талого стока на зябь в предзимний период накладывают глубокие, превышающие глубину промерзания почвы, щели с ненарушенными стенками, что позволяет на-

копить до 400 м<sup>3</sup>/га продуктивной влаги. Выполняют приём роторным щелевателемЩР-1 конструкции ВНИИЗиЗПЭ [17, с.76-78]. Однако надлежащая техническая документация для постановки щелевателя на производство отсутствует.

Не механизирована совмещённая с посевом культур предпосевная культивация и внесение почвенных гербицидов (при необходимости), что позволяет получить сверх суммарный эффект. Сущность его двоякая. Во-первых – это замена сплошной предпосевной культивации на менее затратную полосную в зоне последующего высева семян культур. Во-вторых, внесение почвенных гербицидов экономным ленточным способом в защитную зону рядков культур.

Имеются два пути ухода за посевами.

При высокой культуре земледелия, когда количество злостных корневищных и корнеотпрысковых сорняков не превышает их предела вредоносности, засорённость поля успешно контролируется механическим путём – междурядными обработками посевов с малыми защитными зонами и присыпанием сорняков в защитных зонах окучиванием. На полях же с повышенным содержанием злостных сорняков, в дополнение к междурядным обработкам не обойтись без применения химических средств защиты растений – гербицидов.

Для междурядных обработок промышленностью освоены пропашные культиваторы КРН-5,6/45, КМО-6, КМО-9, КМО-11 и др., которые могут работать при ширине защитной зоны 10...13 см на одну сторону от рядков, т.е. рабочими органами охватывается примерно 50...60 % площади поля. Остальная площадь, непосредственно примыкающая к растениям культур и оказывающая наиболее значимое влияние на их развитие, для рабочих органов культиваторов недостижима. Поэтому актуальна разработка более эффективных рабочих органов, позволяющих уменьшить защитную зону рядков пропашных культур.

Проблематично применение пропашных культиваторов на присыпании сорняков в защитных зонах окучиванием, так как высота насыпаемых почвен-



ных валиков плохо регулируется, существенно варьирует, отчего возможно засыпание и уничтожение растений культур.

Уход за посевами включает в себя листовые подкормки и применение химических средств защиты растений. Водорастворимые удобрения для листовых подкормок применяют отдельно или в баковых смесях со средствами защиты растений, используя полевые штанговые опрыскиватели ОПГ 2000/18МК, ОПГ 2500/21М и др.

Качественная химическая обработка посевов без огрехов и перекрытий возможна при работе по постоянной технологической колее для прохода опрыскивателей, оставляемой при посеве культуры в виде двух незасеянных полос. Расстояние между незасеянными полосами равно колее машинотракторных агрегатов (МТА), а период пар незасеянных полос соответствует ширине захвата опрыскивателя.

Наличие технологической колеи позволяет выделить на поле из общего массива площадь, по которой перемещаются агрегаты при уходе за культурой. Площадь под культурой не подвергается угнетающему воздействию на растения ходовых систем опрыскивающих МТА [15]. Закладку технологической колеи при посеве пропашных культур практикуют отключением двух сошников сеялки – по одному для последующего прохода левого и правого движителей МТА с опрыскивателем [16, с.127-128]. Под незасеянные полосы отчуждается часть посевной площади поля, которая является дополнительным резервом получения сельскохозяйственной продукции.

## 2. ОБОСНОВАНИЕ АГРОТРЕБОВАНИЙ НА НОВЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Анализ состояния технической обеспеченности перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур в ЦЧР показывает (табл. 1), что комплексную механизацию их невозможно выполнить применением лишь освоенных производством сельскохозяйственных машин.

Недостающими машинами являются: щелеватель для поделки на зяби щелей с ненарушенными стенками, комбинированное почвообрабатывающе-посевное орудие, совмещающее с посевом предпосевную культивацию, пропашной культиватор для обработки посевов с малыми защитными зонами. Для подготовки технической документации и последующей постановки на производство недостающих технических средств необходимо обосновать агротребования на них в полной мере отвечающие принципам адаптивно-ландшафтного земледелия.

Разработка агротребований на новые машины- основополагающий этап по созданию средств механизации перспективных агротехнологий. Агротребования учитывают не только особенности агротехнологий, но и производственные условия использования техники, складывающиеся в регионе под влиянием природных, экономических и социальных факторов развития агропромышленного комплекса, а также научно-технические достижения и передовой опыт. В них показатели качества технологического процесса не должны быть ниже мирового уровня.

Агротребования должны содержать следующие разделы.

1. Назначение (наименование машины, подлежащей разработке, и выполняемые ею технологические процессы).
2. Зоны применения.
3. Условия работы (характеристика зоны использования машины с отражением состояния почвы, климата и др.).
4. Параметры исполнения приёмов(перечень показателей, характеризующих качество исполняемого машиной технологического процесса).
5. Показатели качества машины (надёжности, технологичности, транспортабельности, эргономичности, безопасности и др.).
6. Эколого-экономические требования (указывается базовая машина, принятая для сравнения, которая является наиболее близким аналогом новой машины и обеспечивает минимальные приведенные затраты на выпол-

нение сопоставимого объёма работ). Показатели эколого-экономической эффективности новой машины приводят в сравнении с базой.

7. Срок действия агротехнических требований в годах.
8. Институт-разработчик агротехнических требований.

Разрабатывались агротребования в следующей последовательности. Первоначально перспективные агротехнологии адаптированы к особенностям возделывания пропашных культур в ЦЧР [20]. Затем установлены нормативы показателей новых машин в соответствии со структурой содержания агротребований (табл. 2).

**Таблица 2. Агротребования к новым машинам для механизации перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур**

№ пп	Новые машины технолого-технического комплекса		
	Роторный щелеватель	Комбинированное почвообрабатываю- ще-посевное орудие	Пропашной культиватор
<b>1. Назначение</b>			
1	Щелевание зяби, посевов озимых культур, а также многолетних сеяных и естественных трав и пастбищ с целью предотвращения стока воды и смыва почвы на склонах	Совмещение приёмов: полосной фрезерной обработки почвы, высева семян пропашных культур с рядковым внесением минерального удобрения, ленточного внесения в защитную зону рядков почвенных гербицидов	Междурядная обработка посевов сахарной свёклы, кукурузы, подсолнечника, сои. Нарезка гребней на полях, уход за гребневыми посевами, окучивание посевов. В машине должна быть предусмотрена возможность подкормки культур минеральными удобрениями
<b>2. Зона применения</b>			
2	Почвенно-климатические зоны 1...4, 7...11, 12, 13, 18		
<b>3. Условия работы</b>			
3.1	Поля сельскохозяйственного использования и пастбища	Вывороченные поля после зяблевых отвальной и безотвальной обработок	На поверхности посевов допускается наличие до 8 т/га равномерно распределённых измельчённых растительных остатков

			ков зерновых или пропашных культур
3.2	Твёрдость почвы до 4,5 МПа при абсолютной влажности до 26%. Почва не должна содержать камней. Уклон поля не более 20 <sup>0</sup>	Твёрдость почвы не более 1,5 МПа, влажность – 15...30%. Варьирование влажности не более 25...30% от оптимальной. Почва не должна содержать камней. Уклон поля не более 3 <sup>0</sup>	Влажность почвы 16...27% в слое до 12 см. Твёрдость почвы в этом слое не более 1,5 МПа. Уклон поля не более 3 <sup>0</sup>
3.3		Качественные показатели гербицидов, высеваемых семян и удобрений должны соответствовать ГОСТ	
<b>4. Параметры исполнения приёмов</b>			
4.1	Форма нарезаемой щели ступенчатая: верхняя ступень - открытая с выемкой почвы, нижняя – заполненная разрыхленной массой	Фрезы на глубину заделки семян рыхлят почву с доведением её до мелкокомковатого состояния и выравнивают поверхностный слой в обработанной полосе. Фрезы измельчают остатки стерни и уничтожают проросшие сорняки	Культиватор обеспечивает обработку междурядий на глубину 6...12 см. Допустимые отклонения по глубине не более ±10%.
4.2	Общая глубина щели регулируется от 70 до 100 см, отклонение от заданной глубины не более 10%. Ширина верхней ступени щели 8...10, глубина – 35...40 см. Разрушение стенок верхней ступени не допускается. Заполнение щели разрыхленной почвой на глубину не более 2...3 см. Ширина	Ширина фрезеруемых полос 18...20 см с отклонением не более 15%. Глубина фрезерования почвы 3...4 см с отклонением не более 10%. В разрыхленном слое содержание комочков размером до 1 см не менее 70%. Наличие комков размером более 3 см не допускается	Ширина защитной зоны с одной стороны рядка 3,5...4,0 см при рабочей скорости 5,6 км/ч и повреждении растений культуры не более 10%. Уничтожение сорняков в зоне обработки – 100%. Культиватор должен иметь сменные окучники, способные присыпать измельчённой почвой сорняки в рядках культуры. Толщи-

	нижней ступени щели 2,5...3 см		на насыпаемого слоя почвы до 7...9 см
4.3	Извлечённая из верхней ступени щели почва разбрасывается в стороны от щели слоем толщиной не более 1 см.	Норма внесения минерального удобрения в физическом весе от 50 до 100 кг/га. Неравномерность высева минерального удобрения до 8%	Слой почвы в междурядьях должен иметь мелкокомковатую структуру с содержанием не менее 85% комков размером до 5 см. Гребнистость поверхности междурядий после обработки не более 3 см
4.4	Рабочие органы не должны забиваться почвой и растительными остатками	Отклонение ширины лент гербицидов от заданной не более 20%. Оси лент гербицидов и рядков семян должны совпадать. Отклонение между ними не более 7 см	Культиватор в работе не должен завиваться пожнивными остатками, а его рабочие органы не должны залипать почвой
4.5	Щели ориентируются поперёк склона (по горизонталям поля)	Семена должны быть размещены в почвепо-одиночно по центру фрезеруемых полос. Глубина заделки семян 3...10 см. В слое средней фактической глубины и двух соседних слоях $\pm 1$ см должно располагаться не менее 95% семян	
4.6		Интервалы между семенами в рядке изменяются в диапазоне 15...35 см. Средне-квадратическое отклонение интервалов до $\pm 2$ см. Неравномерность высева семян не более 3%, их дробление не более 0,5%. Рассев семян от осевой линии до $\pm 1$ см. Уплотнение почвы над	

		семенами 0,8...1,0 г/см <sup>3</sup>	
<b>5. Показатели качества</b>			
5.1	Щелеватель навесной агрегатируется тракторами класса 30 кН. В рабочем положении опирается на пневматические колёса	Комбинированное орудие прицепное или полунавесное, агрегатироваться тракторами класса 14...30 кН. Тяговое сопротивление не более 5 кН на 1 м ширины захвата. Количество одновременно засеваемых рядков не менее восьми с междурядьями 0,45...0,7 м	Культиватор навесной в 12-рядном исполнении при междурядьях 45 см и оборудован сменным комплектом рабочих органов для междурядий 70 см. Агрегатируется тракторами тягового класса 14кН. Обслуживается одним трактористом
5.2	Рабочие органы щелевателя содержат: последовательно установленные фрезу (для формирования верхней ступени щели), зачистную стойку, отражатели почвы и пассивный щелерез (для формирования нижней ступени щели). Привод фрезы от вала отбора мощности (ВОМ) трактора	Ёмкости для семян и удобрений обеспечивают их механизированную загрузку и безостановочную работу орудия на длине гона не менее 1500 м при максимальных нормах высева семян и удобрений. Для внесения гербицидов на тракторе монтируется специальный модуль	Культиватор оснащён автономными секциями для обработки междурядий, содержащими обременённые опорные колёса с устройством регулировки глубины хода. На каждой секции в качестве сменных опций предусматривается установка: трёх лап захватом 150 мм с S-образными стойками для рыхления междурядий, двух плоских зубчатых дисков для защиты от присыпания почвой растений культуры, двух игольчатых дисков для уничтожения сорняков в защитной зоне рядка, широкозахватной лапы со съёмным окучником
5.3	Щелерез установлен с возможностью сво-	Рабочая скорость до 7 км/ч. Транспортная	Рабочая скорость до 7 км/ч. Транспортная

	бодного колебания вокруг вертикальной оси в диапазоне $\pm 10^0$	скорость до 15 км/ч. Перевод орудия в транспортное положение и обратно производится трактористом из кабины трактора	скорость до 15 км/ч. Перевод культиватора в транспортное положение и обратно производится трактористом из кабины трактора
5.4	Конструкция щелевателя обеспечивает его работу на глубинфуфрезерования без пассивного щелереза	Управление маркёрами производится с рабочего места тракториста. Орудие оснащается системой контроля, сигнализирующей о нарушении технологического процесса	Габариты культиватора при транспортировке не более 4 м. Дорожный просвет культиватора не менее 300 мм
5.5	Режущие элементы рабочих органов изготовлены из износостойких сталей или покрыты износостойким сплавом	Имеется устройство для индивидуальной регулировки глубины хода рабочих органов для обработки почвы и посева культур	Регулировка глубины хода рабочих органов индивидуальная, плавная, в диапазоне 6...12 см
5.6	Рабочая скорость до 6 км/ч. Дорожный просвет не менее 300 мм. Транспортная скорость – по трактору	Рабочие органы самоочищаются от почвы и растительных остатков. Высевающие аппараты легко очищаются от семян и удобрений	На культиваторе необходимо предусмотреть места для установки устройств по внесению минеральных и органоминеральных удобрений
5.7	Конструкция щелевателя удобная для выполнения регулировок, замены рабочих органов и имеет минимальное количество точек смазки. Все места смазки с однократной или сезонной заправкой. Трудоёмкость замены рабочих органов не более 0,25 ч	Конструкция зернотуковых ящичков, их расположение приспособлены для механизированной заправки высеваемым материалом. Посевные модули в собранной сеялке располагаются в шеренгу	Лезвия культиваторных лап износостойкие и самозатачивающиеся
5.8	Соединение щелевателя с трактором	Нормы высева семян и удобрения устанавли-	Культиватор оборудован гидрофицирован-

	осуществляется при помощи автоматического навесного устройства	ваются по шкале. Время для изменения норм высева не более 2 мин.	ными маркерами, управляемыми из кабины трактора
5.9	В конструкции щелевателя необходимо предусмотреть высокую надёжность креплений, не требующих ежесменной подтяжки, и предохранительное устройство, исключающее поломку фрезы и её привода при встрече с препятствием	При транспортировке ширина машины не превышает 4,0 м, транспортный просвет не менее 300мм	Масса орудия в полной комплектации не более 400 кг на 1 м ширины захвата
5.10	Перевод щелевателя в рабочее и транспортное положения осуществляется от гидросистемы трактора	Удельная металлоёмкость не более 1300 кг на 1 метр ширины захвата	Основная производительность культиватора не менее 3,8 га/ч. Коэффициент использования эксплуатационного времени не менее 0,7
5.11	Щелеватель обслуживается одним трактористом	Элементы конструкции, находящиеся в контакте с удобрением, должны быть выполнены из материалов стойких к воздействию туков или иметь соответствующее покрытие	Коэффициент технического использования 0,97. Среднее время на ежесменное техническое обслуживание не более 0,05 ч
5.12	Масса щелевателя не более 900 кг	На орудие применяются легированные стали, пластмассовые изделия и трубы специального профиля, обеспечивающие снижение металлоёмкости и необходимую прочность элементов конструкции	Наработка на отказ не менее 150 ч
5.13	Производительность	Трудоёмкость перево-	Коэффициент готов-



	5...6 погонных км в час чистого времени и 4...5 погонных км в час сменного времени	да в транспортное положение или обратно не более 0,2 ч	ности культиватора 0,98
5.14	Коэффициент готовности не менее 0,98. Коэффициент технического использования 0,94. Коэффициент надёжности технологического процесса не менее 0,99	Производительность на 1 м ширины захвата не менее 2 га за час чистого времени и 1,4 га – за час сменного времени. Коэффициент использования рабочего времени не ниже 0,7	Коэффициент надёжности технологического процесса 0,99
5.15	Удельная трудоёмкость периодического технического обслуживания не более 0,05 чел.-ч/пог.км	Начало и прекращение высева семян и удобрения синхронизированы, соответственно, с заглублением рабочих органов и подъёмом их в транспортное положение	Срок службы машины 8 лет. Гарантийный срок – 2 года
5.16	Наработка на отказ не менее 60 ч	Обслуживает орудие 1 человек (без учёта загрузки семенами и удобрением)	Конструкция культиватора должна соответствовать «Единым требованиям БЖД»
	Срок службы машины 8 лет. Гарантийный срок – 2 года	Коэффициент надёжности технологического процесса не менее 0,97	
5.17	Годовая загрузка 280 часов	Коэффициент готовности не ниже 0,9	
5.18	Конструкция должна соответствовать «Единым требованиям БЖД»	Коэффициент технического использования не ниже 0,95	
5.19		Срок службы 7 лет. Гарантийный срок – 2 года	
5.20		На машине используются узлы и детали унифицированные с применяемыми на других почвообра-	

		тывающих и посевных машинах. Унификация узлов и деталей не менее 25 %	
5.21		Конструкция сеялки должна соответствовать «Единым требованиям БЖД»	
<b>6. Эколого-экономические требования</b>			
6.1	Нарезаемая щелевателем щель по водопоглощающей способности в 6,7 раза превышает две щели базового орудия ЩН-2-140. Применение щелевателя в агрегате с трактором класса 30 кН обеспечивает снижение в 2...6 раз интенсивности механического воздействия на почву и в 2...7раз – приведенных затрат на выполнение приёма	Комбинированное почвообрабатывающее-посевное орудие в сравнении с однооперационными машинами аналогичного назначения должно снизить затраты труда на предпосевную обработку почвы и посев не менее, чем на 25 %	Применение пропашного культиватора в сравнении с базовой конструкцией КРН-5,6/45 позволяет уменьшить ширину защитной зоны рядков не менее, чем в 2 раза, и за счёт этого в 1,2 раза увеличить обрабатываемую площадь поля
<b>7. Срок действия агротребований</b>			
7.1	5 лет		
<b>8. Разработчик агротребований</b>			
8.1	Разработаны Всероссийским научно-исследовательским институтом земледелия и защиты почв от эрозии (ВНИИЗиЗПЭ). Одобрены Учёным советом ВНИИЗиЗПЭ, протокол № 3 от 15 июля 2013 г.		

При обосновании нормативов использован банк данных для проектирования перспективных агротехнологий и машин [18], а также результаты теоретико-экспериментальных исследований, государственных испытаний на МИС и производственных испытаний [19].

### 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ МАШИН В КОМПЛЕКСЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Оценили эколого-экономическую эффективность перспективной агротехнологии возделывания пропашных культур на примере сахарной свёклы. Экономический эффект агротехнологий определяли по формуле [22, с.13]:

$$\mathcal{E} = P_{\sigma} - P_{\eta} + \Delta\mathcal{E}, \text{ руб./га};$$

где  $P_{\sigma}$ ,  $P_{\eta}$  - приведенные затраты на 1 га площади посевов при возделывании культуры, соответственно, по базовой и перспективной агротехнологии, руб./га;

$\Delta\mathcal{E}$  - экономический эффект от изменения урожайности культуры с применением перспективной агротехнологии, руб./га:

$$\Delta\mathcal{E} = \Delta U \cdot C, \text{ руб./га};$$

где  $\Delta U$  – прибавка урожайности корнеплодов, т/га;

$C$  – рыночная цена корнеплодов, руб./т.

Экологическую эффективность перспективной агротехнологии определяли по интегральному показателю интенсивности механического воздействия на почву [23]. Параметры технического уровня базовой и перспективной агротехнологии оценили с помощью программы автоматизированного проектирования системы машин в адаптивно-ландшафтном земледелии [21]. Исходные данные для запуска программы соответствуют современному состоянию конъюнктуры рынка:

- Ставка оплаты труда механизатора 95 руб./ч.
- Цена дизельного моторного топлива 30 руб./кг.
- Расход семян сахарной свёклы 1,3 п.е./га., цена их 3200 руб./п.е.
- Норматив эффективности капитальных вложений 0,15.
- Установленная по выносу элементов питания номенклатура и количество удобрения ориентирована на урожайность в ЦЧР корнеплодов сахарной свёклы 50 т/га. Совокупные затраты на удобрение 19307 руб./га (табл. 3).

**Таблица 3. Минеральное удобрение под сахарную свёклу  
на планируемую урожайность корнеплодов 50 т/га**

Наименование	Норма внесения, кг/га	Цена, руб./кг	Сроки внесения	Стоимость, руб./га
Аммофос, N <sub>12</sub> P <sub>52</sub>	300	12,9	Осенью, под вспашку	3870
Калимаг, K <sub>46,2</sub> Mg <sub>7</sub>	800	8,7		6960
Известково-аммиачная селитра, N <sub>27</sub>	500	8,9	Весной, под предпосевную обработку почвы	4450
ОМУ «Свекловичное»	160	22,1	Весной, в рядок культуры или под предпосевную обработку почвы	3536
Акварин-5	3 раза по 2 кг/га=6 кг/га	81,8	Летом, листовые подкормки	491
Всего:				19307

Средние затраты на пестициды по базовой агротехнологии (6885 руб./га) вытекают из схемы химической защиты посевов культуры, характерной для условий ЦЧР (табл. 4).

**Таблица 4. Примерная схема химической защиты сахарной свёклы**

Наименование пестицидов	Цена, руб./л (руб./кг)	Норма расхода, л/га (кг/га)	Стоимость, руб./га	
			Базовая агротехнология	Перспективная агротехнология
Обработка 1 (до всходов)				
Торнадо 500	330	1,0	330	-
ДуалГолд	860	1,6x0,6	-	826
Обработка 2: при t ≤ 16 <sup>0</sup> C				
Бетанал Прогресс ОФ	1090	1,0	1090	-
Митрон	1300	1,5	1950	-
при t > 16 <sup>0</sup> C				
Бетанал Прогресс ОФ	1090	1,0	1090	-
Кондор	(20060)	(0,02)	401	-

Обработка 3				
Децис Профи	4600	0,04	184	184
Обработка 4				
Бетанал Прогресс ОФ	1090	1,5	1635	-
Кондор	(20060)	(0,02)	401	-
Добавляется при необходимости:				
Лорнет	1829	0,4	732	732
Центурион	1500	0,6	900	900
Обработка 5				
Беназол	667	0,7	467	467
Всего:			6110...7659	3109

Для перспективной агротехнологии, на ранней стадии развития культуры сорняки в защитной зоне рядков уничтожают междурядными обработками пропашным культиватором, оснащённым оригинальными игольчатыми дисками. В промежутке между смыканием растений в рядках и междурядьях культиватор оборудуют окучниками, которые уничтожают сорняки в защитной зоне рядков присыпанием. В обоих случаях в междурядьях сорняки подрезают. Таким образом, двукратное применение нового культиватора позволяет исключить дорогостоящие и экологически небезупречные вторую и четвёртую обработки посевов гербицидами.

Комбинированным почвообрабатывающе-посевным орудием созданы предпосылки ленточного внесения почвенных гербицидов в защитную зону рядков культуры, вследствие чего их расход сокращён на 40 %. Эффективность действия гербицидов практически не изменилась, так как количество сорняков на сравниваемых вариантах оставалось почти одинаковым [20].

Использование новых машин в перспективной агротехнологии позволило сократить затраты на средства защиты растений по до 3109 руб./га.

После введения в программу полученных исходных данных, выполнен расчёт приведенных затрат, а также интенсивности механического воздействия на почву. Приведенные затраты по перспективной агротехнологии составили 35444 руб./га (рис. 1), что на 9,8 % ниже базового варианта (рис. 2). Интенсив-

ность механического воздействия на почву с применением перспективной агротехнологии снижена на 13,8 %.

С1, руб/ч	Сг, руб/кг	h1, кг/га	h2, кг/га	h3, кг/га	Ц1, руб/кг	Ц2, руб/кг	Ц3, руб/кг	Е	OK	
95	30	1,3	1	1	3200	19307	3109	0.15		
Таблица затрат по технологическим операциям										
Технологическая операция	Марка машины	Производительность, га/ч	Потребность, шт/1000 га	Цм, тыс.руб	Цт, тыс.руб	N кВт	Na кВт	Nвм кВт	Инг. МВП, МДж/га	Привед. затраты, руб/га
<b>1. Основная обработка почвы</b>										
Лущение стерни предшественника	БДМ-6х4П	4,5	0,75	650	3900	250	0	0	178,20	853,92
Внесение основного удобрения, корневые подкормки	МВУ-5	12	0,18	469	1120	60	0	20	8,26	118,97
Вспашка зяби	ПО-8-40	2,1	0,74	680	4600	210	0	0	285,12	1656,10
Глубокое рыление зяби	ЩР-1	14,9	0,35	120	4600	140	60	0	27,02	164,22
<b>2. Предпосевная обработка почвы</b>										
Ранневесеннее боронование зяби	БПП-20	28	0,3	380	1850	110	0	0	11,20	116,68
Внесение азотного удобрения	РУ-06	11,8	0,19	110	1120	60	0	20	8,40	89,30
Предпосевная культивация	нет	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<b>3. Посев</b>										
Точный посев сахарной свеклы	ТСУ (фрез.)	1,48	13,5	480	1120	60	30	10	92,43	2527,74
<b>4. Уход за посевами</b>										
Междурядная обработка посевов сахарной свеклы	КСУ-5,4	3	0,95	240	1120	60	0	0	57,02	374,56
Некорневые подкормки, применение химических СЗР	ОПГ 2000/18МК	16	0,33	416	1120	60	0	10	25,33	298,20 (3)
<b>5. Уборка урожая</b>										
Предуборочное окучивание посевов сахарной свеклы	КСУ-5,4	5	2,22	190	630	60	0	0	34,21	298,05
Удаление ботвы с корнеплодов	РБМ-6	2,1	1,59	510	1400	80	0	45	31,47	912,79
Уборка корнеплодов	Ритм КПС-6	2,0	1,67	970	3060	130	70	45	106,34	1881,07
Погрузки корнеплодов из кагатов в трансп. средство	СПС-4,2А-02	3,93	0,85	625	1400	80	0	55	7,66	536,70
<b>Сумма приведенных затрат = 35444.29 руб/га.</b>					<b>Суммарная интенсивность МВП = 872.67 МДж/га.</b>					

**Рис. 1. Приведенные затраты производства сахарной свёклы по перспективной агротехнологии**

С1, руб/ч	Сг, руб/кг	h1, кг/га	h2, кг/га	h3, кг/га	Ц1, руб/кг	Ц2, руб/кг	Ц3, руб/кг	Е	OK	
95	30	1,3	1	1	3200	19307	6885	0.15		
Таблица затрат по технологическим операциям										
Технологическая операция	Марка машины	Производительность, га/ч	Потребность, шт/1000 га	Цм, тыс.руб	Цт, тыс.руб	N кВт	Na кВт	Nвм кВт	Инг. МВП, МДж/га	Привед. затраты, руб/га
<b>1. Основная обработка почвы</b>										
Лущение стерни предшественника	БДМ-6х4П	4,5	0,75	650	3900	250	0	0	178,20	853,92
Внесение основного удобрения, корневые подкормки	МВУ-5	12	0,18	469	1120	60	0	20	8,26	118,97
Вспашка зяби	ПО-8-40	2,1	0,74	680	4600	210	0	0	285,12	1656,10
Глубокое рыление зяби	ГРП-4	3	1,75	370	4600	180	0	0	171,07	1150,16
<b>2. Предпосевная обработка почвы</b>										
Ранневесеннее боронование зяби	БПП-20	28	0,3	380	1850	110	0	0	11,20	116,68
Внесение азотного удобрения	РУ-06	11,8	0,19	110	1120	60	0	20	8,40	89,30
Предпосевная культивация	КППШ-6	5	1,67	650	3900	147	0	0	83,83	912,92
<b>3. Посев</b>										
Точный посев сахарной свеклы	Ритм-24Т	7	2,86	970	1120	60	10	10	19,38	979,12
<b>4. Уход за посевами</b>										
Междурядная обработка посевов сахарной свеклы	КРНВ-5,6-02	3	0,95	240	1120	60	0	0	57,02	374,56
Некорневые подкормки, применение химических СЗР	ОПГ 2000/18МК	16	0,33	416	1120	60	0	10	25,33	298,20 (3)
<b>5. Уборка урожая</b>										
Предуборочное окучивание посевов сахарной свеклы	Нет	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Удаление ботвы с корнеплодов	РБМ-6	2,1	1,59	510	1400	80	0	45	31,47	912,79
Уборка корнеплодов	Ритм КПС-6	2,0	1,67	970	3060	130	70	45	106,34	1881,07
Погрузки корнеплодов из кагатов в трансп. средство	СПС-4,2А-02	3,93	0,85	625	1400	80	0	55	7,66	536,70
<b>Сумма приведенных затрат = 39272.48 руб/га.</b>					<b>Суммарная интенсивность МВП = 993.27 МДж/га.</b>					

**Рис. 2. Приведенные затраты производства сахарной свёклы по базовой агротехнологии**

Имеют место и другие предпосылки более высокой эффективности перспективной агротехнологии возделывания сахарной свёклы.

Так, нарезание водопоглощающих щелей орудием ЩР-1 позволяет регулировать талый сток, следствием чего является предотвращение смыва почвы и дополнительное накопление продуктивной влаги. Немаловажно, что в сравнении с аналогом – глубокорыхлителем ГРП-4, орудие обеспечивает снижение в 7,0 раз приведенных затрат на исполнение приёма и в 6,3 раза интенсивности механического воздействия на почву.

На вариантах применения комбинированного почвообрабатывающе-посевного орудия в обработанных полосах получено на 6,6 % большее количество агрономически ценных фракций. Лучшее качество крошения почвы, а также исключение иссушения посевного слоя в промежуток времени между предпосевной обработкой и посевом, обеспечило повышение на 4,6 % полевой всхожести семян. Это позволило на вариантах применения комбинированного орудия получить прибавку урожайности корнеплодов 7,2 % [24, с.35]. Таким образом, для перспективной агротехнологии ожидаемая урожайность сахарной свёклы  $50 \times 1,072 = 53,6$  т/га.

Среднее расстояние перевозки корнеплодов на переработку в ЦЧР равно 32,4 км, рыночная стоимость перевозки - 2,8 руб./(т-км). Затраты на перевозку 4536 руб./га - по базовой и 4863 руб./га – по перспективной агротехнологии.

Эколого-экономические показатели эффективности производства сахарной свеклы, с учётом прогнозируемой на 2013 год оптовой закупочной цены на корнеплоды 1500 руб./т, представлены в табл. 5.

Более высокий технический уровень машин способствовал снижению на 14,2% себестоимости корнеплодов, производимых на варианте перспективной агротехнологии. При цене их реализации 1500 руб./т это позволило повысить рентабельность производства сахарной свёклы с 71 до 99 %, получить чистую прибыль 40093 руб./га, а также на 13,8 % снизить интенсивность механического воздействия на почву.

**Таблица 5. Эколого-экономическая эффективность перспективной агротехнологии (на примере сахарной свёклы)**

Показатели	Агротехнологии	
	Базовая	Перспективная
Урожайность корнеплодов, т/га	50,0	53,6
Приведенные затраты, руб./га	39272	35444
Затраты на перевозку корнеплодов на перерабатывающий завод, руб./га	4536	4863
Себестоимость корнеплодов, руб./т	876	752
Цена реализации корнеплодов, руб./т	1500	
Чистая прибыль, руб./га	31192	40093
Рентабельность производства, %	71	99
Снижение интенсивности механического воздействия на почву, %	-	13,8

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Составляющими перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур, являются новые элементы обработок почвы и посева. Комплексную механизацию их невозможно выполнить применением лишь освоенных производством технических средств. На недостающую технику обоснованы агротребования. Это щелеватель для поделки на зяби щелей с ненарушенными стенками, комбинированное орудие, совмещающее с посевом предпосевную культивацию и ленточное внесение почвенных гербицидов, пропашной культиватор для обработки посевов с малыми защитными зонами. Конструкции перечисленных технических средств защищены авторскими свидетельствами и патентами, что подтверждает их новизну и показатели качества технологического процесса не ниже мирового уровня.

2. Наличие в комплексе роторного щелевателя обеспечивает предотвращение талого стока и смыва почвы с зяби и дополнительное накопление продуктивной влаги. Следствием совмещения приёмов комбинированным почвообрабатывающе-посевным орудием являются менее затратные полосная предпосевная обработка почвы в зоне рядков культуры и экономное ленточное вне-



сение в эту зону почвенных гербицидов. Ликвидация временного разрыва между предпосевной обработкой и посевом предотвращает иссушение посевного слоя. Оригинальные игольчатые диски пропашного культиватора уничтожают сорняки в защитной зоне рядков, а сменные окучки присыпают сорняки в рядках.

3. Агротребования к новым машинам обеспечивают углубленную адаптацию механизированных перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур к биологическим особенностям культур и состоянию полей и отвечают концепции адаптивно-ландшафтного земледелия.

4. На примере сахарной свёклы определены эколого-экономические преимущества перспективной агротехнологии возделывания пропашных культур. Техническое обеспечение, выполненное на базе нового комплекса машин, позволило повысить рентабельность производства сахарной свёклы с 71 до 99 %, получить чистую прибыль 40093 руб./га, а также на 13,8 % снизить интенсивность механического воздействия на почву.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Brunotte, J. Maßnahmen zum Bodenschutz im Zuckerrübenanbau. KTBL-Arbeits papier 159. – Darmstadt. – 1991. - 16 s.
2. Sommer, C., Köller, K., Brenndörfer, M. Bodenbearbeitungs- und Bestellsysteme in der Diskussion. KTBL-Arbeitspapier 130. – Darmstadt. – 1989. - S.8-15.
3. KTBL (Hrsg.) Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung. KTBL - Arbeits papier 190. – Darmstadt. - 1992.
4. Дифференцированная система основной обработки почвы в районах действия водной и совместного действия водной и ветровой эрозии: Рекомендации / Волковский Е.П., Сорокин В.Г., Зеленин Г.Г. и др. - Курск, 1988. – 85 с.
5. Raebiger, H., Hoffman, B. Mulchsaaten bei Zuckerrüben. In: Rund um die Zuckerrübe. Sonderheft Neue Landwirtschaft. – 1993. - S.39-41.
6. Spicher, J., Haberland, R. Maßnahmen zum Wassersparenden Zuckerrübenanbau. Zuckerrübe. - 1997. - № 46. – S.254-256.
7. Hofmann, B., Stock, H.-G., Diepenbrock, W. Anpassung pflanzenbaulicher Produktionstechnik an Trockenbedingungen. Mitt. Gesellschaft Pflanzenbauwissenschaften. – 1994. - № 4. – S.1-8.

8. Brunotte, J., Sommer, C. Gutefachliche Praxis bei der Bodennutzung - Bodenbearbeitung standortangepasst und bodenschutzorientiert. Zuckerrübe. - 1996. - № 45. – S.278-281.
9. Czeratzki, W. Charakterisierung von bearbeitungsbeeinflussten Bodeneigenschaften in Beziehung zum Pflanzenwachstum. Landbau Forschung Völkensrode 16. – 1966. - № 1. - S.37-44.
10. Brunotte, J., Sommer, C. Mulchsaat – einwichtiger Bestandteil zukünftiger Landbewirtschaftung. AMAZONE-Werke Hasbergen-Kaste. – 1997.- S.61.
11. Гуреев, И.И. Результаты государственных испытаний комплексных удобрений на сахарной свёкле / И.И. Гуреев, А.Л. Брежнев, Г.М. Колесников, А.Н. Трубников // Сахарная свёкла. - 2010. – № 4. - с.16-18.
12. А. с. 952168 СССР, М. Кл.<sup>3</sup> А 01 G 31/02. Способ обеспечения растений минеральными элементами / А. С. Плешков, Б. А. Ягодин (СССР). - № 2970658/30-15; заявл. 31.07.80; опубл. 23.08.82, Бюл. № 31.
13. Никитин, И.А. Окучивание и уборка корнеплодов / И.А. Никитин, А.Ф. Никитин // Сахарная свёкла. – 1998. - № 9. – С. 17-18.
14. Галиакберов, А.Г. Окучивание сахарной свёклы – эффективный приём /А.Г. Галиакберов, Р.В. Науметов. – Сахарная свёкла. – 2008. - № 4. – С.10-11.
15. Brunotte, J., Sommer, C. Fahrgassen im Zuckerrübenanbau. Problemstellung, Durchführung, Wertung. Zuckerrübe. - 1993. - № 42. – S.344-349.
16. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. и др. Сахарная свёкла (Выращивание, уборка, хранение) / Под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО». – 2012. – 315 с.
17. Гуреев, И.И. Современные технологии возделывания и уборки сахарной свёклы. Практическое руководство / Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Печатный Город, 2011. – 256 с.
18. Банк данных для проектирования перспективных агротехнологий и машин. – Курск, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – 23 с.
19. Проект комплексной механизации агротехнологий возделывания сахарной свёклы // Гуреев И.И., Дьяков В.П., Голоцуцких В.И., Гребенщиков Г.К., Колтунов С.П., Шор Д.В. / Под ред. И.И. Гуреева. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2007. – 52 с.
20. Алгоритм проектирования системы машин в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья. – Курск, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2009. – 9 с.
21. Свид. о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011611304 Российская Федерация, Программа автоматизированного проектирования системы машин в адаптивно-ландшафтном земледелии / Гуреев И.И., Руд-

- нев Н.И.; правообладатель ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. - № 2010617841; заявл. 13.12.2010; зарегистр. 9.02.2011.
22. ГОСТ 23728-88 – ГОСТ 23730-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М., 1988. – 25 с.
23. Гуреев, И.И. Механическая нагрузка на почву при выращивании сельскохозяйственных культур / И.И. Гуреев // Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии (к 70-летию со дня рождения академика Щербакова А.П.): Сб. докладов научно-практической конференции, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 13-15 сентября 2011 г. – г. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2011. – С.116-120.
24. Исходные требования на создание комплекса машин для адаптивно-ландшафтного земледелия / И.И. Гуреев, В.П. Дьяков, В.А. Плотников и др. // Под ред. И.И. Гуреева. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 76 с.

Научное издание

**Агротребования к новым машинам для механизации перспективных агротехнологий возделывания пропашных культур / И.И. Гуреев, В.П. Дьяков, Г.К. Гребенщиков, С. Дурдыев. – Курск, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2013. - 35 с.**

Заказ № 111 от 21 октября 2013 г.

Тираж 150 экз.

Подписано в печать 25.10.2013 г.

Отпечатано ООО «ТОП»

305016, г. Курск, ул. Советская. 15а