

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Почвенный институт имени В.В. Докучаева»
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева

Москва 2019

Методические рекомендации подготовлены авторским коллективом в составе: В.И. Кирюшин, В.К. Дридигер, А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Д.Н. Козлов, С.В. Кирюшин, А.А. Конищев.

Под редакцией
академика РАН А.Л. Иванова
и академика РАН В.И. Кирюшина

Рекомендации подготовлены при поддержке гранта Президиума РАН

Оглавление

Стр.

- Введение
- 1. Минимизация обработки почвы как основа почвозащитного земледелия
- 2. Противоречия современного этапа минимизации обработки почвы
- 3. Регулирование фитосанитарных условий – узловая проблема минимизации обработки
- 4. Оптимизация плотности почвы, концепции полосной обработки.
- 5. Основные направления научных исследований
- 5.1. Агрономическая оценка земель по условиям минимизации и прямого посева для различных культур
- 5.2. Мульча как определяющее условие минимизации обработки почвы и прямого посева
- 5.3. Гипотеза биологического саморыхления почвы
- 5.4. Регулирование режима органического вещества
- 5.5. Регулирование водно-физических свойств почв
- 5.6. Оптимизация севооборотов по условиям минимизации обработки почвы
- 5.7. Регулирование фитосанитарной ситуации
- 5.8. Оптимизация систем удобрения
- 5.9. Требования к технике для прямого посева
- 6. Задачи исследований
- 7. Методы исследований
- 7.1. Выбор объекта исследований и организация полевого экспериментирования
- 7.2. Обоснование схем полевых опытов
- 7.3. Выбор опытных участков и их характеристика
- 7.4. Особенности проведения полевых опытов
- 7.5. Метеорологические наблюдения
- 7.6. Наблюдения за динамикой агроценозов
- 7.7. Методы учета сорняков
- 7.8. Методы учета распространения и развития болезней
- 7.9. Методы учета насекомых
- 7.10. Наблюдения за динамикой почвенных режимов и свойств почв
- 7.11. Контроль за загрязнением почв остатками пестицидов
- 7.12. Учет урожайности
- 7.13. Оценка качества продукции
- 7.14. Энергетическая оценка систем обработки почвы
- 7.15. Экономическая оценка систем обработки почвы

Введение

Проблема обработки почвы, в особенности ее минимизации и прямого посева, стала наиболее дискуссионной в земледелии. В последние годы в связи с ослаблением науки, отвлеченной на реформы, эпицентр дискуссии переместился в производство и ведется она на сугубо эмпирическом уровне сторонников и противников, особенно в отношении прямого посева. В научных учреждениях вследствие ограниченности полевых экспериментов и невысокого методического уровня исследований при отсутствии эффективной их координации, складывается весьма противоречивая картина представлений, нередко полярных и мифизированных. В конечном итоге по этой причине и вследствие отсутствия внятной государственной научно-технической и агротехнологической политики, уровень технологий в сельском хозяйстве, в том числе обработки почвы, весьма невысок. Широкое распространение получила обработка почвы всевозможными дискаторами. Ее применение создало опасность повторения пыльных бурь на востоке страны. Иногда эта обработка или просто «ленивка» выдается за искомую минимальную или прямой посев. Нередко это сопровождается лозунгами «энергосберегающего, или «ресурсосберегающего земледелия» или того и другого. На деле это означает упрощенчество агротехнологий, на которое склонны товаропроизводители, с большим напряжением сводящие концы с концами.

На самом же деле прямой посев – весьма сложная категория. Безусловно, отказ от основной обработки почвы – глобальная тенденция. Это своего рода вызов многовековой истории почвообработки, который стал возможным в условиях соответствующих достижений научно-технического прогресса. Это одно из достижений перманентной мировой агротехнологической революции (зеленой, агрохимической, информационной). На пути минимизации всегда стояли два ключевых фактора – плотность почвы и засоренность посевов. Исторические прорывы минимизации почвообработки (Овсинский, Жан, Ахенбах, Фолкнер, Тулайков, Мальцев) происходили на плодородных, гуму-

сированных структурных почвах, то есть там, где плотность почвы была оптимальной для самых требовательных культур. А реализовывались эти прорывы там, где удавалось преодолеть возраставшую при минимизации почвообработки засоренность посевов. В определенной мере это удалось Т.С. Мальцеву за счет повышения доли чистого пара и поздних сроков посева, позволяющих подрезать сорняки предпосевной обработкой, а в дальнейшем применением гербицидов. Сегодня наиболее активные призывы к прямому посеву идут из Аргентины, в которой опыт его применения сложился на темноцветных структурных почвах. В целом же в мире, несмотря на популярность прямого посева процесс его освоения протекает относительно медленно. Из 1,5 млрд га пашни, которой располагает наша планета нулевая обработка используется на площади 0,1 млрд га, безотвальная – на 0,4 млрд га. Это преимущественно степная зона. В Европе доля классической технологии подготовки почвы составляет 70-75%, безотвальной – 20-25%, прямого посева – менее 5%.

Сложность и многоплановость проблемы минимизации обработки почвы была осмыслена еще в 60-х годах при разработке и освоении плоскорезных систем. Успех этого этапа минимизации почвообработки обязан научно-организационной школе академика А.И. Бараева, включавшей создание сети многофакторных полевых экспериментов, разработку агротребований к технологиям и машинам, жесткую координацию исследований, создание инновационных моделей земледелия на базе опытных хозяйств и крупных сельскохозяйственных предприятий, инновационную пропаганду, подготовку специалистов.

Современный период развития минимизации обработки почвы, в частности с ориентацией на прямой посев, по характеру трудностей и противоречий напоминает первый этап. По аналогии с прошлым сегодня за рубежом имеется опережающий опыт прямого посева и систематической нулевой обработки почвы (no-till). У нас прямой посев оказался слабым звеном, поскольку научные учреждения по земледелию не располагали современными

дорогостоящими посевными комплексами, а главное, эта работа не была организована на том уровне координации и интеграции агрономов и механизаторов, который был обеспечен в 60-х годах. В данной связи предстоит большая научно-организационная работа, начиная с создания сети полевых экспериментов на соответствующем научно-методическом уровне.

На сегодняшний день существующее разнообразие систем и подсистем обработки почвы можно представить шестью основными системами с различными подсистемами (51). Это разнообразие определяется почвенно-климатическими условиями, биологическими требованиями сельскохозяйственных культур, уровнем интенсификации земледелия, социально-экономическими и другими условиями.

1. Отвальная система обработки почвы в севообороте, включающая основную и предпосевную обработки. По глубине основной обработки выделяются подсистемы: глубокая, разноглубинная и мелкая.

2. Мульчирующая система, основанная на применении безотвальных орудий, сохраняющих на поверхности почвы пожнивные остатки (плоскорезы, стойки СибИМЭ, чизели и др.). Включает глубокую, разноглубинную, мелкую подсистемы обработки. В сочетании с ними применяется прямой посев под отдельные культуры, например под озимую пшеницу. Прямой посев производится специальными сеялками без существенного нарушения стерни.

3. Комбинированная система, включающая различные варианты, сочетающие отвальные обработки с безотвальными на разную глубину и прямым посевом. Различают глубокую, разноглубинную и минимальную подсистемы.

4. Нулевая система (no-till), характеризуется тем, что почва остается без механической обработки в севообороте, за исключением посева, производимого специальными сеялками путем врезания семян в почву. Борьба с сорной растительностью осуществляется гербицидами.

5. Гребне-грядовая система для периодически затопляемых почв.

6. Полосная система обработки почвы (strip-till), в которой чередуются полосы прямого посева с различными вариантами почвообработки и др.

Задача современных исследований заключается в выявлении закономерностей влияния минимизации обработки почвы под различные культуры и отказа от нее на свойства и режимы почв, функционирование агроценозов и обоснование оптимальных вариантов систем обработки применительно к различным условиям ведения земледелия.

Помимо развития экспериментальных работ данные методические рекомендации ориентированы на обобщение имеющегося мирового опыта почвообработки.

Особый акцент сделан на разработке технологий прямого посева и их теоретическом обосновании. С позиций экологического императива мульчирующие обработки почвы, особенно нулевая, имеют существенное преимущество, поскольку способствуют предотвращению деградации почв. Однако при всех достоинствах они имеют ряд недостатков. Вопрос в том можно ли их преодолеть и получить одновременно с экологическим экономический эффект. Ответ на этот вопрос требует глубоких и разносторонних исследований, в том числе фундаментальных, к которым следует отнести: механизмы уплотнения и разуплотнения почв, биологическое саморыхление, режим органического вещества, формирование почвенной структуры, взаимодействие корневых систем различных растений с почвой, трансформация пестицидов и их воздействие на растения, режим азота, влияние растительной мульчи на водный и температурный режим почвы и другие, на которых концентрируется внимание в Методическом руководстве.

1. Минимизация обработки почвы как основа почвозащитного земледелия

Проблема минимизации обработки почвы активно развивается во всем мире. К первым ее попыткам в России относятся работы И.Е. Овсинского в начале XX века, затем Н.М. Тулайкова в 30-х годах. С начала 50-х годов эта проблема интенсивно разрабатывалась Т.С. Мальцевым, а с 60-х годов во ВНИИ зернового хозяйства – под руководством А.И. Бараева. К концу 60-х годов была создана почвозащитная система земледелия (2), основанная на плоскорезной обработке почвы, а к концу 70-х она была в основном освоена в степной зоне Казахстана и Сибири. Эта система решила проблемы защиты почвы от ветровой эрозии и остановила экологическую катастрофу на востоке страны. Тогда же было установлено (56), что наряду с предотвращением эрозионных потерь обеспечивается также уменьшение биологических потерь гумуса. Исследованиями в многолетних полевых опытах ВНИИ зернового хозяйства на южных черноземах было показано существенное превышение содержания гумуса в пахотном слое при плоскорезной обработке по сравнению с системой вспашки, возрастающее с длительностью проведения опытов. Одновременно с уменьшением интенсивности минерализации органического вещества было показано снижение накопления минерального азота при плоскорезной обработке (56,57). В дальнейшем подобные результаты были получены многими исследователями в различных регионах. При этом наиболее контрастные различия в режимах органического вещества и азота отмечены на первых этапах освоения целинных земель.

Почвозащитная система оказала революционизирующее влияние на земледелие всей страны. В 70-80-х годах началось ее движение по всем направлениям, стали появляться региональные разработки различных ее вариантов. В начале 80-х годов В.И. Кирюшиным была организована сеть многофакторных полевых экспериментов по изучению систем обработки почвы и возможности их минимизации в Западной Сибири (54,55,58,60). Эти иссле-

дования продолжают по сей день и получают развитие в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства. В схемы опытов наряду с глубокими отвальными и безотвальными обработками были включены разноглубинные варианты мелкой плоскорезной обработки и вариант без основной обработки почвы в зерно-паровых и зерновых севооборотах. Результаты исследований показали (54,58) близкую среднюю урожайность зерновых культур по вспашке и глубокой безотвальной обработке и некоторое снижение по плоскорезной обработке и, особенно, в варианте без основной обработки, на черноземах выщелоченных, выщелоченных смытых, обыкновенных, серых лесных и дерново-подзолистых почвах. В опыте на южном черноземе, так же как и в предшествующих исследованиях в Северном Казахстане, проявилось преимущество плоскорезных обработок в сухие годы, а вспашки во влажные. Чем засушливее климатические условия региона, тем больше преимущество плоскорезной системы обработки почвы, благодаря накоплению снега стерней и лучшему увлажнению почвы.

В результате изучения водного режима и физических свойств почв на всех стационарах показано некоторое увеличение плотности пахотного слоя и снижение водопроницаемости почвы при минимизации обработки (10,54). По режиму влаги во влажные годы преимущество имели варианты вспашки и глубокого рыхления, а в сухие – минимальные мульчирующие обработки. За 13 лет в опыте на черноземе выщелоченном средние запасы влаги в метровом слое по вспашке и глубокому рыхлению были одинаковыми, на вариантах плоскорезной обработки и без основной обработки – ниже соответственно на 3,5% и 6,5% (10). Это согласуется с данными некоторого повышения плотности почвы и снижения водопроницаемости при минимизации почвообработки. В этом опыте, как и других, отмечено существенное снижение накопления минерального азота при минимизации почвообработки. В частности, средние за 1996-2002 гг. запасы нитратного азота в слое почвы 0-100 см во время всходов озимой ржи по черному пару составили: по вспашке – 151 кг/га, безотвальной глубокой обработке 142 кг/га, минимальной – 113 кг/га,

нулевой – 105 кг/га (10). Причину данного явления связывают с потреблением азота сорняками в связи с более высокой засоренностью минимальных фонов, что в определенной мере имеет место. Однако главная причина связана с изменениями биологической активности почвы. Исследованиями на этом же черноземе (59) установлено снижение численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов, ферментативной активности и интенсивности процессов минерализации органического вещества в зависимости от степени минимизации обработки почвы. Показано существенное снижение интенсивности выделения CO_2 с поверхности почвы при минимальной (плоскорезной) обработке по сравнению с вариантом вспашки (в среднем за вегетационный период на 300 кг/га), а также значительное уменьшение интенсивности разложения клетчатки. Следствием снижения биологической активности почвы при минимизации обработки является сдерживание процессов минерализации азота. Это явление может рассматриваться двояко. На почвах с низкой биологической активностью и обеспеченностью растений минеральным азотом, минимизация обработки усиливает его дефицит и требуется соответствующая его компенсация внесением минеральных удобрений. Там же, где происходит избыточное накопление нитратов, минимизация обработки почвы играет важную роль в снижении темпов минерализации азота и предотвращении его потерь.

Определение нитратов в слое 0-250 см в опытах различных НИИ (57) показало снижение их содержания при плоскорезной обработке по сравнению с отвальной в зерно-паровых севооборотах в 1,7-2,0 раза при уровне содержания в южных черноземах соответственно 133 и 266 кг/га, в обыкновенных 93 и 158, в выщелоченных 36 и 62 кг/га.

Чрезвычайно важной характеристикой систем обработки почвы с оставлением на поверхности почвы пожнивных остатков является способность противостоять эрозии. Определяющее их значение в защите почвы от ветровой эрозии разносторонне доказано исследованиями ВНИИ зернового хозяйства (124), а затем и многими другими. Меньше внимания уделяется ис-

следованиям их роли в защите от водной эрозии в связи с перекосом в сторону изучения гидротехнических мероприятий. В одном из названных опытов на выщелоченном черноземе на склоне 2-4° показано (58), что мульчирующие обработки почвы сокращают смыв почвы по сравнению с системой вспашки в 3-4 раза. В частности, величина смыва в среднем за 1985-1989 гг. по вспашке, и мелкой плоскорезной обработке составила по пару соответственно 27,5 и 11 м³/га, по непаровым предшественникам 12,3 и 4 м³/га.

По итогам исследований на солонцеватых почвах и солонцах (60) показано преимущество глубокой безотвальной обработки на немелиорируемых солонцах и комбинированной мульчирующей обработки (мелкой плоскорезной с периодической глубокой в пару) по мелиорированным фонам (плантажной и трехъярусной обработок).

В результате этих работ и подобных исследований в ряде НИИ РАСХН (18,22,87,119 и др). различные варианты мульчирующих обработок почвы к 90-м годам получили широкое распространение в районах Сибири, Зауралья, Южного Урала. Важнейшим условием их реализации явилось преодоление засоренности посевов, которое резко усиливалось при переходе на безотвальные и плоскорезные обработки. Первоначально эта задача решалась в соответствии с рекомендациями Т.С. Мальцева за счет чистых паров и оптимально поздних сроков посева зерновых, позволяющих уничтожить сорняки предпосевными обработками в зерно-паровых севооборотах. С появлением гербицидов сократилось применение механических обработок и доля чистого пара. Исследованиями сибирских ученых (55,90) в многофакторных полевых экспериментах было доказано, что в лесостепной зоне по мере обеспечения пашни удобрениями и другими агрохимическими ресурсами зерновые севообороты значительно превосходят зерно-паровые по выходу зерна с гектара пашни.

При этом дополнительное применение азотных удобрений является разрешающим условием как по отношению к сокращению чистого пара, так и по отношению к возможности перехода на мульчирующую обработку, тем

более при оставлении всей соломы. Помимо компенсации дефицита азота внесение его с азотными удобрениями позволяет реализовать дополнительное увлажнение, которое создается за счет задержания снега стерней.

Следует подчеркнуть, что разработка и освоение почвозащитных систем обработки осуществлялась с немалыми трудностями и противоречиями, которые носили как субъективный, так и объективный характер. Первый связан с консерватизмом земледельцев, которым приходилось преодолевать веками сложившиеся правила и традиции, второй – с большим разнообразием природных условий и необходимостью адаптации к ним. По мере продвижения почвозащитной системы на запад страны все больше проявлялись недостатки плоскорезных систем обработки почвы, особенно в отношении засоренности посевов и в целом ухудшения фитосанитарной ситуации. Объективно агрономическая ситуация в европейской части страны осложнялась значительной долей в севооборотах свеклы, подсолнечника, кукурузы, и других пропашных культур.

Активная пропаганда почвозащитной системы земледелия, проводимая ее создателями и организаторами, встретила сопротивление и не только среди производителей, но и ученых. Важную роль в переосмыслении традиционного земледелия сыграл широкомасштабный полтавский эксперимент, организованный в 1973 году Ф.Т. Моргуном (86) при поддержке А.И. Бараева и Т.С. Мальцева. Импульсом к его организации послужили пыльные бури, разыгравшиеся в так называемом Армавирском коридоре и засыпавшие мелкоземом полезащитные лесные полосы. Полтавский эксперимент, как и все крупные начинания в сельском хозяйстве, проводился кампанейским путем со всеми его недостатками без должной дифференциации и т.п. У него было много оппонентов, в том числе тенденциозных противников. Даже современные критики сетуют на то, что «плоскорезную обработку почвы вводили в ранг партийной установки, что систему эту навязывали сверху и после ухода А.И. Бараева и его сподвижников применение плоскорезной обработки резко сократилось» (99). Справедливости ради надо отметить, что государ-

ственного давления на процесс создания и освоения почвозащитной системы не было. Более того, вначале проявилось непонимание проблемы, глава Партии и государства Н.С. Хрущев отдал распоряжение о снятии с работы директора ВНИИЗХ А.И. Бараева в 1964 году, когда после напряженной научной работы коллектива института определились контуры почвозащитной системы земледелия и нужна была поддержка ее развития. Это поняли тогда некоторые партийные руководители областей, в том числе Ф.Т. Моргун, и включились в процесс реконструкции земледелия во избежание павлодарских, армавирских и других пыльных котлов и коридоров. Эти исторические уроки важно понимать постольку, поскольку подобные коллизии проявляются в современной практике земледелия.

В 80-х годах в процессе создания и освоения зональных систем земледелия были разработаны зонально-провинциальные системы обработки почвы, включавшие различные комбинации вспашки, безотвального рыхления, плоскорезной обработки, чизелевания, щелевания и др. Они вошли в состав рекомендаций, которые были изданы для большинства административных областей под названием «зональные системы земледелия (области)».

Качество этих рекомендаций существенно различалось по областям в связи с разной степенью научного обеспечения. Наиболее обоснованные рекомендации были разработаны для Сибири и Зауралья. В Европейской части страны, особенно в ЦЧО, осталось много неопределенностей. Здесь в значительной мере сложился перекосяк в сторону контурно-мелиоративного земледелия, разрабатывавшегося ВНИИЗиЗПЭ, а возможности мульчирующих обработок в отношении защиты почвы от водной эрозии остались неопределенными, так же как и влияние их на водный, пищевой, и другие почвенные режимы, а также фитосанитарное состояние посевов и др.

В 90-х годах в развитии сельскохозяйственной науки начался новый этап – разработка адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ). Сущность их заключается в адаптации систем земледелия применительно к различным категориям ландшафтов (агроэкологическим группам земель), уров-

ням интенсификации производства и хозяйственным укладам, исходя из биологических требований растений и востребованности продукции рынком. Концептуальной основой адаптивно-ландшафтного земледелия является создание ландшафтно-экологической структуры, обеспечивающей оптимальные условия энергомассопереноса, поддержание биоразнообразия и экологическую стабильность территории. Для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия разработаны типология земель, методология структурно-ландшафтного анализа территории, ГИС агроэкологической оценки земель (52). Реализация данной концепции предусматривала разработку математических моделей по данным многофакторных полевых экспериментов по изучению взаимодействия элементов земледелия между собой и экологическими факторами (55). На основе оценки этого взаимодействия формируются севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений. В рамках АЛСЗ разрабатываются пакеты агротехнологий применительно к различным уровням интенсификации земледелия: экстенсивных, нормальных, интенсивных, точных. Они определяются биологическими требованиями и генетическим потенциалом сортов растений – соответственно толерантных, пластичных, интенсивных.

В процессе разработки АЛСЗ существенное внимание уделялось дальнейшей дифференциации систем обработки почвы. Расширились представления о возможностях и ограничениях минимизации обработки почвы в связи с тем или иным проявлением неблагоприятных свойств почв, связанных с гранулометрическим и минералогическим составом, гидроморфизмом, солонцеватостью, засоленностью и др.

При разработке АЛСЗ агрономические функции обработки почвы рассматриваются в связи с другими элементами земледелия. Как известно, функции почвообработки включают оптимизацию плотности почвы и ее структурного состояния, регулирование водного режима, предотвращение эрозии, регулирование режима органического вещества и биогенных элементов, размещение удобрений и мелиорантов, регулирование фитосанитарных

условий, создание оптимальных условий для посева. Эти функции в той или иной мере выполняет севооборот, а некоторые – удобрения и пестициды. Взаимозаменяемость функций дает возможность маневрирования, что уже определяет множественность вариантов систем обработки почвы в зависимости от экологических и экономических условий.

На уплотняющихся и недостаточно окультуренных почвах на склонах повышенной крутизны, в условиях переувлажнения, при освоении целины и залежи, при возделывании сахарной свеклы, картофеля и других требовательных культур на первый план выходят рыхлительные функции обработки, реализуемые вспашкой или глубоким рыхлением. Они необходимы также при внесении органических удобрений, мелиорантов, больших доз фосфорных и калийных удобрений.

На почвах с оптимальной для возделывания растений плотностью глубокая обработка утрачивает свое исходное назначение и на первый план выходит фитосанитарная функция – борьба с сорняками, болезнями, вредителями. Эта функция выполняется также севооборотом и химическими средствами защиты, на которые она может быть полностью или частично переложена. Целесообразность и степень замены механической обработки гербицидами определяется экономическими (соотношение затрат на пестициды и механическую обработку) и экологическими критериями. Особенно эффективна замена механических обработок гербицидами в паровых полях. По влиянию на урожайность зерновых культур в условиях недостаточной влагообеспеченности выигрывают обработки с оставлением стоячей стерни способной накапливать снег. При мощном снежном покрове глубокие безотвальные обработки благоприятствуют большему влагонакоплению по сравнению с мелкими. Последние имеют преимущество в сохранении запасов влаги благодаря снижению испарения, которое уменьшается тем заметнее, чем сильнее проявляется мульчирующий эффект пожнивных остатков и измельченной соломы.

Для различных регионов страны разработаны научно-обоснованные

рекомендации, включающие различные комбинации систем обработки почвы, в разной степени адаптированные к местным условиям. В ряде регионов на основе имеющихся данных научных исследований разрабатываются проекты АЛСЗ, включающие системы обработки почвы в севооборотах, которые проектируются применительно к различным агроэкологическим видам земель. Выбор оптимальной обработки почвы представляет многоплановую задачу, решение которой начинается с выявления соответствия равновесной плотности почвы оптимальной плотности для определенных агроэкологических групп сельскохозяйственных культур. Группировка: культур включает три группы:

1. корнеплоды, клубнеплоды, подсолнечник и др. – наименее устойчивые к повышенной плотности;
2. зерновые злаки (особенно озимые) – относительно устойчивые к повышенной плотности;
3. зернобобовые, капустовые и др. – занимающие промежуточное положение между первыми двумя группами, ближе к первой вследствие стержневой корневой системы.

При проектировании систем обработки почвы используется группировка видов земель, включающая 6 категорий (с подкатегориями) по пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур. По каждой культуре составляются электронные карты пригодности. Чем полнее культура соответствует агроэкологическим условиям земельного участка, тем больше возможностей минимизации почвообработки. Чем хуже качество почв, тем интенсивнее обработка.

К сожалению, проектирование АЛСЗ развивается медленно из-за отсутствия земельной службы и соответствующей организации этой работы. К сожалению, даже в восточных районах страны почвозащитные системы обработки почвы в период затянувшегося аграрного реформирования часто стали подменяться тяжелыми дисковыми орудиями, распыляющими и уплотняющими почвы и провоцирующими ветровую и водную эрозию.

В процессе развития адаптивно-ландшафтного земледелия в последнее десятилетие начался новый этап эволюции почвообработки в сторону дальнейшей минимизации. Он отражает глобальную тенденцию сокращения обработки почвы вплоть до прямого посева. Эта тенденция закономерна, поскольку означает курс на экологизацию земледелия, приближение его к природным условиям. Отказ от механической обработки почвы и создание мульчи из растительных остатков и измельченной соломы подобно лесной подстилке или степному войлоку защищает почву от деградации и чрезмерного испарения влаги.

Имеется значительный опыт применения нулевой обработки почвы в мире, а в последние годы он появился и в России. Расширяются соответствующие исследования в научных учреждениях. Результаты их достаточно противоречивы, поскольку нулевая обработка имеет как достоинства, так и недостатки, которые по-разному проявляются в зависимости от агроэкологических условий. К основным достоинствам следует отнести: предотвращение ветровой, частично водной эрозии, задержание снега стерней, уменьшение физического испарения влаги из почвы, уменьшение перегрева поверхности почвы, снижение потерь органического вещества и выделения CO₂, сокращение затрат средств, труда и времени на обработку почвы. Существенные недостатки: повышение засоренности посевов сорняками, усиление дефицита минерального азота, накопление фитопатогенов, соответственно повышенный расход пестицидов, невозможность внесения фосфорных и калийных удобрений и мелиорантов на оптимальную глубину. Очевидно, чтобы реализовать преимущества прямого посева, необходимо устранить его недостатки. Важно особо подчеркнуть, что эффективность прямого посева сильно зависит от технологий его выполнения, в особенности от конструкции рабочих органов посевных комплексов (дисковых, долотообразных, комбинированных), приуроченных к различным условиям уплотнения почв. Одновременно отметим, что во многих полевых экспериментах в так называемых «вариантах без основной обработки почвы», в том числе в рассмотренных выше опы-

тах, посев производился различными приспособлениями и несовершенными сеялками из-за отсутствия в научных учреждениях дорогостоящих посевных комплексов для прямого посева. Очевидно, если бы они применялись, то эти варианты опытов получили бы более высокую оценку эффективности. Дело в том, что ключевым звеном в технологии прямого посева является создание достаточно эффективной мульчи. Преимущество прямого посева в урожайности может проявиться в основном благодаря мульче за счет сокращения потерь влаги на испарение в период от посева до кущения, когда поверхность почвы не затенена растениями. Этому должно предшествовать более глубокое проникновение влаги зимних осадков, что возможно на структурных почвах. На менее структурных глубина промачивания уменьшается. Соответственно при прямом посеве вследствие большего уплотнения почвы, чем после глубокой обработки, запасы влаги становятся меньше, особенно в условиях повышенного поверхностного стока. Влага концентрируется в меньшем слое и быстрее испаряется. В таких случаях при отсутствии достаточной мульчи нулевая обработка проигрывает глубокой. Очевидно, на почвах с повышенной уплотняемостью, а также на склонах определенное место займет периодическое глубокое рыхление орудиями типа стоек СибИМЭ с максимальным сохранением на поверхности мульчи. Для внесения оптимальных доз удобрений с учетом последующих культур, идущих по прямому посеву, потребуется безотвальная обработка рыхлителями-удобрителями или даже периодическая вспашка. Очевидно, оптимальные решения будут связаны с различными комбинациями.

Подобные рекомендации предусмотрены при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия (52), в которых степень минимизации обработки почвы и возможность прямого посева определяется почвенными условиями на основе почвенно-ландшафтного картографирования. При этом выбор объектов под прямой посев ограничивается заведомо благополучными структурными почвами с исключением довольно большого спектра почв с различными отклонениями от оптимальных по гранулометрическому и ми-

нералогическому составу, солонцеватости, гидроморфизму и т.п., поскольку диапазон их пригодности не изучен.

2. Противоречия современного этапа минимизации обработки почвы

Как следует из выше изложенного, оптимизация систем обработки почвы является составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Они были разработаны научными учреждениями и сельскохозяйственными ВУЗами в соответствии с Постановлением сессии Россельхозакадемии, посвященной наследию В.В. Докучаева, состоявшейся в 1992 году одновременно с принятием новой парадигмы природопользования Конференцией ООН в Рио-де-Жанейро. Эта фундаментальная работа сопровождалась соответствующими методическими рекомендациями и пилотными проектами. Предполагалось, что она будет реализована в широких масштабах разработкой региональных методических руководств по освоению АЛСЗ подобно ранее разработанным «зональным системам земледелия» для субъектов РФ. К сожалению, эта задача не была решена, поскольку прежняя землеустроительная служба была разрушена, а новая земельная служба так и не создана. При этом вместо совершенствования систем обработки почвы произошел в разной мере отход на прежние позиции, упрощенчество, шаблоны, «мотивированные» трудными экономическими условиями. В последние годы эти условия несколько улучшились, возник интерес к новациям, в частности, к «no-till», которая многими производителями была воспринята как панацея, избавляющая от затрат на механическую обработку почвы. Зарубежный опыт под таким названием изучался многими специалистами нередко с последующим заимствованием, результаты которого оказываются весьма неоднозначными. Следует заметить, что экстраполяция этого опыта чаще всего происходит безотносительно к агроэкологической оценке земель. Наиболее интенсивная пропаганда «no-till» ведется из Аргентины, Бразилии, где эта система практикуется преимущественно на лугово-черноземных и луговых почвах, характери-

зующихся благополучным структурным состоянием и агрономическими свойствами. В России разнообразие почв чрезвычайно велико, а почвенная подготовка агрономов далеко не совершенна. Нередко это относится и к научным работникам, которые при обсуждении проблемы прямого посева не всегда соотносят рекомендации с почвенно-климатическими условиями. Этим грешат большинство ссылок на зарубежную литературу. При этом научные источники часто смешиваются с рекламной литературой.

Проблема прямого посева является наиболее сложной в земледелии, а вследствие слабой изученности она изрядно мифизирована. По одним представлениям регулярный прямой посев (no-till) по прохождении некоего переходного периода приводит к улучшению водно-физических свойств почв, снижению засоренности посевов и стабилизации этих условий, по другим – наоборот – к ухудшению этих показателей со временем вплоть до угроз «серьезных экологических последствий, которые трудно будет устранить».

В данной области немало мифов, появляющихся в результате тенденциозного истолкования неоднозначных гипотез или чрезмерного обобщения данных экспериментов. Мифизировалась гипотеза И.Е. Овсинского о биологическом саморыхлении почвы при минимизации обработки, которая часто утверждается как базовое положение, несмотря на то, что до сих пор не проведено систематических экспериментальных исследований с учетом агрохимической нагрузки. Сюда же относится преувеличение роли растений со стержневой корневой системой при переходе к прямому посеву. Рыхлительное воздействие стержневых корней ограничено их проникающей способностью в уплотненные горизонты. Хорошо известно, например, как изгибаются буквой «г» корни подсолнечника, достигая уплотненных горизонтов. Фитомелиоративная оценка полевых культур требует экспериментальной мотивации.

Наряду с мифизацией no-till в литературе нередко высказываются категорическое отрицание вспашки, призывы уничтожить плуги «повинные» в разрушении и эрозии почв. На самом же деле в эрозии и деградации почв ви-

новны не плуги, а невежество людей. Это грех земледельца и следствие социальной системы, в какой-то мере науки, которая предлагала различные меры предотвращения водной эрозии, не доводя их до практически применимых моделей.

Что касается плугов, то их применение было и остается важнейшим средством окультуривания дерново-подзолистых и других бедных почв, создания оптимального пахотного слоя, рационального использования органических и фосфорно-калийных удобрений, химических мелиорантов, подъема залежи и целины, пласта многолетних трав. Вспашка играет важную роль как элемент систем обработки гидроморфных и других почв с повышенным увлажнением.

Относительно критики известных теорий почвообработки следует отметить, что все они в той или иной мере сохраняют свое значение при тех или иных недостатках. Травопольная система земледелия В.Р. Вильямса с системой вспашки актуальна в таежно-лесной зоне.

Известная теория дифференциации пахотного слоя по плодородию, обосновывающая необходимость вспашки, которую развивали Л.Н. Барсуков (3), И.Б. Ревут (100), С.С. Сдобников (106) и другие ученые, явилась предметом довольно острой дискуссии в период разработки почвозащитной системы. Сущность концепции сводилась к целесообразности перемещения питательных веществ, накопленных в верхней части пахотного слоя в нижнюю более увлажненную доступную корням растений и повышению биологической активности всего пахотного слоя за счет перемешивания. Этим определялось преимущество вспашки перед безотвальной обработкой и тем больше, чем сильнее дифференциация пахотного слоя. В условиях ветровой эрозии, обусловившей приоритет плоскорезной обработки, этот ее недостаток был компенсирован минеральными удобрениями с внесением фосфорных удобрений специальными орудиями (ГУН-4 и др.) на оптимальную глубину. Очевидно, эта проблема и связанные с ней уроки не могут остаться в стороне от рассматриваемой тематики. В истории исследований обработки почвы из-

вестны и более радикальные подходы к созданию благоприятных условий питания растений путем размещения фосфорно-калийных удобрений в глубоких слоях с помощью плантажной вспашки (79), заделки органических удобрений двухъярусной вспашкой (106) и др. Сюда же относится проблема оптимизации почвенного плодородия профиля солонцеватых и других почв по агрофизическим и другим свойствам с помощью ярусных и плантажных обработок, глубоко рыхления, после чего становится возможной минимизация почвообработки.

В целом, в земледелии сложилась довольно противоречивая ситуация. Она нашла отражение во множестве публикаций, в том числе в журнале «Земледелие» за последние годы. В 2006-2007 годах в этом журнале была организована научная дискуссия, начатая и завершенная обобщающими статьями (53). В ней выступили 28 авторов из 16 научных учреждений. Дискуссия отразила весьма пеструю картину фактов и представлений, так же как и последующие довольно многочисленные публикации в этом и других журналах. В качестве иллюстрации к сказанному можно процитировать позиции, сформулированные представителями крупных научных центров по земледелию. По мнению руководителей головного института по земледелию (ВНИИЗ и ЗПЭ): «минимальные обработки во всех разновидностях (нулевая, поверхностная, мелкая отвальная и безотвальная) не могут являться системами обработки в севооборотах любого региона России» (53). В том же номере журнала представители Краснодарского НИИ сельского хозяйства заявляют: «Мы можем предложить различные варианты систем мульчирующей минимальной и нулевой обработки почвы с учетом региональных почвенно-климатических условий».... Более того, они подчеркивают, что «системы традиционной плужной обработки и систему мульчирующей минимальной и нулевой совместить в каком-либо звене севооборота в течение всей ротации ни в коем случае нельзя»... . Как ни странно, в первой декларации авторы забыли, что мелкая плоскорезная система обработки почвы давно разработана и освоена на больших площадях, особенно в восточных районах страны. Во

второй декларации очень не хватает ссылок хотя бы на какие-нибудь экспериментальные данные.

Очевидно проблема требует организации по целому ряду аспектов: координации НИР, инновационной деятельности, пропаганды, технического обеспечения и др.

3. Регулирование фитосанитарных условий – узловая проблема минимизации обработки почвы

Ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах при переходе на безотвальные и плоскорезные обработки для многих специалистов в 60-х годах казались непреодолимым препятствием, вызывающим порой категорический протест, несмотря на имевшийся положительный опыт Т.С. Мальцева. Эта проблема решалась введением чистого пара, оптимально поздних сроков посева, а затем применением пестицидов. В дальнейшем однако возникла проблема чрезмерной пестицидной нагрузки и необходимость экологизации почвообработки и в целом систем земледелия. Соответственно развитие минимизации почвообработки и прямого посева сопровождалось изучением множества экологических факторов и взаимосвязей, изменивших традиционные представления о рисках и угрозах. Особое внимание в данном отношении стали уделять диверсификации культур и севооборотов. Именно севообороты задают видовую и пространственную структуру агроэкосистемам, являются основным формообразующим фактором. В пределах севооборота (а не отдельного поля) формируется постоянство видового состава сообществ и происходят колебания их численности. Правильный подбор культур, их чередование и обоснованное пространственное размещение может обеспечить стабильное функционирование агроэкосистемы без вспышек массового размножения вредных видов, в том числе сорняков. В связи с этим особое значение приобретает изучение роли предшественников в формировании фитосанитарной ситуации в агроценозах. Другая важная проблема, возникающая при внедрении no-till – это изменение видового состава сорняков. Большин-

ство исследователей отмечают, что при переходе к почвозащитным обработкам, увеличивается засорённость посевов, и видовой состав сорняков изменяется в сторону увеличения трудноискоренимых и наиболее вредоносных видов (40, 48, 66, 68, 155, 164). При снижении интенсивности обработки почвы становится труднее управлять мелкосемянными однолетними видами трав и многолетниками, и легче – крупносемянными широколиственными сорняками (145, 154, 163). Если при переходе к почвозащитным обработкам не используются гербициды, то количество сорняков в зависимости от вида выращиваемой культуры и её размещения в севообороте увеличивается в 1,5-2,5 раза, а биомасса – в 1,2-3,3 раза в сравнении с отвальной обработкой (50, 88).

При безотвальных обработках все осыпавшиеся семена сорняков сосредотачиваются в верхнем слое почвы, где лучше сохраняется их всхожесть, т.к. большинство малолетников всходят с глубины до 5 см. При вспашке большая часть семян сорняков запахивается глубоко, что снижает их последующую всхожесть и ведёт к потере жизнеспособности через 4-5 лет, а у некоторых видов – через 1-2 года (19). По мнению некоторых авторов, 85% семян сорняков находится в верхнем 5 см слое почвы при минимальной обработке почвы и только 28% семян находится в этом слое при отвальной вспашке (161). По другим данным, 51% сорняков находится в верхнем 4 см слое почвы на участках, обработанных чизелем, и только 11% – на участках с отвальной обработкой (165). В связи с этим поверхностная обработка почвы увеличивает засорённость полей, поскольку сосредоточенные в верхнем слое почвы семена сорняков дружнее прорастают и обгоняют в росте культурные растения, у которых на ранних этапах развития понижена конкурентоспособность. В отсутствие обработок почвы при системе no-till семена сорняков остаются на поверхности почвы. По одним данным, при этой системе примерно 60% банка семян сорных растений находится в верхнем 1 см слое почвы (169), по другим – более 90% семян сорняков находится в пределах 2 см слоя (170). Они смешиваются с пожнивными остатками, которые обеспечивают создание определённой среды, в частности влажности, благоприятной

для прорастания многих видов сорняков. Это обычно приводит к сдвигу в сторону однолетних трав и мелкосемянных широколиственных сорняков, а также многолетних видов. Однако большое количество растительных остатков на поверхности почвы, особенно в засушливых условиях, может мешать контакту семени с почвой и прорастанию некоторых видов сорняков (136).

Когда воспроизводство семян сорняков эффективно подавляется в течение первых нескольких лет использования no-till, активный банк семян сорняков снижается. В отсутствие обработки почвы семена сорняков расположены глубоко в почве и не перемещаются к её поверхности, где они могут прорасти и пополнить банк семян (132, 148). Численность озимых однолетних и двулетних сорняков, а также корнеотпрысковых сорняков, уничтожение которых не составляет проблемы при традиционной обработке почвы, может увеличиться при no-till системе, т.к. в этом случае отсутствуют обработки, которые разрушают их жизненные циклы (131, 134, 168). В начале освоения no-till, учитывая лучшее сохранение почвенной влаги и наличие семян сорняков на поверхности почвы, а также коррективы в управлении ими в этой системе, плотность сорняков в течение первых нескольких лет может увеличиваться по отношению к технологиям, основанным на обработках почвы. Однако после 5-10 лет использования no-till общая плотность сорняков, по утверждению некоторых авторов ниже, чем при механических обработках почвы (127). Это, объясняют гибелью семян сорняков, которая выше, когда они остаются на поверхности почвы и их поедают животные, когда они подвержены экстремальным условиям окружающей среды, физическим воздействиям (157). Кроме того, растительные остатки на поверхности почвы нарушают контакт семян с почвой и сдерживают прорастание и рост сорняков через физическое подавление и/или аллелопатические взаимодействия. Период покоя семян сорняков также сокращается, когда семена сорняков не заделаны в почву.

При изучении почвенного банка семян сорняков при выращивании сельскохозяйственных культур в 2-х трехпольных севооборотах (пшеница-пшеница-овес и пшеница-пшеница-полевые капустовые) по no-till и традиционному глубокому безотвальному рыхлению на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири выявлено, что после первого года вегетации сельскохозяйственных культур почвенный банк семян сорняков вырос в 1,3 и 2,2 раза соответственно. К началу 2-й ротации севооборотов в слое почвы 0-10 см было примерно одинаковое количество семян сорных растений в вариантах обеих технологий: 41250 ± 2532 шт./м². При этом отмечен рост доли мятликовых сорняков до 25,5-32% при выращивании культур по no-till системе и до 34,8-35,5% - по традиционной. После третьей ротации севооборотов запас семян снизился на традиционной системе в 5,7 раза, на no-till – в 8,1 раза, а доля мятликовых сорняков увеличилась до 67,8 и 47,8% соответственно. Полученные данные подтверждают, что механические обработки почвы, способствуя заделке семян сорняков в почву, обеспечивают их более активное прорастание, дальнейшее развитие и распространение. Отсутствие механических обработок почвы, исключая контакт семян сорняков с почвой, и систематическое применение гербицидов снижает поступление семян сорных растений в почвенный банк при no-till технологии (17).

В связи с вышеизложенным, при изучении влияния no-till технологии на засоренность посевов, необходимо особое внимание уделить следующим вопросам:

- выявить роль каждой из культур севооборота в формировании плотности сорняков в посевах, их удельной биомассы в общей надземной массе фитоценоза при традиционной и no-till технологиях;
- изучить влияние возделываемых культур и технологии возделывания на видовой состав сорняков;
- определить значение возделываемых культур и технологии возделывания в формировании почвенного банка семян сорняков и органов вегетативного размножения.

При переходе от вспашки к безотвальной обработке почвы также предполагается ухудшение фитосанитарной обстановки в посевах зерновых культур и в отношении болезней. Особые опасения возникают по поводу болезней, которые в своем развитии связаны с растительными остатками – корневых гнилей, септориоза и др. Однако, как показали исследования, проведенные в различных регионах, эта картина оказалась неоднозначной. Некоторыми авторами показано, что почвозащитная обработка не оказывает существенного влияния на количество возбудителя обыкновенной корневой гнили в почве и на усиление этого заболевания (23,65). Было выявлено, что, например, в Среднем Поволжье развитие корневых гнилей зерновых культур в большей мере определяется системой удобрения, в меньшей – различными видами обработки почвы и паров в севообороте (107). В условиях Западной Сибири было установлено, что в начале освоения минимальных обработок почвы происходит некоторое увеличение поражённости растений корневой гнилью, а затем различия нивелируются по всем системам обработки почвы (11). В результате сравнения участков с мелкой осенней обработкой и с no-till показано, что споры *B. sorokiniana* в обоих случаях концентрировались в верхнем 10-см слое почвы, хотя общее их количество было больше при механической обработке почвы (142). Здесь же была значительно выше поражённость пшеницы корневой гнилью. Авторы объясняют это тем, что механические обработки способствуют лучшей заделке в почву всего инокулюма, имеющегося на растительных остатках. А на участках с no-till, кроме того, наблюдается более низкая температура и более высокая влажность почвы в сравнении с обрабатываемыми участками, что снижает стрессовое воздействие на культуру и приводит к уменьшению поражённости болезнью. Анализ влияния обработки почвы на грибы, вызывающие корневую гниль пшеницы, показал также, что такой возбудитель как *Fusarium culmorum* преобладает при минимальной обработке почвы, тогда как *B. sorokiniana* – на участках, где применялась вспашка (158).

Влияние систем обработки почвы на развитие аэрогенных инфекций яровой пшеницы неоднозначно. Известно, что основным источником первичной инфекции в следующем сезоне могут быть растительные остатки, которые остаются в почве или на её поверхности, особенно это касается таких патогенов растений, как *Septoria* (162).

По данным исследователей на выщелоченных черноземах Приобья (74), при почвозащитных обработках почвы (мелкая безотвальная и нулевая обработка) как в увлажнённые, так и в относительно засушливые годы поражённость растений яровой пшеницы септориозом значительно выше, чем при вспашке. Поражённость посевов бурой ржавчиной, наоборот, выше на вспашке. В то же время, вспашка, благодаря заделке в более глубокие слои почвы растительных остатков, является одним из мощных факторов, снижающих запас инфекции бурой ржавчины, мучнистой росы, септориоза (19,20). С другой стороны, отмечается, что влияние обработки почвы на развитие и распространённость болезней растений значительно ниже, чем, например, влияние окружающей среды или севооборота (129,167). Когда минимизация обработки почвы сочетается с сохранением растительных остатков на поверхности почвы, создаются лучшие условия для роста и развития патогенных микроорганизмов, передающихся через растительные остатки. Они включают разнообразные грибы, поражающие лист, стебель, соцветия, которые выживают как репродуктивные и спороносящие структуры, формирующиеся в мертвых тканях их хозяев. Данные структуры, таким образом, идеально размещаются на поверхности почвы под пологом следующей культуры (138). Это происходит и при no-till, когда значительное количество растительных остатков остаётся на поверхности почвы, что может вызывать ухудшение ситуации в отношении некоторых болезней, во-первых, за счёт поддержания популяций патогенов, сохраняющихся на большем количестве пожнивных остатков, во-вторых, за счёт изменений в окружающей среде, таких как понижение температуры почвы, повышение влажности почвы и оставление почвы нетронутой (133). Однако есть данные, что минимальная обработ-

ка и no-till снижают поражённость растений многими болезнями благодаря их прямому положительному воздействию на биологию почвы (153). Минимизация обработки почвы в сочетании с сохранением растительных остатков косвенно определяет видовой состав микробного сообщества почвы за счёт улучшения удержания в ней влаги и изменения температуры. Изменения в содержании органического вещества, связанные с нулевой обработкой почвы и оставлением растительных остатков, благоприятствуют росту популяций микроорганизмов в поверхностном слое почвы (0-10 см) и под пологом культуры (140,141,144). Эти микроорганизмы включают и тех, которые способны подавлять рост и деятельность патогенных микроорганизмов (160). Поэтому минимизация обработки вместе с оставлением растительных остатков может создать среду, которая является антагонистической к патогенным микроорганизмам благодаря конкуренции и антибиотическому эффекту (152).

Исследования поражённости растений яровой пшеницы корневыми гнилями и аэрогенными инфекциями в посевах яровой пшеницы, возделываемой по системе no-till в условиях лесостепи Западной Сибири показали, что при прямом посеве по необработанной с осени стерне наблюдается усиление развития корневой гнили и мучнистой росы в 1,2 раза, в 1,3 раза - бурой листовой ржавчины, а поврежденность сепротриозом, напротив, снижается в 1,7 раза. Однако существенного ухудшения фитосанитарной ситуации в отношении болезней в сравнении с системой глубокой безотвальной обработки, не наблюдается (15,16).

Хорошо известно, что многие виды насекомых большую часть жизненного цикла в той или иной фазе развития проводят в почве. Обработки почвы, помимо механического уничтожения насекомых, улучшают или ухудшают физические свойства среды их обитания через изменение температуры, режимов влажности и аэрации. Кроме того, при проведении обработки почвы происходит уничтожение сорняков и всходов падалицы, на которых проходят дополнительное питание или зимовку некоторые виды вредителей.

Считается, что оборот пласта сдерживает развитие многих распространенных вредителей (6) и, соответственно, оставление стерни может спровоцировать рост вредоносности некоторых фитофагов (4, 21). Впрочем, во многих источниках отмечается, что при длительном применении системы no-till ситуация в отношении вредителей стабилизируется, в том числе и за счет увеличения числа хищников и паразитов (4,159), либо ее можно успешно решить при помощи правильно подобранного севооборота (8,70).

Вспашка сильнее, чем другие обработки почвы, нарушает почвенный покров и изменяет экологические условия существования в почве и на её поверхности вредных видов насекомых. При обороте пласта зимующие в верхних слоях почвы фитофаги попадают в более глубокие горизонты, выход из которых невозможен или затруднён. И, наоборот, обитающие в нижних горизонтах насекомые выносятся на поверхность, где подвергаются воздействию экстремальных температур, иссушению и активно уничтожаются хищниками. Так, в Европейской части зяблевая вспашка на глубину 20-22 см в сочетании с лущением почвы приводила к полной гибели яиц и личинок злаковых мух, стеблевой моли, тлей, пшеничного трипса, личинок вредной черепашки и хлебных пилильщиков. Численность личинок хлебного жука уменьшалась на 67-81%, личинок проволочников – на 70-80% (92,105). В условиях Северного Казахстана зябь с оборотом пласта снижала численность зимующих гусениц серой зерновой совки на 98,4% (113). При вспашке на 21,6% уменьшалась повреждённость растений злаковыми мухами (7). Запашка стерни осенью ограничивала отрождение гессенской мухи из пупариев (156). По данным ряда авторов, вспашка, проводимая под посев зерновых на глубину 20-22 см, вызывала гибель до 98% злаковых тлей (126).

Безотвальная обработка благоприятна для уходящих на зимовку личинок хлебной жужелицы и неблагоприятна для личинок хлебных пилильщиков (72). В Казахстане и Западной Сибири минимальные обработки почвы ухудшали условия зимовки личинок пшеничного трипса из-за расположения их в поверхностных слоях почвы и вымерзания зимой. В поверхностных сло-

ях почвы снижалась численность проволочников из-за иссушения этих слоев, что создавало неблагоприятные условия для яиц и молодых личинок шелко-нов (5), но в более глубоких слоях почвы происходило постепенное накопле-ние проволочников, и в течение трёх лет численность их достигала уровня полей со вспашкой и даже его превосходила (125). В Краснодарском крае, где увлажненность почвы выше, чем в Казахстане, под влиянием поверх-ностных обработок наблюдалась тенденция к повышению численности про-волочников и подгрызающих совков (73). В Белоруссии поверхностная обра-ботка почвы, проведённая до миграции проволочников в более глубокие го-ризонты, снижает их численность на 34,2-63,1% (114). Лушение стерни, дис-кование, зяблевая вспашка, весенняя двукратная культивация или дискование под культуры, высеваемые в более поздние сроки, когда проволочники ми-грировали после зимовки в верхние горизонты почвы и находятся на глубине 5-15 см, снижают численность фитофагов на 40 - 75% (118).

В условиях Заволжья отмечали 1,5-2-кратное увеличение личинок пшеничного трипса на посевах яровой пшеницы на фоне плоскорезной обра-ботки по сравнению с отвальной (41). Исследованиями в Казахстане также установлено, что осенняя вспашка уничтожает 84,3% личинок трипса, тогда как при безотвальной обработке гибель личинок не превышает 34,1% (93,101). При этом на участках с безотвальной обработкой количество имаго вылетало весной в 5 раз больше, чем на участках, где проводилась вспашка. Кроме того, плоскорезная обработка создаёт благоприятные условия для раз-вития серой зерновой совки, гессенской и шведских мух, нестадных саранчо-вых (45). Другие авторы также отмечали некоторое увеличение численности хлебной полосатой блошки, пьявицы, пшеничного трипса на посевах пше-ницы при поверхностной обработке почвы в сравнении со вспашкой (96). В ис-следованиях, проведенных в Северном Зауралье, при плоскорезной обработ-ке с внесением солоистой резки увеличивалось накопление хлебной полоса-той блошки на 12,7-17,1% по сравнению со вспашкой (94).

В то же время ряд авторов придерживается противоположного мнения

относительно фитосанитарной роли безотвальной обработки почвы. Отмечается более высокая ее эффективность против гусениц зерновой совки по сравнению с вспашкой (123). Длительные плоскорезные обработки почвы в условиях Западной Сибири способствовали накоплению на посевах хищных элементов фауны и соответственно снижению обилия вредителей (69). Известно также, что отказ от вспашки не приводил к увеличению численности насекомых на посевах люцерны (130). Аналогичные данные получены по пшеничному трипсу (77). По мнению некоторых авторов, в азиатской части минимальная обработка почвы не даёт особых негативных последствий, хотя и может иногда способствовать нарастанию численности злаковых мух (109). В литературе также имеются сведения об отсутствии фитосанитарных преимуществ какого-либо типа обработки почвы (42,78,108). Таким образом, минимизация обработки почвы по-разному влияет на различные виды вредителей, что зависит от их жизненного цикла и стратегии выживания (127). Обработка почвы напрямую больше затрагивает те виды, которые проводят одну или больше фаз жизненного цикла в почве. Обзор 45 исследований показал, что популяции 28% видов вредителей возрасали, 29% не показали существенного изменения, и 43% уменьшились с минимизацией обработки почвы (166).

В условиях лесостепи Западной Сибири показано, что в посевах яровой пшеницы, возделываемой в системе no-till, численность пшеничного трипса в 1,4 раза выше, чем в системе глубокой безотвальной обработки. При этом снижается поврежденность растений внутрискосовыми вредителями - в 1,9 раза, и в отдельные годы в 2,1 раза сокращается плотность популяции хлебной полосатой блошки (15, 16).

Для сохранения численности полезных насекомых вспашка в целом имеет отрицательный эффект (76), хищники отдают явное предпочтение посевам пшеницы с поверхностной обработкой почвы (49). При глубокой отвальной зяблевой обработке запахивается до 33,6% пупариев и личинок мух сирфид и до 80% внутренних паразитов тлей. Лушение стерни на глубину 14

см снижало численность пупариев и личинок сирфид на 53,5%. Гибель внутренних паразитов тлей достигала 34,6%. Плоскорезные обработки практически не влияли на энтомофагов (46). При безотвальной обработке почвы в 1,5-2 раза возрастала заражённость вредных видов, в том числе злаковых тлей паразитами (110). Замена вспашки поверхностными обработками приводила к увеличению видового разнообразия, обилия и биомассы в энтомоценозах на полях пшеницы. Однако это не способствовало возрастанию угрозы со стороны вредных членистоногих. Учёт общей биомассы вредных и полезных насекомых на полях пшеницы с поверхностной обработкой почвы на севере Казахстана и юге России показал, что биомасса фитофагов увеличивается в 1,2, а энтомофагов – в 1,3 раза. Соотношение хищник-жертва смещается в лучшую сторону. Внутри одной и той же трофической группировки на полях могут наблюдаться изменения величин биомассы отдельных систематических групп или видов организмов. Например, относительно большей величине биомассы хищных Hemiptera (ныне Heteroptera) на вариантах вспашки соответствует относительно большая её величина для хищных Coleoptera и пауков на полях, обработанных плоскорезом (39). Средний уровень плотности популяции основных вредных и полезных насекомых агроценоза яровой пшеницы при внедрении противозерозионной системы земледелия в Кустанайской области в течение 10 лет практически не изменился (111). После некоторых колебаний в первые годы внедрения поверхностных обработок соотношение основных компонентов агроценозов стабилизировалось на уровне, мало отличающемся от уровня, характерного для традиционной системы обработки почвы (112). В Брянской области ежегодно отмечались колебания численности насекомых внутри вариантов с различными типами обработки почвы, однако общих закономерностей по их влиянию на комплекс вредных и полезных видов выявить не удалось (120).

На полях, где используется no-till, большое количество пожнивных остатков на поверхности почвы обеспечивает благоприятную среду обитания для естественных врагов насекомых и тем самым увеличивает их разнообра-

зие и обилие (135). Это было показано для жужелиц (сем. Carabidae), обитающих в посевах сои, выращиваемой в системе no-till (150), а также для хищных жужелиц и стафилинид (сем. Staphylinidae) (151). Даже естественных врагов, таких, как клопы ориусы (*Orius* sp.), набисы (*Nabis* sp.) и земляные клопы (*Geocoris* sp.) было больше на полях с No-Till системой, в сравнении с механической обработкой почвы (143).

При системе no-till технологии создается благоприятная среда обитания для мышевидных грызунов, что способствует увеличению их популяций и приводит к существенным потерям урожая. Для того, чтобы решить проблему с грызунами, уменьшить ущерб от их жизнедеятельности, необходимо определить, какие виды обитают на полях, особенности динамики их численности, каковы модели использования среды обитания и каковы могут быть меры контроля для снижения ущерба (146, 147).

Несмотря на большое количество работ, касающихся особенностей формирования фитосанитарной ситуации в посевах сельскохозяйственных культур при различных системах обработки почвы, проблема по многим позициям остается открытой и требует дальнейшей разработки. Необходимы более глубокая дифференциация исследований применительно к различным почвенно-климатическим и хозяйственным условиям и систематизация результатов в рамках природно-сельскохозяйственного районирования..

4. Оптимизация плотности почвы, концепции полосной обработки

Плотность почвы определяет многие процессы и режимы почв и прежде всего водно-воздушный режим. Известно, что для нормального развития растений, чем выше влажность почвы, тем меньше должна быть плотность почвы (для поддержания оптимальной величины пористости аэрации). При уменьшении увлажнения, продуктивность растений выше на уплотненной почве (в том числе лучше проявляется капиллярное подтягивание влаги).

Соответственно объемная масса (плотность сложения) почвы (от которой непосредственно зависит пористость) для высокой продуктивности растений должна быть более низкой при высокой влажности и более высокой при недостатке влаги. То есть для продуктивности растений важна не какая-то определенная величина плотности почвы, а соотношение плотности и режима увлажнения.

Соответственно применяемые технологии обработки почвы под зерновые культуры «укладываются» в цепочку, представленную на рис. 1.

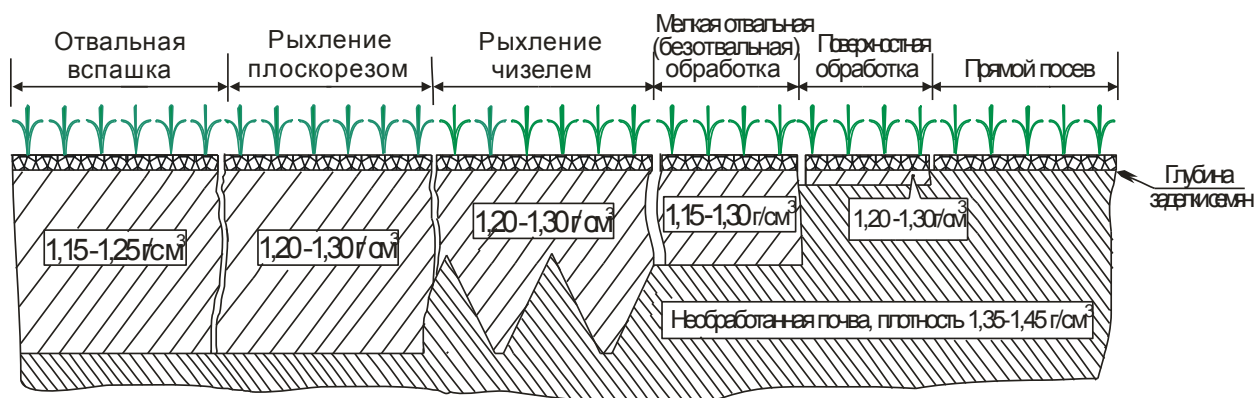


Рис.1 Вертикальное сечение пахотного слоя почвы при различных технологиях обработки. (Представленные значения плотности характерны для дерново-подзолистой почвы и в данном случае не являются «строгими» величинами. Их назначение показать характер изменения плотности обработанного слоя в результате применения различных обработок.)

Из схемы видно, что по мере перехода от вспашки к все более минимальной обработке увеличивается плотность обработанного слоя и увеличивается слой почвы не затрагиваемый обработкой. В итоге переход на минимизированные обработки, которые определяют более высокую плотность пахотного слоя по сравнению со вспашкой, соответствует дефицитному водному режиму. Именно поэтому преимущество минимальных обработок чаще всего отмечается в регионах или в годы с недостаточным увлажнением посевов, что иллюстрируется графиками на рисунках 2,3 (62). Проведение минимизированной основной обработки с помощью комбинированного агрегата «Смарагд» эффективнее традиционной вспашки при низком увлажнении почвы и уступает ей при нормальном и повышенном увлажнении (рис. 2).

Сравнение вспашки с обработкой дисковой бороной (в качестве основной обработки) на дерново-подзолистой почве показывает аналогичные результаты (рис. 3). При недостатке увлажнения урожайность ячменя выше при

минимальной обработке, при нормальном и избыточном увлажнении – при вспашке.

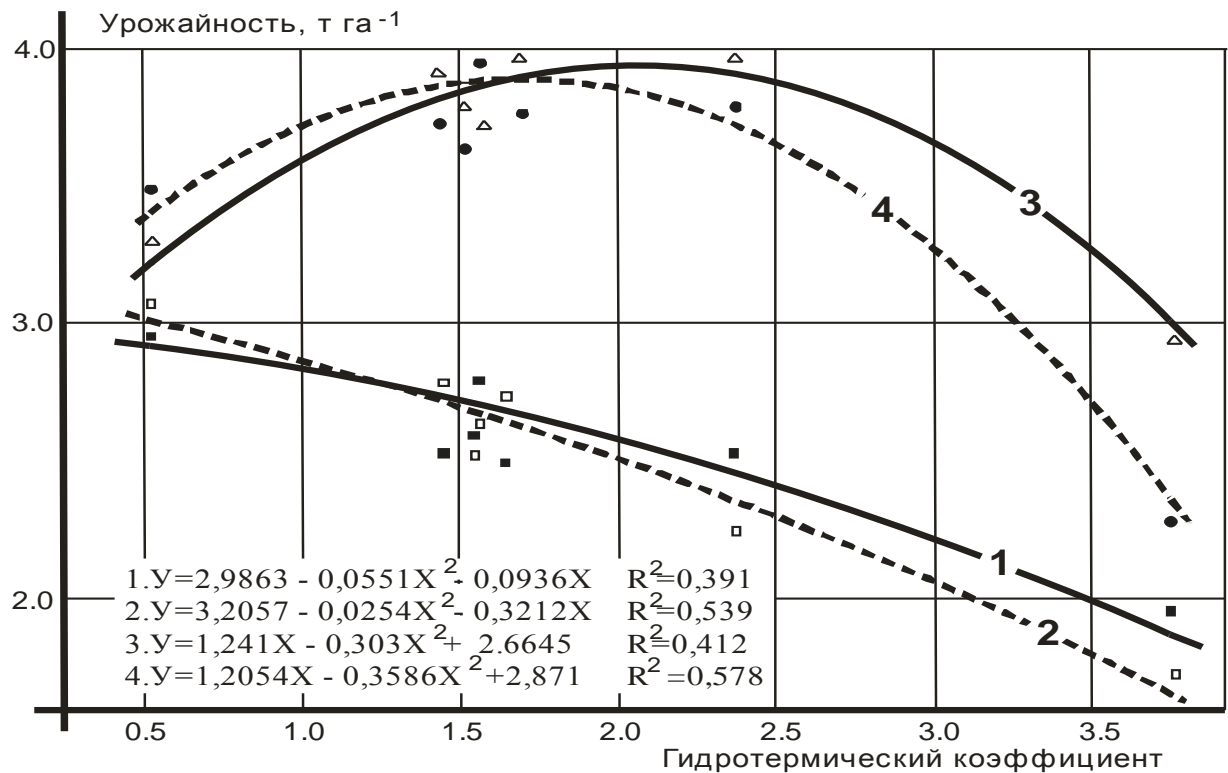


Рис.2 Зависимость урожайности ячменя от гидротермического коэффициента вегетационного периода при различных технологиях обработки на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве где: 1- Вспашка на 22-24см, без удобрений; 2 – безотвальное рыхление на 12-14см, без удобрений; 3- вспашка с удобрениями N₈₀P₈₀K₆₀ ; 4- безотвальное рыхление с удобрениями N₈₀P₈₀K₆₀

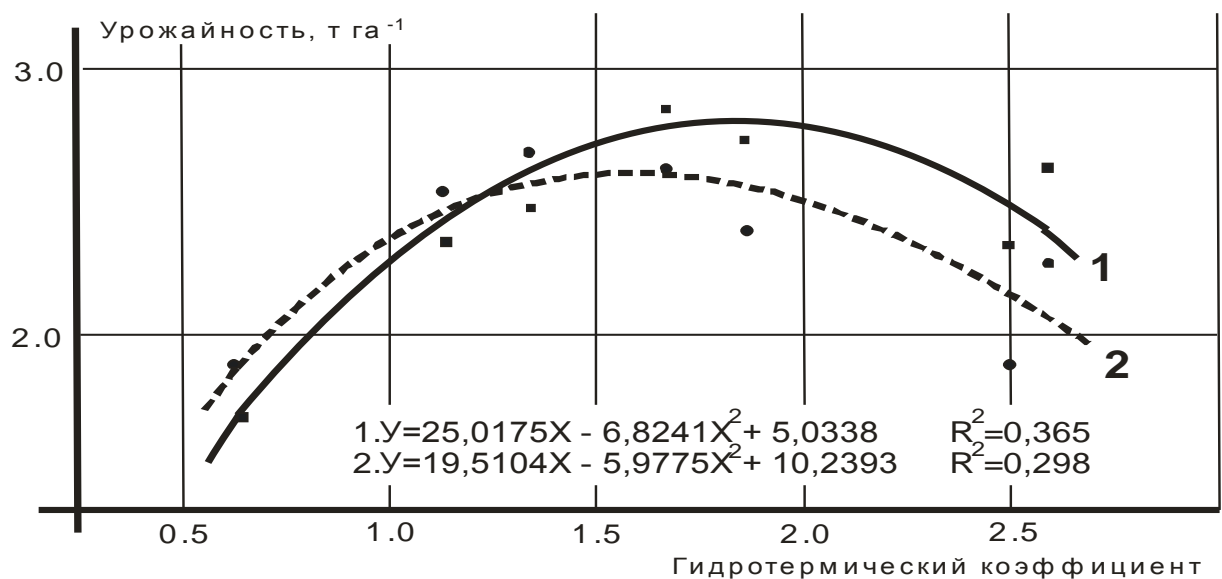


Рис.3 Зависимость урожайности ячменя от гидротермического коэффициента вегетационного периода при различных технологиях обработки почвы на дерново-подзолистой почве

По этой же причине наблюдаются годовые колебания продуктивности посевов при сравнительных испытаниях различных технологий обработки почвы. В сухие годы продуктивней минимизированные обработки, во влажные – вспашка и аналогичные интенсивные обработки. Анализ материалов, приведенных в работах Кроветто К.Л.(70,71) дает аналогичные результаты (рис.4).

Таким образом, представления о том, в каких условиях увлажнения, какую плотность должна иметь почва для оптимальной продуктивности растений существуют, но практически использовать эти знания проблематично, поскольку метеослужба не может давать достоверный долгосрочный прогноз погодных условий.

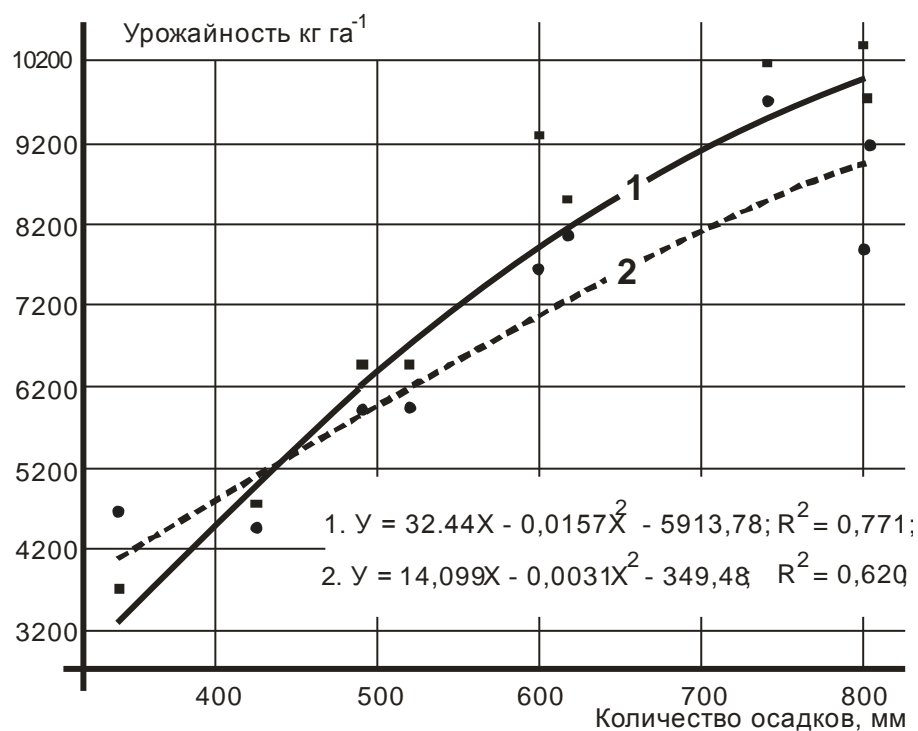


Рис.4 Урожайность кукурузы на Южной экспериментальной станции, Уасака, штат Миннесота США
1 - Традиционная обработка 2 - Нулевая обработка

Поэтому производители вынуждены идти на компромисс - проводить обработку почвы ориентируясь на предшествующие годы, собственный опыт и традиции региона, то есть проводить некую усредненную обработку.

Зависимость земледелия от текущих погодных условий становится еще более актуальной в свете глобального изменения климата. Отдельные проявления этого процесса уже фиксируются. Например, увеличилась частота проявлений неблагоприятных ситуаций (засуха, переувлажнение) и более резкими стали переходы между ними.

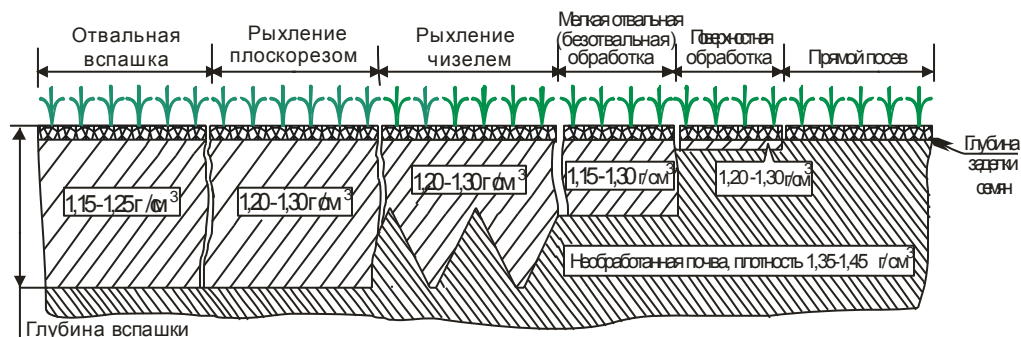
Чтобы смягчить влияние климата желательно сделать обработку почвы «всепогодной». В данном отношении заслуживает внимания концепция объемно-гетерогенной обработки почвы А.А. Конищева (62,63). Суть ее заключается в том, чтобы в процесс подготовки поля к посеву, создать сочетание участков с разной плотностью почвы, обеспечивающих максимальную урожайность при недостатке и избытке осадков. При этом разница в плотности участков должна составлять 0,2-0,3 г/см³. Подготовленное к посеву поле может иметь вид от чередующихся прямолинейных или криволинейных полос до «мозаики» из участков с разной плотностью. Взаимовлияние и дополнение участков друг другом, позволит сделать поле в целом более адаптированным к любым погодным проявлениям и за счёт этого повысить его отдачу. Чем выше влагообеспеченность, тем больше должны быть размеры рыхлых участков и наоборот, чем меньше – плотных. То есть предлагается вариант адаптивно-ландшафтной технологии обработки почвы.

Следует ещё раз подчеркнуть, что принципиальным является получение не конкретной плотности участков, например, в 1,0-1,1 или 1,3-1,4г/см³ (эти величины действительны для центра Нечернозёмной зоны), а создание соседствующих участков, каждый из которых обеспечивает максимальную урожайность, соответственно при недостатке или избытке влаги с разницей в плотности соседних участков 0,2-0,3г/см³. Подобная обработка обеспечит более высокую урожайность всего поля при любом режиме выпадения осадков.

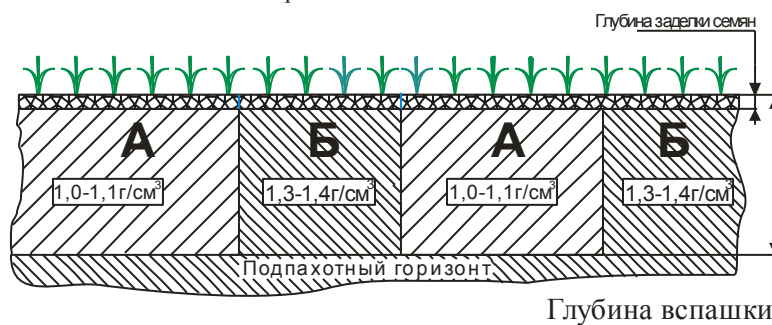
При совмещении объемно-гетерогенной обработки непосредственно с посевом достигается исключение антропогенного переуплотнения почвы, поскольку глубокая основная обработка почвы проводится последней в цикле

операций обработки почвы. В сечении обработанный слой будет иметь вид, представленный на рисунке 5.

С точки зрения экономии энергии и затрат наибольший интерес вызывает реализация сочетания «обработанный участок - необработанный». Для большинства типов почвы, имеющих равновесную плотность в пределах 1,3-1,45 г/см³ реализация этого сочетания не вызывает затруднений. Например, на дерново-подзолистых (и близким к ним по плотности) почвам можно не обрабатывать уплотненные (рис.5, Б) участки поля. В этом случае обработанный слой преобразуется в сочетание: «поверхностная обработка (или даже «прямой посев») – взрыхленный участок» (рис.6)



Существующие в настоящее время варианты обработки почвы



Предлагаемый вариант обработки

Где: А- участки обеспечивающие максимальную урожайность при избытке осадков;
 Б - участки обеспечивающие максимальную урожайность при недостатке осадков;

Рис. 5 Строение пахотного слоя при существующих и предлагаемой технологиях обработки почвы

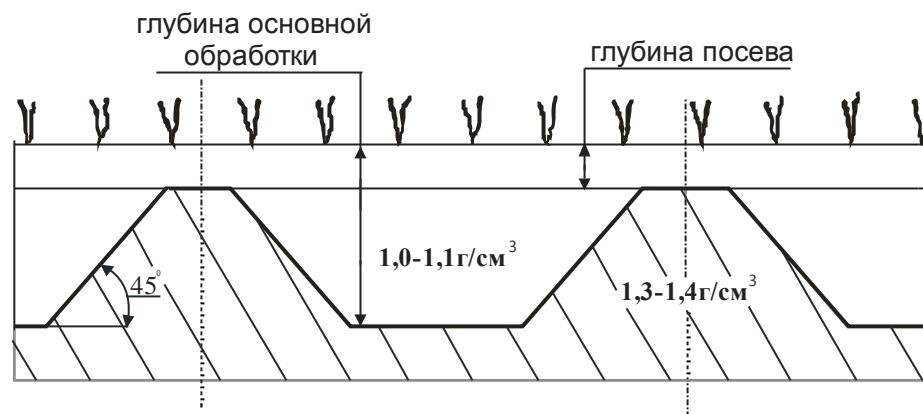


Рис.6 Схема реализации сочетания «обработанный участок – не обработанный»

Данная технология проверялась в условиях Ивановской области. При этом для предварительных исследований была использована наиболее простая схема формирования различно уплотненных участков – полосная. Опыты проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, с содержанием в пахотном слое (18-20 см) почвы 1,5-1,8 % гумуса. При этом изначально ставилась задача сформировать конструкцию пахотного слоя, обеспечивающую равную урожайность с технологией на базе вспашки при повышенном увлажнении (так как регион проведения исследований относится к зоне достаточного увлажнения) и более высокую урожайность при других режимах увлажнения. Результаты опытов с яровой пшеницей представлены в таблице 1. Установлено, что при посеве по пару, при увеличении ГТК с 0,99 до 1,59 урожайность достоверно увеличивается по всем вариантам обработки. При посеве по зерновым предшественникам, с аналогичным увеличением ГТК урожайность достоверно снижается в среднем с 28,80 до 20,07ц/га.

Экспериментальная обработка в большинстве случаев уступает обработке на базе вспашки при посеве без азотных удобрений. С увеличением дозы азотных удобрений до 30 кг д.в./га урожайность по вспашке и экспериментальной обработке выравнивается, и достоверно превосходит технологию на базе вспашки при высоких дозах азотных удобрений по всем предшественникам. Технология минимальной обработки уступает по урожайности двум другим технологиям 4,7-6,6ц/га при посеве по пару и 1,8-5,6ц/га по зерновым предшественникам. Увеличение дозы азотных удобрений более 90кг

д.в./га в большинстве случаев не увеличивает урожайность яровой пшеницы по всем предшественникам (табл.1).

1. Средняя урожайность яровой пшеницы за 2013-17 годы

Основная обработка	Урожайность (т/га), при дозе азотных удобрений, кг д.в./га				
	0	30	60	90	120
Вспашка	2,12	2,67	3,14	3,22	3,23
Минимальная	1,93	2,56	2,84	3,09	2,95
Экспериментальная	2,15	2,81	3,28	3,58	3,54
Отличие экспериментальной обработки от традиционных, %	<u>+1,4</u> +11,4	<u>+5,2</u> +9,8	<u>+4,5</u> +15,5	<u>+11,2</u> +15,9	<u>+6,0</u> +20,0

*В числителе по сравнению со вспашкой, в знаменателе – с минимальной обработкой.

При избыточном увлажнении (как, например, в 2017 году) экспериментальная обработка достоверно превосходит технологии на базе вспашки и минимальной обработки почвы. Усредненные материалы приведены в таблице 1.

Для реализации предлагаемой технологии нужно, прежде всего, определить шаг различно уплотненных полос. Это можно сделать, проведя следующий опыт. На стыке глубоко и поверхностно (на глубину посева) обработанных участков поля определяется граница раздела участков (0-0, рис. 7). С помощью ручной оправки высеваются рядки семян на равном расстоянии от границы раздела. Можно, конечно, провести посев и сеялкой, но технически сложно будет выдержать одинаковое расстояние в обе стороны от границы раздела и одинаковую глубину заделки семян. Кроме того, выполняя опыт вручную можно для повышения точности опыта уменьшить величину междурядья (до 10см) и высеять строго одинаковое количество семян в каждый рядок.

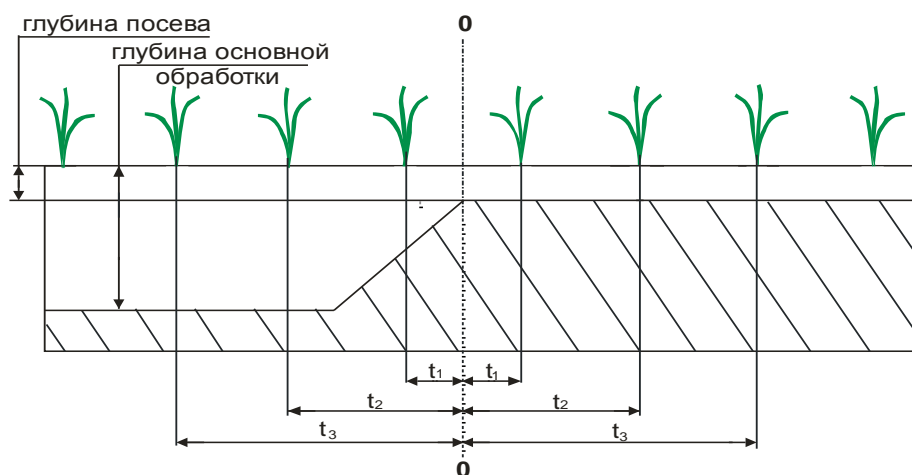


Рис.7 Схема размещения рядков растений при определении границ участков различно уплотненной почвы

Далее определяется урожайность в равноудаленных от границы раздела рядках растений. При недостатке осадков урожайней должны быть рядки, выращиваемые на уплотненной стороне опыта. При избытке осадков – на обработанной стороне опыта. Рядки, непосредственно примыкающие к границе раздела плотностей, всегда урожайней остальных рядков. Соответственно для установления ширины уплотненных участков нужно определить расстояние от центра опыта (при избытке осадков) до рядка, с которого урожайность сравниваемых рядков становится одинаковой. Для случая недостатка осадков аналогичные действия необходимо проделать с рядками на «рыхлой части» опыта. Причем, режим увлажнения яровых зерновых должен учитываться за первые 4-5 декад, считая с момента посева. Удвоенные значения полученных в опыте размеров и будут являться искомыми величинами размеров различно уплотненных участков. Дальнейшая методика исследований представлена в работе (63).

Направления гетерогенной обработки почвы реализуются различными полосными системами под названием strip-till. Они активно развиваются в Америке и некоторых Европейских странах. В Российской Федерации пионером применения технологии strip-till, является компания «Евротехника MPS».

Система обработки strip-till появилась как альтернатива нулевой системе (no-till) для выращивания пропашных культур, которые снижают урожайность при посеве без обработки почвы. По данной технологии обрабатываются только узкие полосы (до 25 см). А около двух третей поля остаются необработанными. При этом осенью почва обрабатывается на глубину традиционной основной обработки с одновременным внесением основной дозы удобрений (рис.8). Существуют агрегаты позволяющие вносить как твердые минеральные удобрения, так и жидкие. Весной проводится мелкая обработка этих же полос с одновременным посевом и внесением стартовой дозы минеральных удобрений. Уничтожение сорняков осуществляется с помощью гербицидов.

В результате применения strip-till экономится до 40% энергозатрат, до 20% удобрений (так как удобрения концентрируются в зоне досягаемости их корнями растений) и повышается урожайность на 15-20%.

В основном данная система применяется под пропашные культуры (кукурузу, подсолнечник, свеклу), а также под сою. Фирма Horsch выпускает агрегаты для полосного посева рапса (с расстоянием между полосами в 30см и шириной обрабатываемых полос 12 см). Ведутся эксперименты по посеву этим агрегатом зерновых.

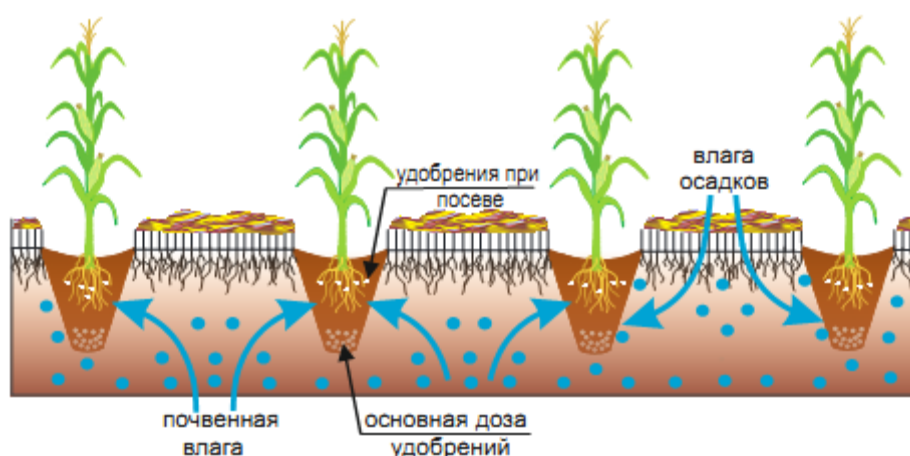


Рис. 8 Схема функционирования технологии strip-till

Исследования полосной обработки почвы с чередованием обработанных и необработанных полос проводятся и в других зонах, что особенно важно в засушливых условиях (12).

Солидный опыт применения полосной обработки (strip-till) имеется в ряде стран, особенно при возделывании кукурузы и сои. Этот опыт апробируется в России.

5. Основные направления научных исследований

5.1. Агрономическая оценка земель по условиям минимизации и прямого посева для различных культур

История почвообработки издревле сопровождалась различными гипотезами, концепциями, теориями, которые усложнялись и нередко противоречили друг другу. Современный скачок в развитии обработки почвы в сторону минимизации и прямого посева требует создания новой теории и соответственно множества экспериментальных исследований по различным аспектам проблемы.

Исходной позицией при оценке возможности возделывания конкретной культуры при прямом посеве является соответствие оптимальной для нее плотности почвы равновесной плотности, которая устанавливается после обработки почвы. Очевидно, современные знания об отношении различных сельскохозяйственных культур к плотности почвы должны быть систематизированы и дополнены соответствующими экспериментальными исследованиями. На их основе должны быть разработаны шкалы оптимальной плотности почв для основных полевых культур. Таким же образом следует разработать шкалы равновесной плотности различных почв на уровне основных типов, родов и видов.

Одновременно с отношением растений к плотности и соответственно минимизации обработки должна быть разработана оценка влияния растений на плотность почв, их «рыхлительной способности». Многими пропаганди-

стами no-till делается акцент на использование растений со стержневой корневой системой со ссылкой на их высокую рыхлительную способность. Однако мера этой способности не установлена.

Наряду с неблагоприятными свойствами почв, ограничивающими возможность минимизации почвообработки, такую же роль может играть склоновый рельеф, поскольку при уплотнении почв в результате минимизации усиливается сток, возрастающий с крутизной склона. Давно назрела необходимость разработки системы оценки устойчивости к водной эрозии различных фонов почвообработки при возрастающей крутизне склона с учетом количества стерни, мульчи, комковатости и других условий, как это было сделано для оценки ветроустойчивости поверхности почвы при разработке почвозащитной системы земледелия.

5.2. Мульча как определяющее условие минимизации обработки почвы и прямого посева

Оставление на поверхности почвы стоячей стерни при освоении почвозащитной системы земледелия не только предотвратило пыльные бури, но и способствовало лучшему использованию зимних осадков за счет задержания снега. В дальнейшем оставление измельченной соломы и создание мульчи обусловило сокращение потерь влаги на испарение. Дополнительный запас влаги за счет активного мульчирования поверхности почвы позволяет активизировать земледелие путем введения более интенсивных севооборотов, увеличения применения удобрений. Оказавшись фактором интенсификации земледелия, мульчирование одновременно играет важную роль в его экологизации, выполняя в какой-то мере роль лесной подстилки или степного войлока.

Чрезвычайно актуальна оценка влияния возрастающего количества растительной мульчи на сокращение испарения воды с поверхности почвы. По некоторым зарубежным данным сокращение потерь влаги может достигать 50-70 мм при том высоком количестве измельченной соломы, которое

остается после уборки высокоурожайных культур (кукурузы, сорго и др.). Это обстоятельство выводит земледелие на качественно новый уровень, если сокращение непроизводительного расхода влаги совпадает с благоприятными условиями ее накопления, что имеет место в структурных почвах с невысокой плотностью сложения. Пропаганда no-till наиболее активно ведется из Аргентины, где складываются именно такие условия, особенно, при возделывании кукурузы, сорго.

По некоторым данным, при мульчировании более эффективно используется не только запасенная влага осадков, но и влага, конденсирующаяся из воздуха при перепаде дневных и ночных температур. Влияние мульчи существенно сказывается на температурном режиме. Усиление альбедо заметно снижает температуру почвы, что имеет особо важное значение в жаркие периоды.

Как ни странно, изучению влияния мульчи на водный и температурный режимы уделялось крайне мало внимания, не говоря уже о ее роли в повышении биогенности почв. Особо дискутируется проблема накопления мульчи, создание некой «подушки», хотя аргументированных данных нет. Высказываются также противоречивые соображения о быстром ее разложении. Очевидно, скорость ее разложения в разных условиях сильно различается. Следует, однако, подчеркнуть, что мульча присутствует в весенний период, когда ее роль особенно велика. В период от всходов до кущения с открытой поверхности почвы испаряется значительная часть запаса воды. В это время мульча значительно сокращает испарение и понижает температуру почвы. Это особенно важно в жаркие периоды, когда в результате повышения температуры почвы до 14-15° прекращается кущение пшеницы.

В целом проблеме мульчирования должно быть уделено особое внимание, поскольку без создания мульчи минимизация обесценивается.

5.3. Гипотеза биологического саморыхления почвы

Эта гипотеза была высказана И.Е. Овсинским более 110 лет назад. Он считал важнейшим достоинством сокращения основной обработки почвы так называемое «биологическое саморыхление», обусловленное повышением биогенности почвы, развитием мезофауны. Перенос растительные остатки с поверхности вглубь почвы, дождевые черви, насекомые формируют каналы, которые вместе с ходами отмерших корней способствуют саморыхлению почвы. Это высказывание часто цитируется в литературе, но стационарных систематических исследований по этому поводу не проводилось.

Учитывая необходимость применения пестицидов при минимизации почвообработки, важно знать их влияние на мезофауну и, соответственно, критические уровни пестицидной нагрузки.

Разработка этой гипотезы требует развития методов оценки биоэкологического состояния почв, биогенности, биологической и физиологической активности.

5.4. Регулирование режима органического вещества

Эта проблема включает создание мульчирующего слоя, обеспечение биоты энергией, улучшение структурного состояния почвы и поддержание ее гумусового состояния. В качестве базового критерия оптимизации режима органического вещества следует считать содержание лабильного органического вещества (неразложившиеся и полуразложившиеся остатки растений и животных), определяемого в тяжелых жидкостях. Обеднение почвы лабильным органическим веществом (ЛОВ) приводит к состоянию выпаханности (распыленности) даже высокогумусных почв.

Поскольку возможность минимизации обработки почвы зависит от структурного состояния, а, следовательно, и от режима органического вещества, важно определить соответствующие его параметры. В данной связи в программе биологизации земледелия Белгородской области рекомендуется обеспечивать поступление в почву органического вещества на уровне 10 т/га за счет соломы, сидератов и др. (104). Разумеется, названная величина требу-

ет уточнения и экспериментального обоснования применительно к различным условиям. Данная работа должна получить развитие в плане создания оценочных шкал поступления ЛОВ в почву после различных культур с целью оптимизации севооборотов и систем обработки почвы. Для этого нужны исследования динамики продукционных и деструкционных процессов в агроценозах (116, 117).

5.5. Регулирование водно-физических свойств почв

Влияние минимизации обработки на сложение, структурное состояние почвы, водный режим – весьма актуальная и достаточно дискуссионная проблема. Ее развитие связано с углублением представлений о формировании водопрочной структуры почвы. Всплеск агрономической мысли, инициированный учением В.Р. Вильямса, был обусловлен именно этой категорией. После известной критики травопольной системы земледелия развитие этой проблемы искусственно сдерживалось, особенно в отношении прижизненного влияния различных растений и разлагающегося лабильного органического вещества на процесс образования структуры почвы (ЛОВ). В последнее время декларируется определяющее значение оптимального содержания ЛОВ для предотвращения «выпахивания» почв, хотя механизмы не разрабатываются. Как показывают наблюдения, после внесения органических удобрений структура почвы заметно улучшается на какое-то время, хотя определение водопрочных агрегатов методом качания сит в воде не показывает существенного их увеличения. Очевидно, следует учитывать роль менее водопрочных, но агрономически ценных агрегатов более деликатными методами. Эти исследования должны быть соотнесены с динамикой ЛОВ. С этими процессами связаны водопроницаемость почвы и физическое испарение, которое корректируется влиянием мульчи из растительных остатков, расположенных на поверхности почвы. Разработка данной проблемы должна осуществляться в комплексной программе.

5.6. Оптимизация севооборотов по условиям минимизации обработки почвы

Поскольку системы обработки почвы и севообороты имеют ряд общих агрономических функций, оптимизация тех и других в той или иной мере достигается за счет их взаимозаменяемости. В данной связи первостепенное значение имеет сокращение чистого пара за счет мульчирующих обработок и прямого посева, благодаря повышению влагообеспеченности посевов. Такая возможность показана в ряде полевых опытов и хозяйств, требуется ее экспериментальное развитие. Выбор севооборотов при минимизации почвообработки должен осуществляться с учетом подбора культур, способствующих биологическому рыхлению почвы и улучшению фитосанитарной ситуации, в частности, введения в севообороты полевых капустовых культур (рапс, горчица), играющих фитосанитарную роль. Оптимизация севооборотов по условиям минимизации почвообработки совпадает с задачами диверсификации растениеводства по экономическим и экологическим условиям.

Наиболее общей задачей является увеличение поступления в почву органического вещества. Важное значение в данном отношении имеет использование уплотнительных пожнивных и поукосных посевов горчицы, рапса и других растений. Создание стеблестоя этих культур, уходящего в зиму, благоприятствует задержанию и накоплению снега и соответственно влаги в почве. Увеличение растительных остатков на поверхности почвы в дополнение к оставлению измельченной соломы способствует уменьшению поверхностного стока и аккумуляции влаги в почве, а в дальнейшем уменьшению ее испарения. В наибольшей мере эта задача реализуется при прямом посеве. Таким образом, применение пожнивных посевов приобретает новый смысл наряду с традиционными оценками их сидерального назначения. Сопряжение прямого посева с пожнивными культурами открывает новые возможности совершенствования почвозащитных агротехнологий. Например, введение пожнивных посевов горчицы после озимой пшеницы, убираемой с оставлением измельченной соломы, предшествуя посеву кукурузы по технологии

прямого посева, позволяет интенсифицировать земледелие на склоновых землях. При этом после уборки кукурузы остается достаточно большое количество измельченных растительных остатков, защищающих почву. Их количество дополняется пожнивным посевом горчицы. Таким образом, кукуруза из пропашной эрозионно-опасной культуры превращается в почвозащитную.

5.7. Регулирование фитосанитарной ситуации

Эта проблема является узловой, поскольку переход на мульчирующие обработки всегда связан с ухудшением фитосанитарной ситуации. На протяжении многих веков главная задача обработки почвы заключалась в борьбе с сорняками. Замена вспашки безотвальной обработкой способствует резкому повышению засоренности посевов, которая возрастает по мере минимизации особенно при прямом посеве. Кроме того растительные остатки, оставляемые на поверхности почвы, способствуют сохранению инфекционного начала ряда болезней, усугубляется проблема вредоносности ряда сельскохозяйственных фитофагов. В результате минимизация почвообработки становится возможной только при использовании пестицидов. На практике их применение иногда обходится дороже, чем экономия на механической обработке почвы, ГСМ и др. Возрастают экологические издержки. Тогда под сомнением оказываются гипотезы о самовосстановлении плодородия почв, саморегуляции биоценологических связей и, в целом, экологизации земледелия. Соответственно задача оптимизации фитосанитарного состояния посевов сводится к замене химических средств биологическими с повышением наукоемкости и точности агротехнологий. Первоочередной задачей в данном отношении является включение в севообороты фитосанитарных культур и сортов устойчивых к вредным организмам, оптимизация химического метода защиты растений, в том числе: совершенствование ассортимента пестицидов и создание высокоэффективных препаратов в сочетании с малой опасностью для теплокровных и других организмов, использование средств для ускорения деградации пестицидов в почве, совершенствование системы машин для точного

внесения пестицидов, развитие фитосанитарной диагностики, использование дистанционных методов и др. Перспективные задачи связаны с развитием биологической защиты полевых культур с использованием природных популяций энтомофагов. Большой интерес представляет использование для борьбы с сорняками гербиофагов и микроорганизмов.

5.8. Оптимизация систем удобрения

Все элементы систем земледелия взаимодействуют с удобрениями, которые в большой мере определяют выбор севооборотов, сортов, систем обработки почвы, защиты растений и, таким образом, выступают в качестве важнейшего системообразующего фактора земледелия. Применением минеральных удобрений обусловлена возможность сокращения чистого пара, освоения почвозащитных систем обработки почвы, их минимизации, прямого посева. Необходимо расширение сети многофакторных полевых экспериментов по изучению этих связей с целью создания интегрирующих их математических моделей, на основе которых должны разрабатываться адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

В период разработки и освоения почвозащитной системы земледелия на востоке страны в 60-70-х годах возникла проблема применения минеральных и органических удобрений при плоскорезной обработке почвы. Исследованиями, проведенными во ВНИИ зернового хозяйства было установлено снижение интенсивности минерализации азота при плоскорезной обработке и дифференциация пахотного слоя по содержанию подвижного фосфора. соответственно была показана целесообразность внесения азотных удобрений под зерновые по непаровым предшественникам. В дальнейшем дефицит азота компенсировали удобрениями в зависимости от степени минимизации обработки почвы. Сложнее оказалась проблема регулирования фосфорного режима в связи с «прижатостью» подвижного фосфора к самой верхней части пахотного слоя и обедненностью нижней. Поскольку фосфорные удобрения крайне слабо перемещаются в почве, стали разрабатывать орудия для внесе-

ния их в нижнюю часть пахотного слоя. В частности, был создан плоскорез-глубококорыхлитель-удобритель ГУН-4. Его недостатком было размещение удобрений в одной горизонтальной плоскости. Стали вносить фосфорные удобрения при плоскорезной системе преимущественно стерневыми сеялками на глубину 12-16 см. В целом проблема осталась недостаточно разработанной.

При прямом посеве оптимальное внесение фосфорных и калийных удобрений проблематично. При повышенном обеспечении почвы фосфором достаточно внесения стартовых доз удобрений с семенами, а лучше на глубину ниже семян. Эта операция в той или иной мере выполняется частью существующих посевных комплексов. На почвах с низкой обеспеченностью подвижным фосфором этого недостаточно. В современных проектах адаптивно-ландшафтного земледелия задача решается в частности, путем внесения фосфатных и калийных удобрений под вспашку или безотвальную обработку под наиболее требовательную культуру в расчете на нее и последующие культуры, идущие по прямому посеву. Вероятно, возможны другие варианты решения этой задачи с минимальным разрывом прямого посева или по крайней мере с минимальным нарушением педоценоза с оставлением на поверхности пожнивных остатков. В этой связи особый интерес приобретает использование жидких удобрений.

Недостаточно разработанной остается проблема применения органических удобрений при минимизации обработки почвы.

5.9. Требования к технике для прямого посева

5.9.1. Агротребования к машинам для прямого посева.

Важнейшими требованиями к технологиям и, соответственно, машинам прямого посева являются:

- высокое проективное покрытие почвы измельченным мульчирующим материалом;

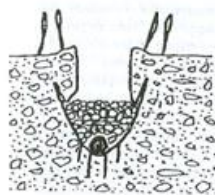
- размещение семян в почве, обеспечивающее высокую всхожесть по условиям увлажнения (Т-образные канавки);
- недопущение перемешивания почвы с растительными остатками и контакта их с семенами во избежание токсикозов проростков и заделки семян сорняков;
- раздельное размещение семян и удобрений на оптимальных расстояниях;
- обеспечение равномерности глубины заделки семян в почву.

Существующие сеялки и посевные комплексы по разному справляются с этими задачами. Определяющими условиями при их выборе являются конструкции рабочих органов.

Положение, принимаемое зерном в V-образной канавке



Положение, принимаемое зерном в U-образной канавке



Положение, принимаемое зерном в T-образной канавке



Рис. 9. Формы посевных борозд (С.Дж. Бейкер и др., 2002)

При помощи сошников в почве формируются посевные борозды различных типов. Наиболее важная характеристика посевной борозды - форма ее поперечного сечения. Существуют три основных формы борозд: 1) в форме V, 2) в форме U, 3) в форме перевернутой T (Рис. 9).

Борозды в форме U образуются в основном анкерными типами сошников, V-образные – дисковыми сошниками, T-образные – дисково-анкерными. Первые два типа конструкций сошников, используемых для прямого посева, являются адаптацией традиционных сошников, третий тип специально разработан для no-till.

5.9.2. Оценка сошников различных конструкций.

За сравнительно короткий период разработки и освоения прямого посева создано немало посевных машин, различающихся типами рабочих органов и их размещением, массой агрегатов, высотой рамы, разнообразными дополнительными устройствами. Это разнообразие обусловлено хозяйственными, технологическими, агроэкологическими условиями и имеет определенную региональную приуроченность. Соответственно заводы изготовители посевной техники для no-till в той или иной мере привязаны к крупным регионам. Например, производители Канады Моррис, Барго, Флекси-Койлл и другие устанавливают на свои агрегаты анкерные сошники, на заводах США производят анкерные и дисковые сеялки, в Бразилии и Аргентине – только дисковые. В то же время, в мире уже существуют решения, которые выходят за пределы дилеммы «анкерные или дисковые». Например в Новой Зеландии производят сеялки, в конструкции которых соединены и дисковые и анкерные элементы. Совместно с новозеландскими партнерами подобные машины создаются на Украине корпорацией «Агро-Союз».

К настоящему времени сложился определенный опыт работы с сошниками различных типов, позволяющих судить об их достоинствах и недостатках и ставить задачи по их совершенствованию.

Анкерные сошники. Достоинством анкерных сошников являются:

- простота и надежность в эксплуатации;
- размещение семян на плотном семенном ложе без вдавливания пожнивных остатков в борозду;
- способность не перемешивать пожнивные остатки и почву;
- обеспечение заделки семян по плотному фону на заданную глубину;
- раздельное внесение семян и удобрений на разную глубину;
- эффективное использование в засушливых условиях на почвах с тяжелым гранулометрическим составом.

При этом они имеют существенные недостатки:

- неравномерность глубины посева;

- вынужденное заглубление, особенно при посеве мелкосемянных культур;
- повышенная вероятность нагребания пожнивных остатков во влажных условиях;
- высокие энергетические затраты при посеве;
- высокий износ рабочих органов;
- ограничения при посеве на каменистых и щебнистых почвах;
- сложности при регулировке глубины заделки семян на невыравненном фоне;
- широкие междурядья от 19 см и соответственно ограничения по норме высева;

Наиболее удачной универсальной конструкцией анкерного сошника является «сошник Андерсена».

Размазывание почвы в борозде при повышенной влажности, низкая скорость работы и опасность забивания анкерных сошников в условиях большого количества растительных остатков устраняется конструкцией сеялок, которые оснащаются различными видами сошников и путем их размещения в несколько рядов и изменением расстояния между собой по ширине и длине. При использовании сеялок с большой шириной захвата с тяжелым бункером, происходит сильное уплотнение почвы и образуются колеи. Вероятно, следует использовать посевные комплексы с шириной захвата до 9 м с общей емкостью бункера для семян и удобрений объемом до 7 000 м³.



Рис. 10. Сошник Андерсона сеялки Norsh для прямого посева зерновых и зерно-бобовых культур.

Дисковые сошники. Эта категория сошников для прямого посева представлена двумя конструкциями – двухдисковыми и однодисковыми.

У традиционных двухдисковых сошников (Рис.11) оба диска встречаются в одной точке. В результате растительные остатки попадают в зазор между дисками. Чтобы избежать этого, для прямого посева выпускают сеялки с двухдисковыми смещенными сошниками и двухдисковыми сошниками разных размеров. Двухдисковый сошник хорошо сеет в пожнивные остатки благодаря сочетанию конструкции сошника и индивидуального прижимного гидроцилиндра на каждый сошник, который позволяет регулировать давление на почву во время посева в зависимости от разных условий посева.

Однодисковый сошник эффективно работает по большому количеству пожнивных остатков благодаря большому диаметру разрезающего диска и углу вхождения в почву. Монодиск формирует U-образную борозду для внесения семян и удобрений, минимально сдвигая почвенный слой. Разрезающий диск укомплектован прижимным механизмом, обеспечивающим постоянное его очищение от пожнивных остатков при посеве. А наличие специ-

ального прижимного устройства обеспечивает плотный контакт семени с почвой.



Рис. 11. Двухдисковый сошник со смещением

Достоинством дисковых сошников являются:

- высокая точность внесения семян на заданную глубину;
- обеспечивает возможность равномерного внесения семени в рядок;
- не оставляет микрорельеф после посева;
- обеспечивает качество посева при высокой скорости;
- обладает малой энергоемкостью
- хорошо копирует рельеф;
- работает как по необработанному, так и по обработанному фону;
- легко преодолевает препятствия, камни, пожнивные остатки высоко-стебельных культур;
- высокая надежность рабочих органов;
- хорошо работает в почвах легкого гранулометрического состава.

По сравнению с двухдисковым сошником однодисковый сошник лучше копирует нанорельеф и имеет преимущество при посеве в почву с повышенной влажностью.

В качестве недостатков дисковых сошников отмечают:

- необходимость повышенного усилия для заглубления в почву;
- склонность вдавливать растительные остатки в борозду;
- неспособность сошников разделять в борозде семена и удобрения.
- сложность конструкции для обеспечения агрономических требований, дооборудования дополнительными конструкциями (дополнительные режущие диски, отдельные сошники для внесения удобрений и .т.д.)
- при большой глубине заделки крупносеменных культур, особенно в ранние сроки сева, происходит «подвисание» семян по причине V-образного семенного ложа.

Несмотря на существенные недостатки, эти сошники используются во многих моделях сеялок для прямого посева. Активно развивается процесс их совершенствования.

Дисково-анкерные сошники. Наиболее эффективное решение задачи прямого посева достигается сеялками с сошниками дисково-анкерного типа, специально разработанными для этой цели. Такой сошник состоит из одного плоского вертикального диска (гладкого или зазубренного), который при движении разрезает растительные остатки, и двух боковых лезвий с крыльями, расположенными так, что внутренняя часть их ведущих краев трется об одну сторону центрального диска, снимая растительные остатки с боковых лезвий и устраняя забивание. Боковые лезвия прорезают с каждой стороны диска на глубине посева горизонтальные борозды и отдельно помещают в них семена и удобрения. Удлинение лезвия для внесения удобрений позволяет разделить семена и удобрения не только по горизонтали, но и по вертикали. За сошником следует два полупневматических колеса, которые прикатывают поднятую сошником почву, надежно закрывая посевную борозду. Ко-

леса автоматически поддерживают постоянную глубину заделки семян, хорошо копируют поверхность поля (Рис. 12).



Рис. 12. Дисково-анкерный сошник.

Таким образом, дисково-анкерный сошник имеет следующие преимущества:

- обеспечение борозды в форме перевернутой Т, и надежной всхожести семян;
- копирование нанорельефа поля;
- минимальное нарушение поверхности почвы, автоматическое прикрывание борозды;
- хороший контроль глубины посева;
- обеспечение качественного посева при большом количестве пожнивных остатков;
- равномерное распределение семян, создание тесного их контакта с почвой;
- обеспечение разделения семян и удобрений в горизонтальной и вертикальной плоскости;
- недопущение вдавливания в посевное ложе растительных остатков;

- способность работать на больших скоростях.

В качестве недостатков можно отметить высокую начальную стоимость посевного агрегата, включая трактор большой силы тяги.

Рабочие органы для внесения удобрений. Существуют различные конструкции рабочих органов для внесения минеральных удобрений при прямом посеве, которыми вносят их с семенами и ниже семян. Наибольший интерес представляют последние и чем глубже, тем лучше.

На среднесуглинистых не переуплотненных почвах с большим количеством растительных остатков особый интерес представляет конструкция рабочих органов типа «гильотина» (Рис 13), когда удобрения вносятся в междурядье, как делают для упрощения сеялки.

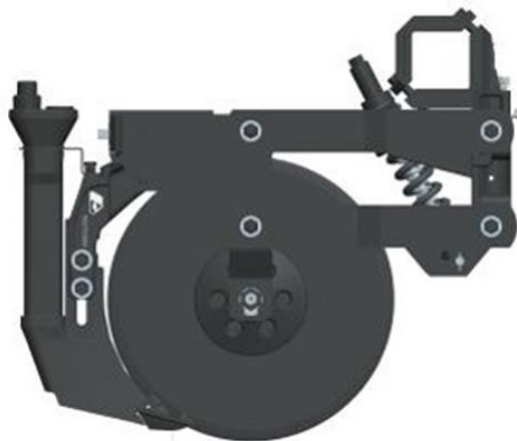


Рис. 13 Туковый сошник «Гильотина»

Конструкция включает диск диаметром 20 дюймов, разрезающий растительные остатки и нож с тукопроводом, высевающих удобрения.

На уплотненных тяжелосуглинистых и глинистых почвах лучшим вариантом рабочего органа является диск со смещенным назад ножом (рис.14). На влажных, переуплотненных почвах этот орган чрезмерно разрыхляет почву.

Для легких по гранулометрическому составу почв предложен трехдисковый сошник (рис.15). Впереди идущий диск разрезает растительные остатки, за ним установлен двухдисковый сошник с кондуктором удобрений.

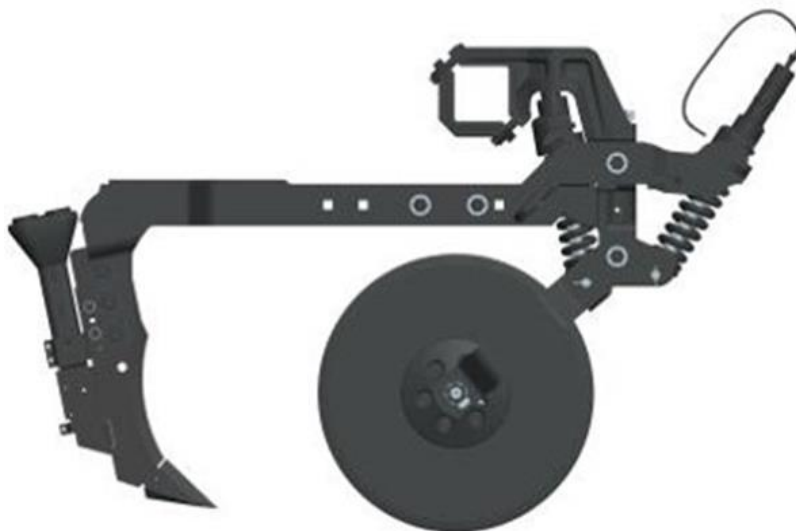


Рис. 14. Туковый сошник с разрезным диском и смещенным назад ножом.



Рис. 15. Туковый трех-дисковый сошник для внесения удобрений.

Если количество растительных остатков невелико, предпочтителен вариант двухдискового сошника без режущего элемента впереди.

5.9.3. Задачи совершенствования техники для прямого посева.

Проблема создания техники для прямого посева находится в состоянии активного развития. На данном этапе наиболее широкое распространение получили анкерные сеялки, которые довольно широко используются в Австралии и Северной Америке и всё чаще распространяются в Южной Европе, как наиболее дешевый вариант. Их применение в районах Ближнего Востока и Северной Африки рассматривается, как более простой способ освоения прямого посева в небольших фермерских хозяйствах. Подобные технологии и

разрабатываемые их варианты совместимы с местными производственными возможностями и лучше подходят для мощностей существующих тракторов. Одновременно развивается направление совершенствования дисковых и комбинированных сеялок для более высокого уровня интенсификации производства, для развитых крупных сельскохозяйственных предприятий.

5.9.4. Методика проведения испытаний сеялок.

Оценка сеялок для посева зерновых культур, зернобобовых культур, семян льна, трав, подсолнечника, кукурузы, сои, гороха и т.д., с одновременным внесением минеральных удобрений, должна проводиться в соответствии с принятыми на территории Российской Федерации требованиями (ГОСТ 31345-207. Сеялки тракторные. Методы испытаний).

Подготовка к испытаниям.

Типовая программа испытаний включает следующие виды оценок:

- оценка технических параметров;
- агротехническая оценка;
- энергетическая оценка;
- оценка безопасности и эргономичности конструкции изделия;
- эксплуатационно-технологическая оценка;
- оценка надежности;
- экономическая оценка.

До начала испытаний сеялка должна быть обкатана и отрегулирована.

Перечень технических параметров, которые оцениваются у испытываемой сеялки:

- тип машины;
- число высевающих аппаратов;
- конструктивная ширина междурядий;
- рабочая ширина захвата по культурам;
- норма высева семян (удобрений);
- агрегатирование (марка или класс трактора);

- привод высевających аппаратов;
- потребляемая мощность;
- рабочая скорость;
- производительность по культурам, га/ч; (основного, эксплуатационного сменного времени);
- габаритные размеры машины в рабочем и транспортном положении;
- масса машины (конструкционная, с комплектом рабочих органов и приспособлений, эксплуатационная);
- необходимая ширина поворотной полосы;
- ширина колеи ходовых колес;
- пределы регулирования рабочих органов по глубине;
- почвенная прослойка между семенами и удобрениями;
- элементы автоматики;
- трудоемкость переоборудования машины (на другие операции, междурядья, ширину захвата, перевод в транспортное и рабочее положение).

Агротехническая оценка.

Перед проведением агротехнической оценки проводят выбор оптимального режима работы, определяют типы семян, которые сеялка может высевать.

Агротехническая оценка проводится в условиях соответствующих требованиям инструкции производителя.

Лабораторно-полевые испытания проводят с целью проверки качества выполнения технологического процесса высевającej системы сеялки в полевых условиях.

Лабораторно-полевые испытания сеялок, предназначенных для посева нескольких культур, проводят на посевах не менее двух культур, семена которых существенно различаются между собой по физико-механическим свойствам. Одна из них – основная крупносемянная культура для данной зоны; вторая – мелкосемянная (при условии возделывания этих культур в зоне испытаний).

Семенной материал, используемый для испытаний сеялок, должен соответствовать посевным кондициям не ниже второго класса.

В процессе регулирования сеялки устанавливают минимальную, оптимальную и максимальную глубину заделки семян.

Определяют глубину заделки семян (удобрений и почвенной прослойки между семенами и удобрениями не позже, чем на второй день после посева).

После появления полевых всходов подсчитывают число растений (густоту насаждения) на площадях, расположенных по диагоналям участка.

Относительную полевую всхожесть P_B , % вычисляют по формуле:

$$P_B = \frac{n_B}{n_{BC}} * 100, \quad 3$$

где: n_B – количество взошедших растений, шт./м² (шт./м);

n_{BC} – количество высеянных всхожих семян, шт./м² (шт./м).

Ширину междурядий определяют измерением расстояний между центрами смежных рядов.

Ширину засеваемого ряда, ленты или полосы определяют после появления всходов. Для двух и трехрядных сеялок по каждому ряду сошников с двух смежных проходов сеялки в каждой повторности необходимо провести не менее 20 измерений.

Для однорядной сеялки в каждой повторности количество измерений должно быть не менее 50. Погрешность измерений ± 1 см.

Энергетическая оценка.

Энергетическую оценку машин проводят совместно с определением агротехнических показателей на фонах и способах посева, используемых при испытаниях. При этом оцениваются структурные показатели:

- тяговое сопротивление, кН;
- мощность, потребляемая машиной, кВт;
- мощность на привод вентилятора, кВт;
- мощность, затрачиваемая на самопередвижение, кВт;

- удельные энергозатраты, кВт*ч/га, кВт*ч/т.

Оценка безопасности и эргономичности конструкции сеялок проводят по ГОСТ 12.2.002, ГОСТ 12.2.111.

При этом оцениваются следующие показатели безопасности и эргономичности конструкции:

- общие требования безопасности к конструкции узлов и агрегатов;
- показатели обеспечения безопасности при монтаже, транспортировании и хранении;
- цвета сигнальные и знаки безопасности;
- требования к средствам доступа на рабочее место (места заправки, очистки и т.д.);
- наличие предупреждающих надписей и знаков безопасности;
- требования к наличию и конструкции защитных ограждений;
- требования и система блокировки и предупредительной сигнализации;
- требования обзорности зон наблюдения;
- требования к наличию внешних световых приборов и их расположению;
- силы сопротивления перемещению органов управления.

Надежность сеялок оценивают сопоставлением фактических показателей надежности с нормативными значениями при проведении контрольных испытаний.

Эксплуатационно-технологическую оценку проводят в соответствии с ГОСТ 24055, ГОСТ 24057 для опытных сеялок на всех видах работ, для которых они предназначены.

Экономическую оценку тракторных сеялок проводят по ГОСТ 23724 – ГОСТ 23730 с определением следующих экономических показателей: прямых эксплуатационных затрат, срока окупаемости дополнительных капитальных вложений, верхнего предела лимитной цены новой машины.

6. Задачи исследований

1. Дать оценку сельскохозяйственных культур по биологическим требованиям к почвенным условиям и их средообразующему влиянию.

- 1.1. Обобщить имеющиеся сведения об отношении различных культур к плотности почв и их структурному состоянию, провести экспериментальные исследования на почвах с различной уплотняемостью и моделях с искусственным уплотнением.
- 1.2. Определить механизм взаимодействия корневых систем растений с почвой, их структурообразующее влияние.
- 1.3. Определить возможности минимизации почвообработки под различные культуры и возможности использования определенных видов растений (донник и др.) в качестве фитомелиорантов для улучшения физического состояния почвы.

2. Определить роль соломенной мульчи как фактора экологизации почвообработки.

- 2.1. Обобщить сведения о влиянии пожнивных остатков на ветроустойчивость поверхности почвы. По этому поводу имеется обширная литература, начиная с работ Чепила и Вудрафа в Канаде и Е.И. Шиятого в СССР. Целесообразно на их основе с возможной доработкой сформировать систему оценки ветроустойчивости почв по регионам потенциального проявления ветровой эрозии и соответствующие нормативы.
- 2.2. Изучить роль пожнивных остатков и других источников мульчи (оставление измельченной соломы, пожнивные и поукосные посевы и др.) в сокращении поверхностного стока и предотвращении водной эрозии. Роль этого фактора в регулировании поверхностного стока (как ни странно!) изучена весьма слабо.

Необходимо установить корреляционные связи между количеством мульчи и интенсивностью стока, интенсивностью смыва и

урожайностью для различных условий, и, соответственно, разработать нормативы мульчирования, в той или иной мере обеспечивающего предотвращение эрозии в различных ландшафтах.

2.3. Изучить влияние мульчи на отражательную способность поверхности почвы и температурный режим. Это имеет особое значение в условиях высоких температур в период «посев-всходы», когда происходит максимальный расход влаги на физическое испарение и в период кушения, когда при повышении температуры почвы до 16 градусов, прекращается кушение зерновых злаков. В условиях недостаточной теплообеспеченности весной в связи с более низкими температурами под мульчей происходит задержка посевных работ.

2.4. Изучить влияние мульчи на водный режим почв. Мульчирование является определяющим фактором минимизации почвообработки, особенно нулевой, поскольку обеспечивает сокращение потерь влаги на испарение. Мульча способствует также впитыванию воды, если не происходит уплотнение почвы. Мульча способствует сохранению конденсационной влаги. Изучение механизма сохранения влаги и связь его с характеристиками мульчирующего слоя имеет первостепенное значение в разработке проблемы прямого посева. Данному фактору может противодействовать ухудшение водопроницаемости почвы в связи с ее уплотнением. Это приводит к уменьшению влагонакопления или неглубокому проникновению влаги. Тогда эффект прямого посева будет зависеть от соотношения этих разнонаправленных процессов. К сожалению, в отечественной литературе по этим вопросам крайне мало экспериментальной информации.

3. Изучить влияние минимизации почвообработки и прямого посева на биогенность почвы и возможность биологического саморыхления.

- 3.1. Изучить режим лабильного органического вещества (ЛОВ) при различных системах обработках почвы.
- 3.2. Изучить влияние мульчи и ЛОВ на биогенность и состояние мезофауны почвы при различных системах обработки почвы.
- 3.3. Изучить связь между режимом ЛОВ, биогенностью и структурным состоянием почвы при различных системах обработки почвы.
- 3.4. Изучить влияние различных систем химической защиты растений и наиболее употребляемых пестицидов на биогенность почвы.
- 4. Изучить влияние минимизации обработки почвы и прямого посева на агрофизические свойства почвы (плотность, структурное состояние, влагоемкость, водопроницаемость, тепловой и водный режим).**
- 5. Изучить режим азота и минеральных элементов питания при минимизации обработки почвы и прямом посеве.**
- 6. Изучить закономерности сукцессий сорной растительности при нулевой обработке почвы и пути их регулирования с минимальным ущербом для почвенной биоты.**
- 7. Изучить особенности регулирования фитосанитарного состояния агроценозов (болезней, вредителей и др.) при прямом посеве.**
- 8. Разработать агротехнические требования к посевным комплексам для прямого посева.**

7. Методы исследований

7.1. Выбор объекта исследований и организация полевого экспериментирования

Названные выше противоречия в оценке значения и эффективности минимизации обработки почвы и особенно прямого посева в большой мере связаны с неудовлетворительной организацией и методикой экспериментирования. Опытное дело отстает от развития земледелия, в истории которого особо выделяется качественный и количественный скачек, свершившийся в 60-х годах XX в в виде зеленой революции с появлением интенсивных сор-

тов. Дальнейшие скачки в виде агрохимической революции (создание интенсивных агротехнологий), трансгенной, информатизационной (создание точных агротехнологий) превратились в перманентную агротехнологическую революцию. До этой революции земледелие носило в основном эмпирический характер, а в полевых опытах, преимущественно однофакторных, изучалось влияние тех или иных условий на урожайность сельскохозяйственных культур. По мере интенсификации земледелия потребовались знания о взаимодействии элементов земледелия между собой, с факторами интенсификации (минеральными удобрениями, пестицидами, мелиорантами и др.). Соответственно возросли требования к полевым опытам в отношении зависимостей, позволяющих строить модели систем земледелия и составляющих их блоков и решать теоретические задачи. Соответственно на основе возникающих гипотез, в порядке проверки появляющихся теорий должны разрабатываться схемы и методики полевых опытов. Этот подход развивался очень медленно. Например, множество опытов с удобрениями (географическая сеть) до 90-х годов проводились безотносительно к системам земледелия и агротехнологиям. В результате нормативы окупаемости зерновых культур по различным природным зонам России, изданные плановыми органами в 1988 году (89-а) составляли 3-5 кг зерна за 1 кг д.в. минеральных удобрений, при том, что среднемировая окупаемость к этому времени составила около 7 кг зерна за 1 кг д.в. Первый ощутимый прорыв в этом направлении был сделан В.И. Овсянниковым, показавшим связь между удобрениями и структурой севооборотов. Дальнейшее развитие многофакторное полевое экспериментирование получило в Сибирском НИИ земледелия и химизации. В сети многолетних многофакторных экспериментов были изучены связи между удобрениями, севооборотами, обработкой почвы и другими элементами земледелия и экологическими факторами, на основе которых были разработаны математические модели и адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Этот процесс получил развитие, но не стал всеобщим, необходимым для развития полевого экспериментирования для решения проблематики минимизации поч-

вообработки и в целом адаптивно-ландшафтного земледелия на новом этапе.

К настоящему времени, как было показано выше, сложился ряд гипотез минимизации почвообработки, для разработки которых требуется: создание унифицированной программы исследований; обоснование территорий, на которые могут распространяться гипотетические закономерности; определение мест закладки базовых опытов; охват экспериментальной сетью природного разнообразия, которое будет определять дифференциацию систем обработки почвы.

Такая унификация исследований отнюдь не означает насаждения шаблонов. При формировании государственного заказа на научное обеспечение проблемы (особенно при базовом финансировании НИР – научно-исследовательских учреждений) она необходима для того, чтобы получить внятные ответы на принципиальные вопросы развития систем обработки почвы вместо разнообразных мнений, часто амбициозных, не подкрепленных доказательной аргументацией. Научно-методическое руководство программой должно осуществляться координационным советом и координирующей организацией, контроль за результатами – Бюро Отделения сельскохозяйственных наук РАН после рецензирования годовых отчетов членами РАН.

Размещение сети опытных стационаров должно осуществляться на основе природно-сельскохозяйственного районирования территории страны и агроэкологической группировки земель (52). В сокращенном виде она представлена в таблице 2. Выбор объекта определяется природно-сельскохозяйственной зоной, провинцией, группой земель, типом, родом, видом и разновидностью почвы. Мотивацией для выбора объекта и схемы опыта служат рассмотренные выше гипотезы дальнейшей минимизации обработки почвы и вытекающие из них программы исследований.

2. Природно-сельскохозяйственное районирование и агроэкологическая группировка земель

Провинции	Агроэкологические группы земель
-----------	---------------------------------

	Плакорные	Полугидро-морфные	Эрозионные	Солонцовые
Южно-таежно-лесная зона				
Прибалтийская, Среднерусская, Западносибирская, Среднесибирская, Дальневосточная	Дерново-подзолистые средне (легкосуглинистые), Дерново-подзолистые тяжелосуглинистые), Дерново-подзолистые окультуренные, Дерново-карбонатные	Дерново-подзолистые слабogleеватые, Дерново-подзолистые глееватые	Дерново-подзолистые слабосмытые, Дерново-подзолистые среднесмытые	---
Лесостепная зона				
Среднерусская, Предуральская, Западносибирская, Среднесибирская	Серые лесные, Черноземы оподзоленные, Черноземы выщелоченные Черноземы типинные	Лугово-черноземные, Черноземно-луговые	Черноземы слабосмытые, Черноземы среднесмытые	Черноземы солонцеватые, Лугово-черноземные солонцеватые
Степная зона				
Предкавказская степная и лесостепная, Заволжская, Западносибирская, Западно-предалтайская, Восточносибирская	Черноземы обыкновенные тяжелосуглинистые (глинистые), Черноземы обыкновенные средне (легко) суглинистые, Черноземы южные тяжелосуглинистые (глинистые), Черноземы южные средне (легко) суглинистые	Лугово-черноземные, Черноземно-луговые	Черноземы слабоэродированные, Черноземы среднеэродированные	Черноземы солонцеватые, Солонцы, Солонцы мелиорированные
Сухостепная зона				
Манычско-Донская, Заволжская	Темно-каштановые тяжелосуглинистые (глинистые), Темно-каштановые средне (легко) суглинистые, Каштановые тяжелосуглинистые (глинистые), Каштановые средне (легко) суглинистые	Лугово-каштановые	Темно-каштановые слабоэродированные, Темно-каштановые среднеэродированные	Темно-каштановые (каштановые), солонцеватые, Солонцы

7.2. Обоснование схем полевых опытов

Для решения проблемы оптимизации систем обработки почвы в зонально-провинциальном аспекте требуется развитие полевых экспериментов на современной методической основе, которая должна ответить на множество поставленных выше вопросов. Состояние сети и в целом уровень разработанности проблемы в различных регионах существенно различается. Кажется бы, новый этап развития минимизации обработки почвы и соответ-

ственно планирования полевых экспериментов должен стартовать от рекомендованных научными учреждениями региональных систем обработки почвы в соответствующих севооборотах, то есть эти варианты должны быть контрольными по отношению к исходным. Очевидно, так и должно быть в случае достаточной их обоснованности предшествовавшими экспериментами. К сожалению, для многих объектов они весьма ограничены, отсутствуют или неоднозначны. Соответственно, в интегрирующих (базовых) полевых опытах могут сравниваться варианты конкурирующих систем обработки почвы в разных севооборотах. В таежно-лесной зоне и на севере лесостепи в качестве контрольного варианта должна быть, например, система вспашки, в лесостепной зоне - комбинированная отвально-безотвальная, в степной зоне – плоскорезная разноглубинная, в сухо-степной – плоскорезная мелкая с различными вариантами в зависимости от гранулометрического состава, солонцеватости, оподзоленности, смывтости почв и других условий. При этом учитывается специфика культур и севооборотов. Например, под озимые культуры глубокая обработка почвы повсеместно нецелесообразна.

Выбор вариантов минимизации почвообработки для включения в схемы интегральных полевых опытов осуществляется на основе предварительных многофакторных экспериментов, в которых устанавливаются перечисленные выше взаимосвязи, разрабатываются нормативы систем удобрений, защиты растений. Особое значение имеет разработка способов внесения фосфорных и калийных удобрений в системах обработки с участием прямого посева и при нулевой системе. При высокой обеспеченности почв этими элементами достаточно внесения фосфорных удобрений в рядки при прямом посеве посевными комплексами. При низкой обеспеченности требуется внесение больших доз удобрений на оптимальную глубину, что невозможно при посеве. Очевидно, в условиях высокой потенциальной продуктивности земель прямой посев оправдан под культуры, идущие по предшественнику, под который внесены удобрения под вспашку или глубокое рыхление. Количество таких культур в севообороте зависит от дозы удобрения, внесенного в

запас.

В многофакторных экспериментах должны быть найдены взаимосвязи между севооборотами, прямым посевом, системами удобрения и защиты растений. В данной связи особый интерес представляет возможность сокращения чистого пара, введения в севообороты фитосанитарных культур, сортов устойчивых к вредным организмам. В этих опытах должна быть дана оценка культур по их «рыхлительной способности» в зависимости от типа корневой системы (стержневой, мочковатой), по количеству оставляемых растительных остатков и соответственно обеспечению мульчирования поверхности почвы. В специальных опытах должны быть установлены связи мульчирования (количества мульчи, качества, различных параметров) с водным режимом и урожайностью.

В схемы интегральных опытов должны включаться варианты комбинированной, минимальной и нулевой систем обработки почвы.

7.3. Выбор опытных участков и их характеристика

Выбранная для закладки опытов территория тщательно изучается с точки зрения репрезентативности изучаемого объекта и его распространенности. Размеры участков выбираются в зависимости от схемы опытов и программы исследований. При выборе участка устанавливают историю его использования, которая должна быть одинаковой на всей его территории в отношении требований однородности. Участок фиксируют в системе координат относительно опорного знака государственной геодезической сети, либо долговременного репера.

Топографическую съемку проводят с сечением горизонталей 0,1 м для поисковых и аналитических опытов, 0,2 м для базовых интегральных опытов, 0,5-1 м для производственных опытов (рис. 16). Почвенную съемку выполняют соответственно в масштабах 1:500, 1:1000, 1:5000. Проводят комплекс исследований физико-химических, физических, агрохимических свойств

почв. Определяют содержание гумуса, гранулометрический состав, емкость катионного обмена, поглощенные основания, содержание карбонатов, рН, содержание валовых и подвижных форм азота, фосфора, калия и других элементов. Проводят изучение плотности почвы, структурного состояния, содержания водопрочных агрегатов, водопроницаемости.

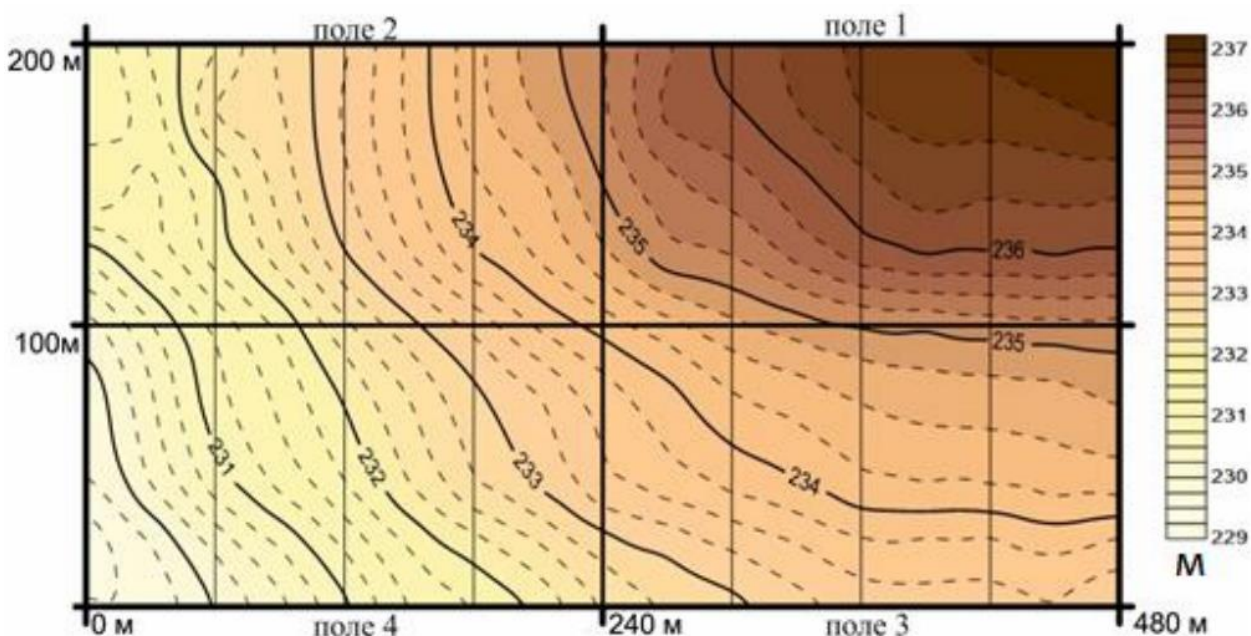


Рис. 16. Рельеф участка длительного полевого опыта Курского НИИ АПП (171). Уменьшено с масштаба 1 : 1000, основные горизонталы проведены через 1 м.

На основе проведенных исследований составляют экологический паспорт опытного стационара, в котором отражают климатические условия, рельеф, почвообразующие породы, грунтовые воды, почвы и их свойства. Обосновывают типичность природных условий стационара для территории, на которую будут экстраполированы результаты исследований.

Наблюдения за динамикой почвенных показателей проводят на постоянных площадках. Их число устанавливается пропорционально диапазону внутриполевой изменчивости свойств почв (172) по следующему алгоритму:

1. рассчитать среднее (M) и стандартное отклонение (SD) свойств почв, измеренных в точках опробования (минимально необходимо 9 точек);
2. рассчитать коэффициент вариации (CV) как отношение SD к M ;
3. задать порог различий почвенных характеристик между турами обследования (h) как отношение величины значимых изменений к M ;

4. вычислить необходимое количество площадок (N) по формуле

$$N = \left(\frac{CV \times t_{95}}{h} \right)^2,$$

где t_{95} – мера доверительного интервала для M , при которой вероятность $P(M - h < M \pm t_{95} * SD < M + h) = 0.95$. Значение t_{95} определяется по таблице Стьюдента в зависимости от объема исходной выборки. Для девяти точек $t_{95} = 2.31$, тридцати $t_{95} = 2.05$, при числе точек более 100 t_{95} стремится к 1.96;

5. повторить шаги 1-4 для каждого почвенного свойства;

6. оценить результирующее количество точек как максимальное значение N среди рассчитанных.

Чем выше внутриполевая неоднородность и чем меньшие различия в динамике почвенного показателя требуется статистически достоверно выявить, тем больше требуется площадок мониторинга (рис. 17).

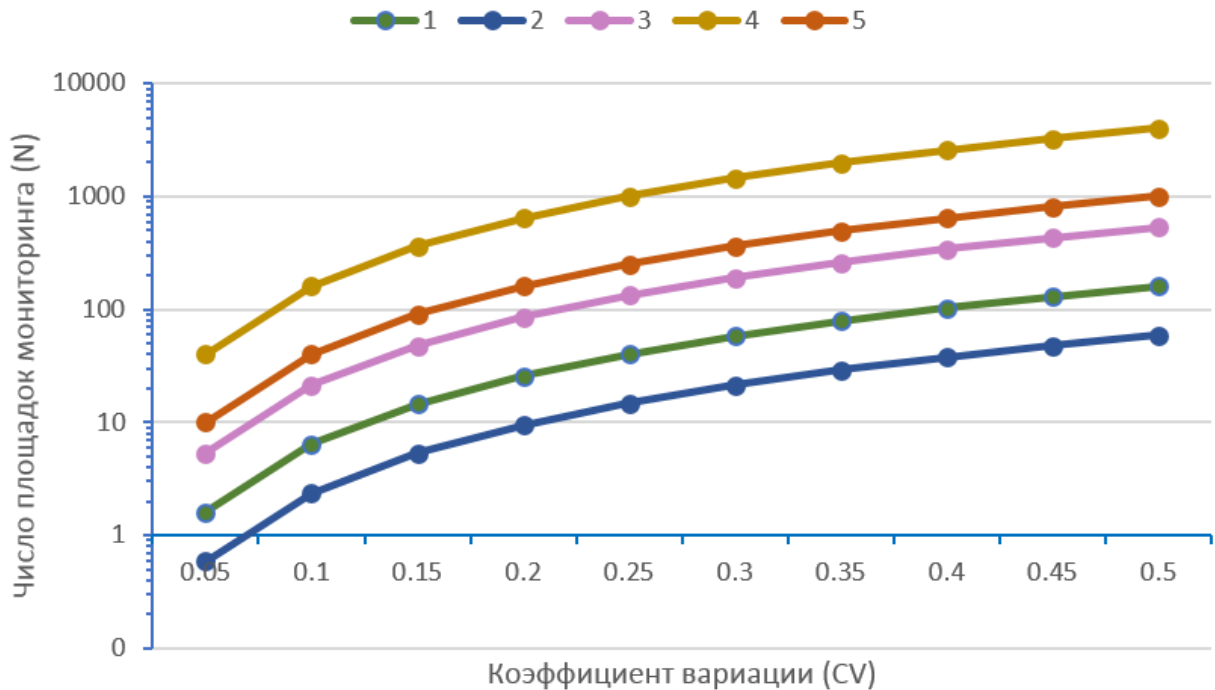


Рис. 17. Зависимость числа площадок почвенного мониторинга от внутриполевой изменчивости почвенных свойств в слое 0-20 см: 1 – плотность, гр/см³ ($M=1.1$, $hM=0.1$), 2 – запас влаги, мм ($M=20$, $hM=3$), 3 – содержанием подвижного фосфора, мг/кг ($M=20$, $hM=1$), 4 – содержание гумуса, % ($M=5.5$, $hM=0.1$), 5 – содержание гумуса, % ($M=5.5$, $hM=0.2$)

7.4. Особенности проведения полевых опытов

Перед закладкой опытов при необходимости применяют уравнивательные посевы, проводят вспашку или глубокое рыхление для неременного устранения плужной подошвы и внесения удобрений. В опытах применяют современные технологические средства выполнения агротехнологий, в особенности посевные комплексы для прямого посева, соответствующие последним достижениям науки и техники.

На вариантах с ежегодным прямым посевом посев каждой культуры проводится под углом 30 градусов по отношению к направлению посева предшествовавшей культуры. Если этого не делать, то техника, используемая в опытах, из года в год будет проезжать по одному и тому же месту, что приведёт к переуплотнению почвы. Так, при ширине делянки 10,4 м и использовании для посева сеялки прямого посева шириной захвата 5,2 м (два прохода сеялки), только колёса тракторов и комбайнов ежегодно уплотняют не менее 65 % площади делянки. При этом сеялочный агрегат, опрыскиватель и комбайн из года в год ездят по одному и тому же следу. Посев под углом по направлению предыдущего посева целесообразен также для выравнивания поверхности делянки сеялочными агрегатами. Чтобы обеспечить такой угол между направлениями посева при длине делянки 100 м, необходимо с одной стороны делянки отступить на 14,42 м (для простоты расчёта установим 15 м) и первый проход сеялки произвести на угол делянки, прилегающий к её ближней стороне (рисунок 18).

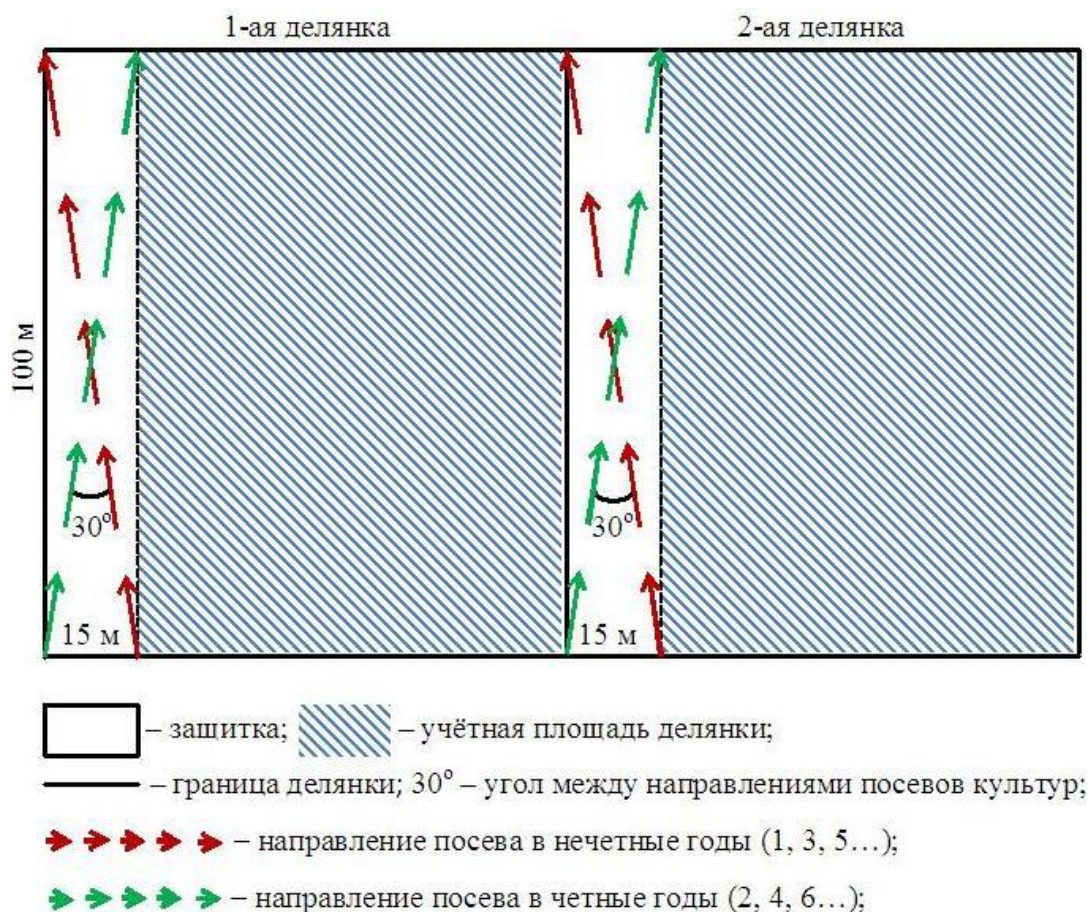


Рисунок 18. – Площадь делянки и направление сева изучаемых культур

Следующие проходы сеялки проводятся параллельно первому. При увеличении длины делянки на каждые 100 м необходимо дополнительно отступать на 15 м – при длине делянки 500 м отступать надо на 75 м. Такое отступление необходимо проводить на всех делянках (полях севооборота), поэтому все изучаемые культуры следует в один (нечётный) год сеять в одном, в следующий (чётный) год – в другом направлении, перемещая культуры по годам исследований согласно схеме севооборота. В этом случае угол между направлениями посева в нечётные и чётные годы составит 30 градусов (рисунок 18).

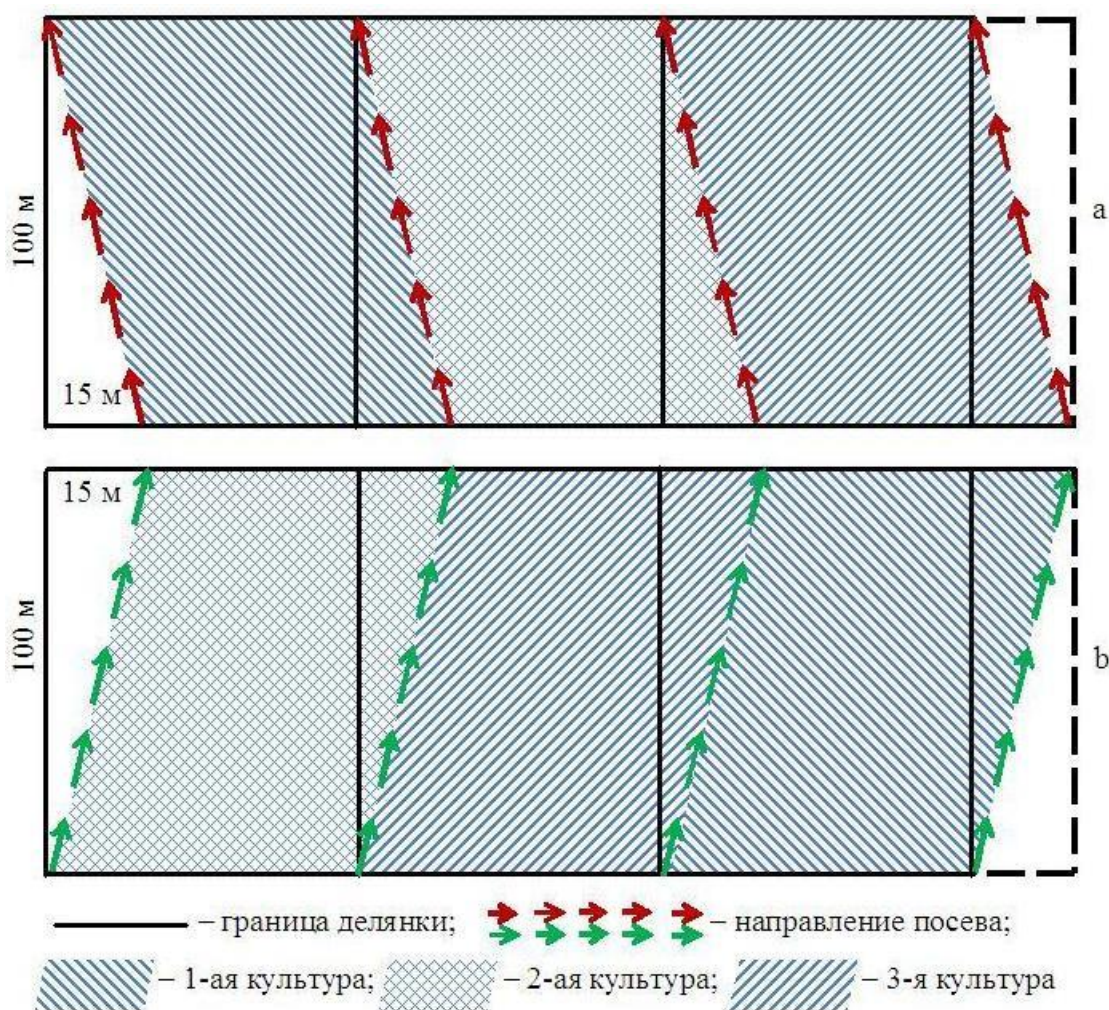


Рисунок 19. – Направление посева культур в нечетные (а) и четные (б) годы

Края делянок, где очередная культура не полностью высевается по запланированному предшественнику, являются защитной полосой, на которой учёты и наблюдения не проводятся (см. рисунок 7). Их следует проводить в средней части делянки, где высеваемая культура полностью размещается по запланированному предшественнику.

Ширина учётной площади делянки зависит от ширины захвата комбайна, применяемого для учёта урожая. При этом надо учесть, что учёт урожая культур сплошного посева можно проводить по длине делянки (под углом к посеву), а учёт урожая пропашных культур (кукуруза, подсолнечник) следует проводить путём обмолота рядков (вдоль посева). Поэтому учётная площадь культур сплошного посева и пропашных культур будет разной, что надо учитывать при подсчёте урожайности.

Ширина всей делянки должна быть чётной ширине захвата используемой в опытах сеялки и, по возможности, ширине захвата опрыскивателя. При этом, чем больше ширина захвата сеялки, тем лучше, так как потребуются меньше проходов агрегата по делянке.

Следует отметить, что привычной, строго установленной границы между делянками при таком посеве изучаемых культур нет. Граница между делянками будет проходить по краю посева культур, и перемещаться из года в год под углом 30 градусов. Но это не повлияет на качество и точность проведения исследований, так как все перемещения будут происходить в защитной полосе. В связи с этим иметь дорожки между делянками (по сути культурами) не обязательно, хотя есть опасность при проведении обработок гербицидами повредить соседнюю культуру. Если это даже произойдёт, то на защитной полосе. Отсутствие же дорожек существенно сократит затраты ручного труда на их содержание в чистоте от сорняков и позволит больше внимания обратить на проведение исследований.

При увеличении площади делянки, которая может исчисляться в гектарах, затруднительно разместить весь опыт в 3-4 кратной повторности и более, так как это потребует большой площади пашни, что, в свою очередь, приведёт к уменьшению точности опыта из-за пестроты почвенного плодородия. Поэтому исследования по сравнительному изучению систем обработки почвы с большой площадью делянок приходится проводить с меньшим количеством повторений. Это позволяет все полевые работы выполнять современными широкозахватными агрегатами на высоком агротехническом уровне. В этом случае происходит намного меньшее уплотнение почвы движителями сельхозмашин, что позволяет объективнее оценить изучаемые технологии, чем в мелкоделяночных опытах, где техника из года в год проходит по одному и тому же месту.

Все культуры по технологии прямого посева необходимо высевать специальными сеялками, способными заделывать семена и удобрения на нужную глубину без предварительной обработки почвы. Рабочим органом сеялки

должны быть специальные сошники, которые способны разрезать растительные остатки и одновременно заделывать семена и удобрения в почву.

Для внесения средств защиты растений необходим опрыскиватель, обеспечивающий качественный распыл и установленную норму внесения рабочей жидкости. Комбайны должны быть оборудованы измельчителями растительных остатков и равномерно распределять солому и полову по всей ширине делянки. Чтобы избежать переуплотнения почвы, всю технику, работающую на делянках, необходимо оборудовать шинами низкого давления или сдвоенными шинами.

7.5. Метеорологические наблюдения

Метеорологические наблюдения (температура, осадки, относительная влажность воздуха, инсоляция, сила и направление ветра) приводят по фазам растений, в частности для яровых зерновых культур: а) посев-всходы, б) всходы-кущение, в) кущение-выход в трубку, г) выход в трубку-колошение, д) колошение-восковая спелость.

Определение температуры почвы проводят на глубинах 5, 10, 15, 20 см.

Измерения снежного покрова производят постоянными и переменными рейками, одновременно определяют плотность и равномерность снежного покрова.

7.6. Наблюдения за динамикой агроценозов

Изменение динамики продукционных процессов сельскохозяйственных культур проводят по общепринятым методикам. Густоту стояния растений определяют дважды: после появления всходов и перед уборкой. Первый учет дает возможность установить полевую всхожесть и фактическую густоту по вариантам опыта. Этот показатель имеет особое значение для оценки рабочих органов посевных машин и выполняемых ими технологических операций. Определение перед уборкой необходимо для установления степени изреживания растений во время вегетации (сохранность растений). Учет густоты стояния перед уборкой нужен для анализа структуры урожая. Подсчет

всходов производится на парцеллах площадью 0,25; 0,5; 1 м². Количество этих участков, как и других, определяется исходя из заданной относительной ошибки наблюдений и варьирования показателя, которое определяется специально. Наложение квадратных рамок или погонных метровок производится путем рендомизации или по диагоналям делянок через равные расстояния.

Для определения глубины заделки семян измеряют подземную часть растений от семени до зеленой части стебля.

Для изучения динамики растительного вещества в агроценозах и естественных биогеоценозах используют систему методов, разработанных А.А. Титляновой (5,6), в том числе: определение надземной растительной массы, отмирающей надземной массы, запасов подземной растительной массы, разложения корней растений; оценка величин годичной продукции; оценка интенсивности деструкционных процессов.

7.7. Методы учета сорняков

Численность определяется подсчетом сорняков на учетных площадках, которые выделяются с помощью рамок размером 50×50 см (0,25 м²) на культурах сплошного сева, на пропашных – с помощью рамки 1 м² по диагоналям участков через определенные расстояния (13,14). Количество рамок определяется площадью делянки варианта опыта, но не менее 2 на площади 400 м². В пределах рамки определяют количество сорняков каждого вида. После этого определяется средняя численность сорняков на 1 м² и процентное участие отдельных видов. Подсчет сорняков до обработки посевов гербицидами проводят в следующие сроки:

зерновые - начало кущения;

кукуруза - фаза 2-3 листьев;

зернобобовые - при высоте до 8 см;

многолетние травы - до фазы кущения мятликовых или в фазе тройничного листа бобовых;

пары - при массовом появлении сорняков.

Такой учет позволяет не только оценить влияние предшествующей культуры и технологии возделывания, но и подобрать гербициды по спектру действия наиболее соответствующие видовому составу сорняков.

Для уточнения видового состава сорняков, эффективности проведенной гербицидной обработки и внесения корректив в дальнейший план мероприятий по борьбе с сорной растительностью необходимо провести обследование в такие сроки, когда можно наиболее полно оценить весь флористический состав сорняков - когда ранние сорняки еще не созрели, а поздние находятся в фазе цветения. Более точный учет засоренности обеспечивает использование количественно-весового метода. В этом случае с помощью рамки отбирают сорняки и культуру, подсчитывают число сорняков и определяют их видовой состав, учитывают массу сорняков и культуры (сырую и сухую), рассчитывают долю участия сорняков в общей надземной массе фитоценоза.

С целью оценки влияния технологий возделывания выращиваемых в севообороте культур на запас семян и органов вегетативного размножения сорных растений в почве следует осенью после уборки культуры или ранней весной проводить учет их количества. Для этого почвенные пробы по слоям 0-10, при необходимости 10-20 и 20-30 см, по диагонали участка отбирают (2 с деланки 400 м²) с помощью бура и доводят до воздушно-сухого состояния. Затем из них с помощью почвенных сит отмывается фракция почвы диаметром менее 0,25 мм и отделяются семена сорняков из оставшейся на сите фракции.

Для определения количества семян сорняков на 1 м² рассчитывают площадь режущей части бура ($S = \pi d^2$, см², где π – 3,14, d - диаметр бура, см) и находят переводной коэффициент K по формуле:

$$K = 10000 : S$$

Количество семян сорняков (M , шт./м²) вычисляют по формуле:

$$M = K \times m,$$

где m – число семян сорняков в образце, шт.

Жизнеспособность семян определяют по внешним признакам. Обычно

живые семена сохраняют форму при легком надавливании и имеют упругую оболочку. Виды сорняков устанавливаются по определителям семян сорных растений.

Засоренность почвы органами вегетативного размножения многолетних сорных растений учитывают на площадках размером $0,5 \times 1,0$ ($0,5 \text{ м}^2$) или $0,5 \times 0,5$ ($0,25 \text{ м}^2$) для корневищных и 1×1 (1 м^2) для корнеотпрысковых видов. Раскопки проводят по слоям 0-10; 10-20; 20-30 см. Их удаляют из почвы, подсчитывают количество на них почек или глазков и все показатели пересчитывают на гектар.

7.8. Методы учета распространения и развития болезней

Выявление и учет развития болезней, вызываемых низшими грибами, бактериями, микоплазменными организмами, вирусами и виридами, осуществляется в основном 3-4 раза в течение вегетации, начиная с периода полных всходов до созревания (95, 97). Они поражают различные органы и ткани растений, и учет болезней проводят на основе симптомов поражения растений в результате их жизнедеятельности. Эти симптомы выражаются в виде отмерших растительных тканей, некрозов, налетов, пустул, изъязвлений, гнилей, опухлей, деформаций тканей, мумификаций, увяданий и др. Основными элементами учета являются показатели частоты встречаемости, отражающие количество поврежденных растений в пробе (в %), и интенсивность поражения (в % или баллах).

Инфекционное выпревание (снежная плесень, тифулез, склеротиниоз)

Учет проводят на озимых культурах сразу после таяния снега. При очажном проявлении болезни на полях при наличии крупных плешин выделяют по диагонали поля 4 учетные площадки размером по 0,25 га ($50 \times 50 \text{ м}$). При очажной гибели растений в виде мелких плешин площадки уменьшают до 0,1 га ($32 \times 32 \text{ м}$). Обмер плешин проводят на каждой площадке. Подсчитав общую площадь плешин, устанавливают долю пораженной площади по формуле:

$$O = 100 \sum n / N,$$

где: O – очажная гибель (% пораженной площади);

$\sum n$ – сумма площадей всех плешин (м²);

N - площадь учетных площадок (м²).

При равномерно-рассеянном изреживании посевов определяют процент погибших растений, для чего осматривают по 100 растений в 10 местах поля или делянки. Общую гибель растений вычисляют как сумму процентов очажной гибели и изреживания.

Возбудитель снежной плесени помимо гибели растений вызывает в период весенней вегетации побурение листьев. В этом случае интенсивность поражения учитывают по шкале, а развитие болезни – по формуле:

$$R = \sum(ab) / N,$$

где: R-развитие болезни (баллы или %);

$\sum(ab)$ - сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий балл или процент поражения (b);

N- общее количество растений в пробах (больных и здоровых).

Показатели интенсивности поражения снежной плесенью (баллы):

0- здоровые растения

1- редкие пятна на нижних листьях, при общей пораженности до 10% всех листьев;

2- нижние листья поражены полностью, на верхних 2-3 пятна при общей пораженности до 50%;

3- поражены нижние и верхние листья, при общей пораженности более 50%,отмирают боковые побеги;

4- все листья и побеги поражены, растения мертвые

Корневые гнили

Учет корневых гнилей проводят в период всходов (на озимых культурах – осенью и весной), в начале цветения и созревания. На всходах при очажном или равномерно рассеянном распределении пораженных растений изреживание оценивают, как при инфекционном выпревании.

Показатели интенсивности поражения корневой гнилью всходов (баллы):

- 0- здоровые растения;
- 1- единичные штрихи на coleoptile или подземном междоузлии;
- 2- слабое побурение coleoptile или подземного междоузлия;
- 3- сильное побурение coleoptile или подземного междоузлия;
- 4- полное отмирание проростка.

Затем рассчитывают распространенность, определяют средний бал поражения и развитие болезни по формуле:

$$C = \sum(ab)/n,$$

где: C- средняя интенсивность поражения больных растений (% или баллы);

$\sum(ab)$ - сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий балл или процент поражения (b);

n- число больных растений.

При учетах в период цветения и созревания отбирают 100 растений или продуктивных стеблей, по 10 растений в 10 местах поля или делянки. Интенсивность поражения оценивают по условной шкале в баллах.

Шкала интенсивности поражения пшеницы (в баллах) корневыми гнилями во время вегетации:

Показатели интенсивности поражения офиоблезом (баллы):

- 0- признаки поражения отсутствуют;
- 1- на основании стебля и корнях - темные единичные штрихи;
- 2- основание стебля буроватое с многочисленными черными полосками или пятнами; корни частично отмерли;
- 3- основание стебля бурое, покрыто углистым налетом, корни наполовину отмерли;
- 4- полное отмирание.

Показатели степени поражения гельминтоспориозом:

- 0- признаки поражения отсутствуют;

- 1- на основании стебля или его подземной части - бурые штрихи или узкие полосы;
- 2- на основании стебля и его подземной части – коричневые полосы, охватывающие более половины поверхности пораженного органа;
- 3- сплошное побурение первого стеблевого и подземного междоузлия;
- 4- отсутствие продуктивных стеблей при наличии симптомов по баллу 3.

Показатели поражения церкоспореллезом:

- 0- признаки поражения отсутствуют;
- 1- на основании стебля или первом междоузлии – отдельные белесоватые или светло-коричневые пятна;
- 2- темные желтовато – коричневые пятна с ярко выраженной темной каймой охватывает до половины стебля;
- 3- пятна окольцовывают стебель, в середине пятна ткань частично разрушена, стебель переламывается;
- 4- отсутствие продуктивных стеблей при наличии симптомов по баллу 3.

Показатели степени поражения фузариозом:

- 0- признаки поражения отсутствуют
- 1- на первичных и вторичных корнях – отдельные участки бурого цвета;
- 2- основание стебля белесое или слегка бурое, отдельные корни или значительные участки их бурые;
- 3- основание стебля темное с перехватом, большая часть корней отмерла;
- 4- отсутствие продуктивных стеблей при наличии симптомов по баллу 3.

Затем рассчитывают распространенность болезни по формуле:

$$P=100n/N,$$

где: P-распространенность болезни (%);

n- число больных растений в пробах;

N- общее число растений (больных и здоровых) в пробах.

Средний балл поражения больных растений и развитие болезни рассчитывают по указанным выше формулам.

Мучнистая роса

Учеты развития мучнистой росы проводят в течении вегетации 3-4 раза, начиная с периода кущения – выхода в трубку (первый учет – не позже фазы первого узла) до молочно-восковой спелости, когда на еще зеленых частях растения хорошо виден налет гриба. Оценка максимального проявления болезни проводится в период колошения – цветения. На поле или делянке отбирают 20 проб по 10 растений. В фазе кущения осматривают не менее 30 листьев в каждой пробе, в остальных фазах учитывают подряд 10 стеблей, определяя пораженность каждого листа. Интенсивность поражения определяют по условной шкале или по проценту занятой мучнистым налетом площади листа. Среднеарифметические значения поражения равнозначны развитию болезни. При заболевании колоса определяют процент пораженных колосьев. Кроме анализа каждого учетного растения, оценка степени поражения посева может быть визуальной, когда на основании просмотра растений в поле сразу проставляют балл поражения:

- 0- признаков проявления нет → болезни нет;
- 1- очень слабая (поражено до 10% листовой поверхности) → легкий налет или единичные подушечки гриба на листьях нижнего яруса;
- 2- слабая (поражено 11-25%) → умеренное количество подушечек на листьях нижнего яруса;
- 3- средняя (25-50%) → обильное развитие гриба на нижних листьях; на верхних подушечки локальные, рассеянные;
- 4- сильная (поражено более 50%) → сильно поражены все листья, подушечки хорошо выражены, сливающиеся, с обильными гифами. Может быть поражен колос.

Пятнистости листьев (септориоз, гельминтоспориозы, ринхоспороз и др.)

Эти заболевания учитывают от всходов до молочно-восковой спелости. Учеты проводят, как и в случае мучнистой росы. Степень поражения растений устанавливают по проценту площади листьев, стеблей, колосьев, покрытых пятнами, по иллюстрационным шкалам или по следующей шкале в баллах:

- 0 – признаки поражения отсутствуют;
- 1 – поражено до 10% листовой поверхности;
- 2 – поражено от 11 до 25%;
- 3 – поражено от 26 до 56%;
- 4 – поражено более 50% листовой поверхности.

Распространенность, интенсивность поражения и развитие болезни рассчитывают по указанным выше формулам.

Учет сетчатой и темно-бурой пятнистостей ячменя проводят по 5-бальной шкале:

- 0- поражения отсутствуют;
- 1- единичные пятна на нижних листьях;
- 2- поражено более 50% листовой поверхности нижних листьев и единичные пятна на листьях 2-го яруса;
- 3- нижние листья отмирают, поражено более 50% поверхности листьев 2-го яруса и единичные пятна на верхних листьях;
- 4- нижние листья отмирают, листовая поверхность поражена более чем на 50%.

Интенсивность поражения ячменя полосатой пятнистостью определяют по следующей шкале:

- 0- поражение отсутствует;
- 1- на листьях больных стеблей продольные коричневые полосы; наряду с пораженными растением образует здоровые продуктивные стебли, но с меньшей массой семян в колосе; соотношение продуктивных и погибших стеблей 2:1;

2- признаки поражения те же; растение полностью погибает или образует колос, в котором не завязываются зерна.

Ржавчина

Учет всех видов ржавчины проводят несколько раз, начиная от кущения озимых культур осенью до молочной спелости. Первый учет проводят одновременно с учетом корневых гилей путем осмотра растений с трех учетных площадок по 0,1 м². При этом устанавливают число и процент пораженных растений и среднее число пустул на 1 лист (при степени поражения менее 1%). Для бурой ржавчины степень поражения, равная 1 %, соответствует числу пустул на 1 зеленый лист; на всходах – 0,8, в период кущения- 1,58 и в период налива зерна - 4,6 %. Для желтой ржавчины наличие уредопустул в виде строчки длиной в 1 см соответствует 1 % пораженности.

Начиная с фазы выхода в трубку, на поле берут 20 проб по 10 растений (стеблей) в каждой. Определение степени поражения растений стеблевой и бурой ржавчиной проводят по шкале Петерсона, а желтой - по шкале Маннерса.

При одновременном проявлении двух видов ржавчины для каждого листа (стебля) запись ведут в виде дроби, отмечая в числителе пораженность одним видом ржавчины, а в знаменателе другим. Среднее поражение растений пробы вычисляют и записывают для каждого вида ржавчины отдельно.

Фузариоз колоса

Учеты начинают в фазе колошения. На полях или делянках просматривают по 50 колосьев в 20 местах. Последний учет проводят перед уборкой по апробационным снопам одновременно с учетом головневых заболеваний. Для определения степени поражения используют иллюстрированную шкалу или следующую шкалу (в баллах):

- 0- признаков поражения нет;
- 1- проявление заболевания охватывает до 10 % поверхности колоса;
- 2- то же до 25 %;
- 3- то же до 50 %;

4- то же свыше 50 %;

А затем по формулам рассчитывают распространенность и развитие болезни.

7.9. Методы учета насекомых

Количественная оценка вредных и полезных насекомых в биотопе сводится к выявлению абсолютной численности особей в определенном ограниченном пространстве или объеме, либо относительной - по следам жизнедеятельности (количество поврежденных растений, плодов, вылову за какой-то срок в те или иные виды ловушек). По признаку обитания специальными методами учитываются насекомые, живущие на растениях, внутри них, свободно передвигающиеся по поверхности почвы, обитающие в ней и т.д. В зависимости от того, в какой среде учитывают насекомых, изменяются формы оценок плотности вредителей. Например, плотность видов, обитающих в почве, оценивают по числу особей в среднем на 1 м², живущих на растениях - по числу особей на 100 растений, по проценту заселенных растений.

Вредителей, обитающих в почве, учитывают методом раскопки площадок: мелкие (до 10 см), средние (до 45 см) и глубокие (более 45 см). Мелкие раскопки используют при учете кубышек саранчовых, коконов лугового мотылька и гороховой плодожорки, активно питающихся гусениц подгрызающих совок и личинок хлебной жужелицы, куколок минирующих молей и др. Пробы средней глубины (30-35 см) применяют для учета прекративших питание гусениц, подгрызающих совок и личинок хлебной жужелицы, глубокие (до 65-100 см) – для свекловичных долгоносиков, хрущей, хлебных жуков и др. Размер раскапываемой площадки – 25×25 см или 50×50 см. Пробы выбирают послойно, а насекомых выбирают при помощи просеивания или промывки. На каждые 5 га берут по 1-2 площадки, на 100 га – 20.

Для учета насекомых, передвигающихся по поверхности почвы, используют почвенные ловушки – сосуды с фиксирующей жидкостью (2-4% формалин), закопанные в почву вровень с верхним краем, либо канавки дли-

ной 1-5 м, глубиной и шириной по 30 см. Эти способы применяют для относительного учета долгоносиков (свекловичного, серого и др.), мертвоедов, чернотелок, жужелиц и др. Число почвенных ловушек и ловчих канавок – 1-2 на каждые 5 га.

Вредителей, обитающих на растениях, учитывают на площадках размером 50×50 см. Рамку накладывают так, чтобы охватить ею часть рядков культуры (зерновых, свеклы, подсолнечника и т.п.) и междурядья, в пределах этого пространства подсчитывают всех особей на растениях и опавших на поверхность почвы. Этот метод применяют для количественной оценки вредной черепашки, пъявицы, хлебных жуков, имаго хлебной жужелицы, гусениц лугового мотылька, луговой и капустной совок, долгоносиков, колорадского жука и др. Мелких и прыгающих насекомых (преимущественно блошек) учитывают при помощи ящика Петлюка, нижним основанием которого охватывают часть рядков и междурядья посевов. В среднем учитывают 1 пробу на 5 га.

Мелких насекомых (земляных блошек, клопов слепняков, щитаносок, минирующих мух) или яйцекладки (совок, мотыльков, клопов и др.) при рядовом посеве учитывают на отрезках рядка 25-100 см. На пропашных культурах их учитывают на 10 растениях в 10 пробах.

Для насекомых, не поддающихся визуальному учету, применяют метод стряхивания с растений (5 растений в 20 местах поля). Из полевых культур этот метод применим, например, для рапсового цветоеда, а также для некоторых энтомофагов.

Вредителей, живущих внутри растений (злаковых мух, клеверного семяеда, стеблевых блошек, стеблевого мотылька, стеблевых хлебных пилильщиков) учитывают путем их вскрытия. Берут 10 проб по 0,25 м² с каждого учитываемого участка.

При оценке плотности заселения растений мелкими вредителями (тли, клещи) получают два показателя – процент заселенных растений и балл заселения: 1 балл – слабая заселенность (на растениях встречаются отдельные эк-

земляры вредителя или заселено менее 25% поверхности листьев; 2 балла – средняя (на растении отмечено 1-2 колонии или заселено до 50% поверхности листьев; 3 балла – сильная (на растении встречаются более двух колоний, заселено более 50% всей поверхности листьев).

Методом кошения стандартным энтомологическим сачком с диаметром обруча 30 см и глубиной мешка 60 см. учитывают хлебных пилильщиков, злаковых мух, энтомофагов яруса травостоя. В зависимости от активности и уловистости объекта одна проба составляет 10-20 взмахов сачком. Берут 5-10 проб, что составляет 100 взмахов сачком на поле.

Для повышения производительности учетных работ при определении вредителей, а в последнее время и полезных насекомых, используются ловушки. Ловушки могут имитировать естественные убежища насекомых (приманки-укрытия, ловчие канавки), источники света (светоловушки), привлекающие вещества (пищевые приманки, феромоны). Для многих бабочек из семейства совок, в частности серой зерновой совки, используют пищевые приманки с бродячей патокой. Ее разливают в металлические противни или корытца, которые по 5-10 штук выставляют в поле на расстоянии не ближе 50 м друг от друга. К числу насекомых, реагирующих на свет, относятся хлопковая совка, совка-гамма, люцерновая совка, луговой мотылек, озимая совка и др. Их отлавливают с помощью светоловушек. Феромонные ловушки используют для определения фенологии размножения и отчасти численности таких вредителей как яблонная плодожорка, американская белая бабочка, хлопковая совка и др. Для некоторых из них установлена корреляция между численностью выловленных самцов и вероятной вредоносностью гусениц.

Серая зерновая совка. Наблюдения за динамикой лёта бабочек ведут с помощью корытец-ловушек, укрепленных на деревянном шесте на высоте 1 м и выше в зависимости от высоты растений пшеницы. Приманкой служит бродящая жидкость (патока, раствор сахара с дрожжами и т.п.). Корытца выставляют по одному на поле в начале лёта совки. Осматривают их ежедневно в утренние часы. На день корытца прикрывают крышкой, которую снимают

после 19 ч. При выборке бабочек из корытца самок посчитывают отдельно. Они легко отличаются от самцов и совок других видов по строению яйцеклада, который имеет вид сильно хитинизированных, с коричневой окраской щипчиков, подогнутых на нижнюю сторону брюшка. За динамикой лёта совки можно проследить с помощью отлова самцов в феромонные ловушки, которые дают более надежные результаты, чем паточные корытца. Ловушки прикрепляют к заранее вбитым в землю колышкам длиной 1,5-2 м, примерно на 20-30 см выше верхушек растений. С ростом пшеницы ловушки поднимаются на соответствующую высоту. Горизонтальная ось ловушки должна совпадать с направлением господствующего ветра. В начале лёта совки ловушки выставляют на подветренных краях полей, так чтобы запах феромона господствующим ветром сносился в поле. Отловленных самцов учитывают и удаляют из ловушки каждые три дня, а в период массового лёта – ежедневно. Замену капсулы с феромоном проводят через 10-15 дней.

Учет заселенности полей гусеницами совки проводят во время налива – молочной спелости зерна. Для этого в 10 местах поля срезают по 50 колосьев, которые помещают в мешочки. После двух суток просушки в сухом помещении колосья отряхивают над ситом с ячейками 0,5 см на лист белой бумаги. Всех обнаруженных гусениц подсчитывают и устанавливают их возрастной состав. После этого колосья вновь помещают в мешочки и оставляют на 3-4 дня, после чего колосья вновь отряхивают.

После уборки урожая проводят осеннее обследование полей с целью установления численности и состояния гусениц, уходящих на зимовку. Гусениц подсчитывают на площадках по 0,25 м² в 20 местах поля, осматривают поверхность почвы, а затем поверхностный слой почвы перебирают руками. Устанавливают возрастной состав гусениц.

Хлебная жужелица. В августе на полях, планируемых под посев озимых культур по предшественнику зерновые колосовые, проводят учет всех фаз развития хлебной жужелицы. На посевах берут 10 почвенных проб по 0,25 м² на глубину 30 см. почву перебирают руками и подсчитывают количество

жуков, личинок и яиц жужелицы. После появления всходов озимых поля обследуют несколько раз, проходя по краю поля и его центру и учитывая характерные повреждения всходов личинками вредителя. Весной после возобновления вегетации в фазе кущения на посевах, где осенью выявлены повреждения растений, берут по 10 почвенных проб площадью 0,1 м² на глубину 30 см. В пробах подсчитывают личинок по возрастам и вычисляют среднюю заселенность поля и возрастной состав личинок.

Хлебные жуки. Жуков учитывают во время массового лета, который может совпадать с разными фенофазами зерновых культур. Для учета в центре поля и в краевой полосе шириной 50-80 м выделяют по 20 площадок по 1 м² (глазомерно) и на них подсчитывают сидящих на колосьях жуков. Жуки остаются на посевах до конца восковой спелости, легко перемещаясь по полю и между полями, поэтому для определения средней плотности жуков на поле необходимо сделать 2-3 учета с интервалом 3-5 дней. По результатам этих обследований рассчитывают средневзвешенную плотность популяции с учетом того, что на краевой полосе жуков всегда больше, чем в центре поля. Обследования следует проводить в теплые безветренные дни после 15 ч, когда основная масса жуков питается на колосьях. Личинок хлебных жуков учитывают весной с помощью почвенных проб площадью 0,25 м² и глубиной 30 см. На поле берут 12 таких проб, почву тщательно просматривают, подсчитывают обнаруженных личинок и вычисляют их среднюю плотность.

Внутристеблевые вредители. Учет поврежденности посевов личинками злаковых мух и стеблевых мушек проводят в фазе полного кущения - начала стеблевания. На поле отбирают 10 проб по 20 растений или 16 полуметровых отрезков рядка (при обычном рядовом посеве это равно 1 м²). Растения выкапывают и тщательно анализируют. За влагалищами листьев могут быть обнаружены ложнококоны и личинки гессенской мухи. Главные и боковые стебли вскрывают. При обнаружении личинки жука или бокового отверстия в основании стебля растения относят к поврежденным стеблевой блошкой. Если внутри стебля обнаружена личинка мухи или спиральный ход

к узлу кущения, то это повреждение шведской или яровой мухами или зеленоглазкой. Затем подсчитывают процент повреждения растения и стеблей (главных и боковых).

На посевах овса во время молочной спелости культуры учитывают личинок шведской мухи в метелках. С этой целью отбирают и анализируют 10 проб метелок по 100 колосков в каждой пробе. Взрослых мух учитывают во время массового лета, обычно совпадающего с кущением пшеницы. Для этого в 10 местах поля делают по 10 взмахов сачком. Содержимое сачка вытряхивают в мешочек с этикеткой, который плотно связывают и помещают в полиэтиленовый пакет или эксикатор для замаривания. Через 2 часа содержимое каждого мешочка вытряхивают на лист белой бумаги и подсчитывают мух. Динамику лета можно проследить с помощью клеевых ловушек темнотелесного цвета. Ловушки представляют собой расположенную вертикально расположенную пластину размером 15x20 см. Для фиксации насекомых применяют энтомологический клей. Ловушки размещают по 4 на поле на расстоянии 20-50 м друг от друга на уровне верхних листьев, перемещая их по мере роста растений. Осматривают их каждые 3-4 дня.

Злаковые тли. Тлей начинают учитывать в период полного кущения (в это время на посевах появляется черемуховая тля). В 10 местах поля на 10 стеблях подсчитывают тлей и устанавливают плотность их популяции в пересчете на 1 стебель и процент заселенных стеблей. Заселенность посева можно выразить в баллах по 5-бальной шкале:

- 1-отдельные особи на 2-3 листьях;
- 2- колонии по 3-5 особей и более на 2-3 листьях;
- 3- колонии по 10-15 особей на 1/2 всех листьев;
- 4- колонии по 20 особей и более на 2/3 всех листьев;
- 5- многочисленные колонии на всех листьях.

Средний балл заселенности поля рассчитывают по формуле

$$C = \sum(ab)/N,$$

где: С – средний бал заселения;

$\Sigma(ab)$ - сумма произведений числа заселенных тлями растений (а) на соответствующий балл заселения (b);

N- количество растений в пробе.

В период выхода в трубку учет повторяют. После выколашивания посева тли в основном переходят на колосья, где удерживаются до конца молочной спелости. В это время учитывают тлей на колосьях, по 5-бальной шкале. По результатам учета устанавливают процент заселенных колосьев и степень их заселения в абсолютных показателях или в баллах.

Пьявица. Учет жуков проводят в фазе полного кущения яровых культур и выхода в трубку озимых. Личинок учитывают примерно через 3 недели после учетов жуков. Учеты проводят на 20 площадках размером 0,25 м². (50x50 см), 10 из которых располагают по краю поля и 10 – в центральной части поля. На площадках подсчитывают жуков и личинок и устанавливают плотность популяции. Одновременно глазомерно оценивают поврежденность листовой поверхности, выражая ее в процентах. Для этого вредителя характерно неравномерное заселения полей, поэтому для более объективной оценки заселенности поля следует выделить очаги скопления личинок или жуков, установить их площадь на поле и оценить плотность популяции пьявицы в этих очагах.

Стеблевые пилильщики. Имаго пилильщиков учитывают в конце кущения – начале выхода в трубку пшеницы кошением сачком. При высокой заселенности пилильщиков делают по 20 взмахов в 10 точках поля, при низкой численности – по 100 взмахов. Содержимое сачка вытряхивают в матерчатый мешочек и помещают его в полиэтиленовый пакет для замаривания. Через 1-2 ч. содержимое мешочка вытряхивают на лист белой бумаги и подсчитывают пилильщиков, численность которых пересчитывают на 100 взмахов сачком. Кошения проводят с 11 до 15 ч. Для учета поврежденности стеблей в фазе молочной спелости на поле отбирают 20 проб по 10 растений. Стебли вскрывают и определяют процент поврежденных.

Пшеничный трипс. Учет взрослых трипсов проводят в конце выхода в

трубку кошением сачком. В 10 местах поля делают по 5 взмахов и подсчитывают трипсов на сачке. В начале колошения трипсов учитывают на колосьях, для чего на поле отбирают 20 проб по 5 не полностью выколосившихся колосьев. Пробы помещают в мешочки и в лаборатории подсчитывают трипсов в каждой из них. Затем определяют плотность популяции пшеничного трипса в пересчете на 1 колос. В конце налива зерна – начале молочной спелости зерна учитывают личинок трипса. С этой целью в 10 местах поля берут по 5 колосьев (при высокой численности личинок число колосьев можно сократить до 25). Каждый колос помещают в пробирку. Анализ проводят в лаборатории, где просматривают все колоски в колосе и подсчитывают личинок. Одновременно фиксируют число зерен. Плотность популяции личинок оценивают в пересчете на 1 колос и на 1 зерно.

Проволочники и ложнопроволочники. Заселенность полей личинками щелкунов или чернотелок учитывают перед посевом зерновых культур (осень или весной) в 10 почвенных пробах, равномерно расположенных на поле. Из пробной ямы 50x50 см почву послойно выбирают лопатой на глубину пахотного слоя (25-30 см) на брезент или лист фанеры, вручную перебирают и записывают число личинок в каждой пробе. Общее число личинок во всех пробах делят на число проб, умножают этот средний результат на 4 и получают численность личинок на 1 м². Поврежденность всходов учитывают в фазе 3 листьев на яровых культурах весной, на озимых – осенью. Для этого в 16 местах поля осматривают по 0,5 м рядка, что суммарно равно 1 м², и подсчитывают погибшие и здоровые растения. В итоге устанавливают общее число растений на 1 м² и процент погибших.

Озимая совка. Учеты гусениц совки проводят осенью на посевах озимых по пропашным культурам. Гусениц учитывают в почвенных пробах площадью 0,25 м² (50x50 см) и глубиной 20 см. Почву в пробах выбирают на брезент или фанеру, тщательно просматривают при ручной разборке и записывают число обнаруженных гусениц и их возрастной состав. На поле берут

10 проб, располагая их равномерно. На полях, где осенью обнаружена высокая численность озимой совки, весной учеты повторяют.

Полосатая хлебная блошка. Жуков учитывают на всходах яровых культур. На поле с помощью ящика Петлюка берут 20 проб, располагая их от края к центру. Плотность популяции блошки оценивается в пересчете на 1 м².

Хлебные клопики и злаковые цикадки. Учеты проводят во время выхода в трубку и цветения зерновых культур. Вредителей учитывают на площадках 0,25 м² (50x50 см) или 0,1 м². (31,6x31,6 см) в зависимости от численности. На поле берут 20 равномерно расположенных площадок. На каждой площадке тщательно осматривают растения и поверхность почвы, подсчитывая клопиков и цикадок. В период выхода в трубку или на низкорослых растениях учет цикадок можно проводить с помощью ящика Петлюка. Плотность популяций этих вредителей оценивается в пересчете на 1 м². Учитывать клопиков и цикадок можно с помощью кошений сачком. В указанные выше фазы зерновых культур в 10 местах поля делают по 20 взмахов сачком, содержимое сачка пересыпают в мешочки, замаривают и подсчитывают вредителей.

Учет численности мышевидных грызунов. О плотности популяций грызунов судят по следам их жизнедеятельности (по убежищам-норам). В одном убежище обычно живет одна семья, одна или несколько особей. Норы убежища грызунов называются колониями, а входные отверстия называют норами. Учитывают число всех колоний и жилых, число всех нор и жилых в пересчете на 1 га. Жилыми колониями называют те, у которых после прикопки всех входных отверстий перед заходом солнца к утру следующего дня оказываются открывшимися одно или несколько входных отверстий, а жилыми норами – входные отверстия, открывшиеся к утру следующего дня после их прикопки с притаптыванием в конце предшествующего дня. Этим методом учитывают плотность песчанок и других мышевидных грызунов.

Относительный учет численности полевок, мышей, хомячков проводят с помощью вылова плашками с приманкой. Плашки выставляют под вечер

линиями с интервалом 5 м по 20, 50 или 100 штук.

Учет сусликов проводят путем подсчета жилых нор и с помощью дуговых капканов. При учете сусликов по жилым (открывшимся) норам на каждые 200 га первичных угодий закладывают одну гектарную площадку (50×200 м). На ней утром прикапывают и притаптывают все норы, а через 3-4 ч подсчитывают открывшиеся норы, которые принимают за показатель плотности сусликов. Учет сусликов дуговыми капканами №1 проводят на тех же учетных площадках. Через 3-4 ч после прикопки на них выставляют капканы к открывшимся норам. Капканы проверяют через 3-4 ч.

7.10. Наблюдения за динамикой почвенных режимов и свойств почв

Влажность почвы определяют перед посевом, в конце кушения яровых и перед уходом в зиму озимых на глубину 0-150 см через каждые 10 см. В смешанных образцах из этих же скважин отбирают образцы для определения подвижных форм азота до глубины 1 м, подвижных форм фосфора и калия до 0,5 м. Образцы отбираются на закрепленных площадках. Повторность отбора определяется на основе изучения варьированности показателей.

Объемную массу почвы определяют по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см. Одновременно отбирают образцы для определения агрегатного состава почвы и водопропускности агрегатов. Определение водопропускности почвы проводится методом заливаемых площадок.

Биогенность почв определяется путем прямого подсчета численности микроорганизмов, микроводорослей, микро- и мезофауны. Различные физиологические и таксономические группы бактерий, грибов и актиномицетов учитываются путем посева почвенных образцов на селективные питательные среды.

Оценку биологической активности проводят по интегральным показателям: методом определения «дыхания почвы» по интенсивности выделения CO₂, нитрификационной способности, азотфиксирующей и целлюлозоразла-

гающей активности.

Для характеристики биохимических процессов трансформации органического вещества определяют активность ферментов в почве.

Фитотоксичность почв определяют методами биотестирования.

При изучении режима органического вещества систематически определяют содержание лабильного органического вещества по Н.Ф. Ганжаре и Б.А. Борисову и периодически (один раз в несколько лет) содержание гумуса по Тюрину.

7.11. Контроль за загрязнением почв остатками пестицидов

Для оценки загрязнения почв гербицидами, инсектицидами, фунгицидами и другими пестицидами пробы почвы отбирают минимум 2 раза в год: весной после посева, осенью после уборки урожая. Для изучения динамики остаточных количеств пестицидов в почвах или миграции их в системе почва-растение наблюдения проводят не менее 6 раз в год.

Для оценки площадного загрязнения почвы пестицидами составляется исходная проба почвы, в которую входят 25-30 проб (выемок), отобранных по диагонали делянки тростевым почвенным буром, который погружается в почву на глубину пахотного слоя (20 см).

Полученные данные о содержании остатков пестицидов оценивают путем их сравнения со значением предельно допустимых (ПДК) или ориентировочных допустимых концентраций (ОДК) пестицидов в почве.

7.12. Учет урожайности

Учёт урожая проводят отдельным способом или прямым комбайнированием путём прокоса малогабаритным комбайном по середине делянки. При ежегодном прямом посеве под углом 30 градусов по отношению к направлению посева в предшествующий год, культуры сплошного посева можно прокашивать под углом к направлению посева (по длине делянки) или по направлению посева (под углом к длинной стороне делянки), а пропашные

культуры только по направлению посева, выкашивая определённое количество рядков, соответствующее ширине захвата жатки. При этом учётная площадь делянки будет разная, а у пропашных культур ширина учётной площади делянки не соответствует ширине захвата жатки, а равна количеству скашиваемых рядков, умноженному на ширину междурядий, что надо учитывать при определении урожайности изучаемых культур.

Возможен обмолот зерновых со всей делянки, но в этом случае из учётной площади необходимо исключить защитные полосы, выключки (если таковые имеются) и края делянок, где проявляется боковой эффект (особенно, если на соседней делянке произрастают высокорослые растения) и возможно повреждение растений во время гербицидной обработки соседних делянок.

Учёт урожая проводят в фазе полной (хозяйственной, технической) спелости, когда влажность семян убираемой культуры снижается до стандартной. Зерновые колосовые, кукурузу и лён масличный убирают в фазе полной спелости, подсолнечник, когда 65-70 % корзинок приобретают бурый цвет, а остальные жёлто-бурый, сою – когда все листья опадают, стебли и бобы приобретают бурую окраску. Озимый и яровой рапс при отдельной уборке скашивают при образовании 50 % жёлто-зелёных стручков и влажности семян 30-33 %, при прямом комбайнировании перед уборкой проводят десикацию посевов при влажности семян 38-40 % (80). Запоздывание с уборкой или более ранняя уборка приводит к недобору урожая.

Обмолоченный ворох с учётной площади каждой делянки взвешивают и после взвешивания отбирают пробы массой около 1 кг для зерновых культур (0,5 кг подсолнечник, 0,2 кг мелкосемянные культуры), в которых определяют влажность и засорённость вороха.

После проведения анализов определяют массу чистых семян с учётной площади каждой делянки по формуле:

$$M = \frac{M_B \times (100 - c)}{100}, \quad 1$$

где: M – масса чистых семян с делянки, кг;

$Mв$ – масса вороха с делянки, кг;

C – сорная примесь, %.

После этого определяют урожайность на 1 га при стандартной влажности чистых семян по формуле:

$$Y = \frac{M \times 10 \times (100 - W)}{S \times (100 - W_{ст.})} , \quad 2$$

где: Y – урожайность при стандартной влажности, т/га;

M – масса чистых семян с делянки, кг;

S – учётная площадь делянки, м²;

W – влажность семян при взвешивании урожая, %;

$W_{ст.}$ – стандартная влажность семян (по культурам отличается), %.

7.13. Оценка качества продукции

Важным показателем получаемой в опыте продукции растениеводства являются её технологические качества, которые могут зависеть от способа или системы обработки почвы и оказывают существенное влияние на цену и стоимость произведённой продукции и, соответственно, экономическую эффективность систем обработки почвы.

Отбор образцов для определения качества продукции производят одновременно с учётом урожайности путём взятия проб с каждой делянки массой около 1 кг для зерновых культур, 0,5 кг подсолнечника, 0,2 кг мелкосемянных культур. Незамедлительно для пересчёта урожайности на стандартную влажность и сорную примесь в каждом образце определяют влажность по ГОСТ ISO 712-2015 (зерно), ГОСТ 10856-96 (семена масличных культур) и сорную примесь по ГОСТ 30483-97 (зерно), ГОСТ 10854-2015 для семян масличных культур (таблица 3).

После этого образцы подсушивают и очищают от сорной примеси до стандартных параметров влажности и сорности. Определение технологических качеств продукции можно проводить по каждой повторности или объ-

единив пробы по повторениям отобрать средний образец по вариантам опыта. В первую очередь определяют показатели качества, которые напрямую влияют на ценообразование и стоимость продукции.

3. Стандартная (базисных кондиций) влажность и засорённость вороха различных сельскохозяйственных культур

Культура	Влажность, %	Сорная примесь, %
Пшеница мягкая	14,0	2,0
Пшеница твёрдая	14,0	2,0
Ячмень	14,5	2,0
Овёс	13,5	1,0
Кукуруза	14,0	1,0
Горох	15,0	1,0
Подсолнечник	7,0	1,0
Рапс озимый и яровой	7,0	2,0
Сурепица, горчица	12,0	2,0

У пшеницы мягкой и твёрдой к таким показателям относятся содержание в зерне белка по ГОСТ 10846-91, количество и качество сырой клейковины по ГОСТ Р 54478-2011 (таблица 4).

4. Основные показатели хлебопекарных качеств зерна мягкой и твёрдой пшеницы

Показатель	Класс качества				
	1	2	3	4	5
Пшеница мягкая					
Содержание белка, %	14,5	13,5	12,0	10,0	нет*
Количество клейковины, %	32,0	28,0	23,0	18,0	нет*
Качество клейковины: - группа - единиц ИДК	I 43-77	I 43-77	II 18-102	II 18-102	нет* нет*
Стекловидность, % не менее	60	60	40	нет*	нет*
Натура, г/л не менее	750	750	730	710	нет*
Число падения, не менее	200	200	150	80	нет*
Пшеница твёрдая					
Содержание белка, %	13,5	12,5	11,5	10,0	нет*
Количество клейковины, %	28,0	25,0	22,0	18,0	нет*
Качество клейковины: - группа - единиц ИДК	II 18-102	II 18-102	II 18-102	II 18-102	нет* нет*
Стекловидность, % не менее	85	85	70	нет*	нет*
Натура, г/л не менее	770	745	745	710	нет*
Число падения, не менее	200	200	150	80	нет*

Примечание: нет* – не ограничивается

В семенах масличных культур в первую очередь определяют содержание масла (ГОСТ 10857-64) и белка – ГОСТ 32749-2014. На их цену может повлиять и кислотное число масла, которое определяют по ГОСТ 26597-85.

На стоимость семян озимого и ярового рапса большое влияние оказывает содержание в них эруковой кислоты и глюкозинолатов. Согласно ГОСТ 10583-76 в рапсовом масле эруковой кислоты должно быть не более 5 %, глюкозинолатов, в шроте не более 3 %. В этом случае масло можно применять в пищу, а шрот скармливать животным без ограничений. Если же содержание этих веществ больше указанного количества, то масло используют только на технические цели, а шрот скармливают животным с ограничениями. Эруковую кислоту в масле определяют по ГОСТ 30089-93, глюкозинолаты в шроте – по ГОСТ ISO 9167-1-2015.

7.14. Энергетическая оценка систем обработки почвы

Для энергетической оценки систем обработки почвы, используются такие показатели, как затраты совокупной энергии на обработку почвы, расходуемой на производство 1 т продукции, приращение валовой энергии на 1 га, энергетический коэффициент

Методика расчёта совокупных затрат энергии, потраченной на обработку почвы, базируется на детальном описании всех технологических операций по её проведению, позволяющих учесть расход всех ресурсов на основе энергетических эквивалентов. Согласно международной системе измерения физических величин совокупные затраты энергии измеряются в джоулях (Дж), килоджоулях (кДж), мегаджоулях (МДж), гигаджоулях (ГДж) и т.д.

Расчёт совокупных затрат производят согласно методике энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве (81). При этом подсчитывают следующие энергетические ресурсы, используемые в сельскохозяйственном производстве:

1. Овеществлённые затраты на ресурсы, поставляемые промышленностью – тракторы, комбайны, сельхозмашины, оборудование, удобрения, пе-

стициды и т.д., а также поставляемые сельским хозяйством – семена, навоз, животноводческие стоки и т.д.

2. Прямые затраты на различные виды энергоносителей топлива (нефтепродукты, природный газ, уголь, биогаз и т.д.) и электроэнергия.

3. Энергозатраты на трудовые ресурсы – живой труд, применяемый в технологиях (инженерно-технические работники, шоферы, механизаторы, подсобные рабочие).

Овеществлённые затраты энергии используемых для обработки почвы тракторов, сельхозмашин и другой техники определяются путём установления вида и объёма выполняемых работ и их перевода в энергетические показатели на основе соответствующих эквивалентов (83).

Определение энергетических эквивалентов на сельскохозяйственную технику начинают с установления энергоёмкости, приходящейся на один час работы самоходных машин и сельскохозяйственных орудий (МДж на 1 час работы). Расчёты производят с учётом массы машин, нормативной выработки в год (89), исходя из установленного срока службы машины и энергетического эквивалента.

Определение энергоёмкости силовой машины (трактора, комбайна, самолёта и т.д.) производится по следующей формуле:

$$E_T = \frac{M_T \times \alpha_T}{100} \times \left(\frac{a_T}{T_{HT}} + \frac{a_{TK} + a_{TT}}{T_{ЗТ}} \right) \quad 3,$$

где: E_T – энергоёмкость силовой машины за 1 час работы, Дж/час;

M_T – масса силовой машины, кг;

α_T – энергетический эквивалент силовой машины, равный 120 МДж/кг;

a_T, a_{TK}, a_{TT} – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты силовой машины, %;

$T_{HT}, T_{ЗТ}$ – нормативная и зональная годовая загрузка силовой машины, час

Например, энергоёмкость (затраты энергии) 1 часа работы трактора К-701 при его массе 12500 кг, $\alpha_T = 120$ МДж/кг (для всех силовых установок),

$a_{тк} + a_{тт} = 16,3 \%$, $a_{т} = 10 \%$, $T_{нт} = T_{зт} = 890$ час/год, составит 443 МДж/час.

$$\left(E_{т} = \frac{12500 \times 120}{100} \times \left(\frac{10}{890} + \frac{16,3}{890} \right) = 443 \text{ МДж/час} \right).$$

После этого определяют энергетический эквивалент работы трактора К-701 на 1 га, который зависит от нормы выработки агрегируемого им орудия. Если этот трактор за 1 час работы, согласно норм выработки, вспашет 1,25 га, или прокультивирует 4,31 га, или обработает тяжелой дисковой бороной 2,35 га, то затраты энергии трактора К-701 на 1 га (энергетический эквивалент) вспашки составит 354,4 МДж ($443 : 1,25$), на 1 га культивации – 102,8 ($443 : 4,31$), 1 га обработки дисковой бороной 188,5 МДж ($443 : 2,35$).

Энергоёмкость одного часа работы сельскохозяйственных орудий (плуги, культиваторы, сцепки, бороны, сеялки и т.д.) определяется по формуле:

$$E_{м} = \frac{M_{м} \times \alpha_{м}}{100} \times \left(\frac{a_{м}}{T_{нт}} + \frac{a_{мт}}{T_{зт}} \right) \quad 4,$$

где: $E_{м}$ – энергоёмкость сельхозорудия за 1 час работы, Дж/час;

$M_{м}$ – масса сельхозорудия, кг;

$\alpha_{т}$ – энергетический эквивалент любого сельскохозяйственного орудия, равный 104 МДж/кг;

$a_{м}$ – отчисления на реновацию орудия, %;

$a_{мт}$ – отчисления на текущий ремонт орудия, %;

$T_{нт}$, $T_{зт}$ – нормативная и зональная годовая загрузка орудия, час

Например, при посеве посевным комплексом ПК-10,6 Томь, для прямого посева при его массе 12920 кг, энергетическом эквиваленте сельскохозяйственного орудия 104 МДж/кг, отчислениях на реновацию 12,5 %; отчислениях на текущий ремонт 6 %; нормативной и зональной годовой загрузке орудия, при посеве яровых и озимых культур 101 час согласно норм и нормативов (89) затраты энергии за 1 час работы посевного комплекса составят 2418,6 МДж/час.

$$\left(E_{м} = \frac{12920 \times 104}{100} \times \left(\frac{12,5}{101} + \frac{6}{101} \right) = 2418,6 \frac{\text{МДж}}{\text{час}} \right).$$

При производительности посевного комплекса 7,7 га/час (согласно нормы выработки), затраты энергии посевного комплекса на посев 1 га (энергетический эквивалент) составят 314,1 (2418,6: 7,7) МДж/га. В случае, если посевной комплекс будет агрегатироваться трактором К-701, затраты энергии трактора на 1 га посева составят 48,1 (443 : 9,2) МДж/га. Общие совокупные затраты на проведение прямого посева трактором К-701 в агрегате с посевным комплексом ПК-10,6 Томь равны 362,2 (314,1 + 48,1) МДж/га.

Аналогичные расчёты следует провести по каждому варианту обработки почвы на все проводимые в опыте технологические операции (лущение стерни, вспашка, боронование, культивация, опрыскивание и т.д.) на все используемые тракторы и сельскохозяйственные машины.

Энергетические эквиваленты на другие виды материальных затрат, используемых при обработке почвы, указаны в таблице 5.

5 Энергетические эквиваленты на живой труд и материалы, применяемые при обработке почвы

Вид материала	Форма	Единица измерения	Совокупная энергоёмкость, МДж
Живой труд	Трактористы	МДж/чел.-час	60,8
	Шоферы	МДж/чел.-час	60,3
	полевые рабочие	МДж/чел.-час	33,3
Энергоносители	бензин	кг	54,4
	дизельное топливо	кг	52,7
Гербициды	смачивающиеся масла	МДж/кг д.в.	419,6
	смачивающийся порошок	МДж/кг д.в.	263,6
	Гранулы	МДж/кг д.в.	363,7

Примечание: данные из Методического пособия по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства, (82)

После определения всех совокупных затрат энергии на проведение обработки почвы составляется итоговая таблица по каждому варианту опыта (таблица 6).

В ней представлены энергозатраты на тракторы, сельскохозяйственные орудия, живой труд и пестициды. Выявляются наиболее эффективные варианты, ищутся способы и пути снижения затрат энергии на отдельные

технологические приёмы и материальные ресурсы (например, подбор менее энергоёмких и более производительных машин и орудий).

6. Анализ структуры совокупных затрат энергии при разных способах обработки почвы

Статья затрат совокупной энергии	Способ обработки почвы					
	рекомендованный		комбинированный		прямой посев	
	МДж/га	%	МДж/га	%	МДж/га	%
Тракторы						
Сельхозмашины						
Живой труд						
Гербициды						
Итого						

Следующим этапом энергетической оценки способов обработки почвы является определение валовой энергии, содержащейся в производимой продукции (в данном случае энергия побочной продукции в расчёт не берётся). Для этого надо знать содержание валовой энергии в единице (1 кг) получаемой продукции, которое можно найти в справочниках, или рассчитать по содержанию в зерне, семянках подсолнечника и другой продукции, сырых питательных веществ: протеина (СП), жира (СЖ), клетчатки (СК) и безазотистых экстрактивных веществ (СБЭВ), которое также можно найти в справочных материалах или провести химический анализ. В этом случае валовая энергия (ВЭ) в 1 кг продукции определяется путём суммирования произведений содержания сырых питательных веществ (в кг) на соответствующий энергетический коэффициент по формуле:

$$\text{ВЭ МДж} = 23,95 \times \text{СП} + 39,77 \times \text{СЖ} + 20,05 \times \text{СК} + 17,46 \times \text{СБЭВ}.$$

Полученный результат умножают на урожайность полученной продукции (культуры) и получают сбор валовой энергии с 1 га в МДж. Для удобства расчёты лучше вести по форме таблицы 7.

7. Расчёт содержания валовой энергии в продукции

Культура (продукция)	Содержание, кг/кг				ВЭ, МДж/кг	Урожайность, кг/га	ВЭ, МДж/га
	СП	СЖ	СК	СБЭВ			

Расчёт производства валовой энергии с 1 га посева можно вести для отдельной культуры, а также, если исследования ведутся в севообороте или в звене севооборота, рассчитать производство валовой энергии на 1 га севооборотной (звена севооборота) площади.

После этого приступают к энергетической оценке изучаемых способов обработки почвы. Затраты совокупной энергии на обработку почвы, расходуемой на производство 1 т продукции для каждого варианта опыта определяют делением затрат совокупной энергии на обработку почвы (в МДж/га) на количество полученной основной продукции с 1 га (в тоннах). Приращение валовой энергии на 1 га представляет разницу между полученной валовой энергией в продукции и затратами совокупной энергии на обработку почвы на эту же площадь. Для удобства расчёты энергетической эффективности способов обработки почвы можно вести по схеме таблицы 8.

8. Расчёт энергетической эффективности выращивания культур при разных способах обработки почвы

Показатель	Способ обработки почвы		
Затраты совокупной энергии на обработку почвы, МДж/га			
Получено продукции с 1 га:			
в натуральном виде, т			
валовой энергии, МДж			
Затраты энергии на обработку почвы, расходуемой на производство 1 т продукции, МДж/т			
Приращение валовой энергии на 1 га, МДж			

Данные расчёты актуальны при изучении энергетической эффективности способов обработки почвы под отдельные культуры, и при условии, что все остальные технологические приёмы возделывания (кроме обработки почвы) одинаковые – норма высева, виды, нормы и способы внесения удобрений, уход за посевами, уборка урожая и т.д. Но и в этом случае не корректно определять такие важные показатели энергетической эффективности как энергоёмкость 1 т произведённой продукции и энергетический коэффициент

(коэффициент полезного действия технологии), которые наиболее полно и наглядно характеризует эффективность используемой в целом в технологии возделывания культуры, или культур севооборота (включая обработку почвы) совокупной энергии. Для более глубокого и всестороннего анализа энергетической эффективности необходимо сделать детальное описание всего процесса выращивания культуры на основе технологической карты, позволяющей учесть расход всех ресурсов, используемых в технологическом процессе.

Расчёт технологических карт производят согласно Методике энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве (81). Овеществлённые затраты энергии тракторов, сельхозмашин и другой техники определяют по выше описанной методике или берут из справочников (83).

Энергетические эквиваленты на другие виды материальных затрат, используемых в технологии выращивания сельскохозяйственных культур (живой труд, энергоресурсы, удобрения, пестициды, семена и т.д.), также находят в справочных материалах (82).

После определения всех совокупных затрат энергии согласно технологической карты возделывания культуры составляется итоговая таблица (таблица 9) по каждому варианту. В них анализируются энергозатраты по технологическим циклам работ (основная и предпосевная обработка почвы, применение удобрений, посев, уход за посевами, уборка) и материальным расходам (ГСМ, удобрения, пестициды и т.д.). Выявляются наиболее эффективные варианты, изыскиваются способы и пути снижения затрат энергии на отдельные технологические приёмы и материальные ресурсы (подбор менее энергоёмких и более производительных машин и орудий, более эффективных удобрений и средств защиты растений и т.д.). После определения валовой энергии, содержащейся в производимой продукции, производят энергетическую оценку изучаемых систем обработки почвы, для чего рассчитывают следующие показатели:

9. Схема анализа структуры совокупных затрат энергии на выращивание сельскохозяйственных культур по периодам и отдельным статьям

Период работ	С.-х. машины	Семена	Удобрения				ГСМ	Электро-энергия	Пестициды	Живой труд	Итого	
			всего	в том числе							МДж/га	%
				азотные	фосфорные	калийные						
Основная обработка почвы												
Внесение Удобрений												
Предпосевная обработка почвы												
Посев												
Уход за посевами												
Уборка												
Итого: МДж/га												
%												

- энергоёмкость 1 т произведённой продукции (затраты совокупной энергии на производство единицы продукции) для каждого варианта исследований, которую определяют делением затрат совокупной энергии (в МДж/га) на количество полученной основной продукции изучаемой культуры с 1 га (в тоннах);

- энергетический коэффициент технологии рассчитывают путём деления валовой энергии произведённой с 1 га продукции (в МДж) на затраты совокупной энергии при её производстве (МДж/га);

- приращение валовой энергии на 1 га представляет разницу между полученной валовой энергией продукции и затратами совокупной энергии на её производство на эту же площадь.

Для удобства расчёты энергетической эффективности можно вести по схеме таблицы 10.

10. Расчёт энергетической эффективности выращивания культур при разных способах обработки почвы

Показатель	Система обработки почвы		
Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж			
Получено продукции с 1 га:			
в натуральном виде, т			
валовой энергии, МДж			
Энергоёмкость 1 т продукции, МДж/т			
Энергетический коэффициент			
Приращение валовой энергии на 1 га, МДж			

По этой схеме можно вести расчёты для способов обработки почвы под отдельные культуры и в целом в севообороте.

7.15. Экономическая оценка систем обработки почвы

Основными экономическими показателями оценки систем обработки почвы являются производственные затраты, затраты труда, урожайность, себестоимость, чистый доход и рентабельность производства продукции растениеводства. Анализ и оценка этих показателей, которые (кроме рентабельности) могут рассчитываться на 1 га посева или на 1 т произведённой продукции, позволяют получить необходимые данные по экономической эффективности

ности использования земельных, трудовых, материально-технических ресурсов и денежных средств в зависимости от изучаемых способов или систем обработки почвы.

Оценка экономической эффективности способов и систем обработки почвы заключается в определении соотношения стоимости произведённой продукции растениеводства с 1 га посева к производственным затратам на возделывание изучаемых культур на этой же площади. Расчёты производят по рыночным ценам потребляемых в процессе производства материально-технических и людских ресурсов (заработная плата, ГСМ, удобрения, пестициды и т.д.) и получаемой продукции. Из-за сильных колебаний цен на потребляемые ресурсы и, особенно, производимую продукцию, расчёты следует производить для конкретного периода (год, осень, весна и т.д.).

Стоимость произведённой продукции на всех вариантах опыта определяют умножением количества продукции в натуральных показателях (урожайность) на её цену с учётом полученного качества по каждому изучаемому способу или системе обработки почвы.

Для определения производственных затрат составляют подробную технологическую карту с последовательным перечнем всех операций и работ, сроков их проведения с указанием применяемых тракторов, машин и других средств производства, требуемого количества рабочей силы, норм выработки, норм расхода горюче-смазочных материалов, семян, удобрений, пестицидов и других материалов. Расчёты ведут на 100 или 1000 га посева с использованием наиболее распространённых в сельскохозяйственном производстве тракторов, машин и орудий. Например, в опыте поверхностная обработка почвы проводится тяжелой дисковой бороной БДТ-3 в агрегате с трактором МТЗ-80, вспашка плугом ПН-3-35 с этим же трактором, а учёт урожая осуществляется мелкоделяночным комбайном типа Сампо-130. В технологических же картах необходимо в расчёт брать наиболее распространённый для этих операций трактор (К-744Р2 или К-744Р3) в агрегате с наиболее распространённой в производстве тяжелой дисковой бороной, соответствующей

мощности трактора, и восьми- или девятикорпусным плугом, а уборку урожая планировать комбайном АКРОС с использованием норм выработки, тарифных ставок, отчислений на амортизацию и ремонт, расход ГСМ и т.п. для этих агрегатов. По общепринятым методикам определяют фонд оплаты труда с начислениями, амортизацию и текущий ремонт техники, стоимость семян, горюче-смазочных материалов, электроэнергии, удобрений и средств защиты растений, что составляет прямые затраты. К ним прибавляются общепроизводственные и общехозяйственные расходы, которые составляют 10-15 % от прямых производственных затрат, и получают полные производственные затраты. После этого приступают к анализу структуры затрат по статьям расходов при возделывании культуры с использованием определённого способа (системы) обработки почвы. Для удобства данные записывают в итоговую таблицу по каждому варианту опыта (таблица 11).

11. Анализ структуры производственных затрат при разных способах обработки почвы

Статья затрат	Способ обработки почвы					
	рекомендованный		комбинированный		прямой посев	
	руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%
Заработная плата с Начислениями						
Семена						
Удобрения						
Ядохимикаты						
Амортизация техники						
Ремонт техники						
Автотранспорт						
Прочие расходы						
Итого прямых затрат						
Общепроизводственные и общехозяйственные Расходы						
Всего затрат						

По таблице анализируют влияние способов обработки почвы на общие производственные расходы и структуру затрат по отдельным статьям расходов (заработная плата, амортизация и ремонт техники, расход ядохимикатов

и т.д.). Выявляют менее затратные способы обработки почвы, ищут способы и пути снижения затрат на отдельные технологические приёмы и материальные ресурсы. После этого приступают к экономической оценке изучаемых способов обработки почвы:

- затраты живого труда на производство 1 т продукции для каждого варианта опыта определяют делением затрат труда на 1 га посева, которые определяются по технологической карте (в чел.-ч./га), на количество полученной основной продукции изучаемой культуры с 1 га (в тоннах);

- себестоимость продукции рассчитывают путём деления производственных затрат на 1 га посева (в руб.) на количество полученной основной продукции изучаемой культуры с 1 га (в тоннах);

- условный чистый доход определяют как разницу между стоимостью произведённой продукции и затратами на её производство;

- уровень рентабельности устанавливают делением условного чистого дохода на стоимость валовой продукции.

Для удобства расчёты экономической эффективности способов обработки почвы можно вести по схеме таблицы 12.

12. Расчёт экономической эффективности способов обработки почвы

Показатель	Способ обработки почвы		
	рекомендованный	комбинированный	прямой посев
Стоимость продукции с 1 га, руб.			
Затраты труда на 1 га, чел.-ч.			
Затраты труда на 1 т, чел.-ч.			
Производственные затраты, руб./га			
Себестоимость 1 т, руб.			
Условный чистый доход, руб./га			
Уровень рентабельности, %			

Литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий/ Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2005 – 761 с.
2. Бараев А.И. и др. Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975 – 304 с.
3. Барсуков Л.Н., Забавская К.М. Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработки // Почвоведение. 1953, № 12.
4. Бейкер С. Дж., Сакстон К.Е., Ритчи В.Р. Технология и посев. Наука и практика. Нью-Йорк, 2002, 263 с.
5. Бобинская С.Г. Влияние системы обработки почвы и посева по Т.С. Мальцеву на развитие и выживаемость вредных и полезных насекомых // Зоологический журнал. – 1959. – Т. 23. – № 11. – С. 1601-1611.
6. Бондаренко Н.В., Персов М.П., Поспелов С.М. Общая и сельскохозяйственная энтомология. М., Колос, 1983, 416 с.
7. Буденная К.И., Красиловец Ю.Г. Роль агротехники в защите всходов озимой пшеницы от внутрискосовых вредителей // IX съезд Всесоюз. энтомолог. общества: Тез. докл. – Киев: Наукова думка, 1984. – Ч. 1. – С. 70.
8. Бэк Д. Системы севооборота: ключ к успеху no-till. Пособие для практиков. Днепрпетровск, 2005, с. 89-122.
9. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Коротких Н.А. Перспективы технологии No-till в Сибири // Земледелие. 2014, № 1, с. 16-19.
10. Власенко А.Н., Филимонов Ю.П., Каличкин В.К., Иодко Л.Н., Усолкин В.Т. Экологизация обработки почвы в Западной Сибири. РАСХН, Сиб. отделение, СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2003. -286 с.

11. Власенко А.Н. Научные основы минимализации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири. - Новосибирск, 1994. – 76 с.
12. Власенко А.Н., Слесарев В.Н., Синещев В.Е. и др. Способ полосной безотвально-нулевой зяблевой обработки на черноземных почвах в зонах с недостаточным увлажнением. – Патент № 2284092 (RU) от 05.02.2004.
13. Власенко Н.Г., Солосич Н.А., Власенко А.Н., Кудашкин П.И. Фитоценологические методы оценки засоренности посевов сельскохозяйственных культур: Методическое пособие / Под общей редакцией А.Н. Власенко. - Новосибирск, 2000. – 36 с.
14. Власенко Н.Г., Власенко А.Н., Садохина Т.П., Кудашкин П.И. Сорные растения и борьба с ними при возделывании зерновых культур в Сибири: методическое пособие. - Новосибирск, 2007. – 128 с.
15. Власенко Н.Г., Коротких Н.А., Бокина И.Г. К вопросу о формировании фитосанитарной ситуации в посевах в системе No-Till. - Новосибирск, 2013. – 124 с.
16. Власенко Н.Г., Слободчиков А.А., Коротких Н.А., Кулагин О.В. Вредители и болезни в посевах яровой пшеницы, выращиваемой по технологии no-till // Вестник защиты растений,- 2014. - №3. – С. 21-24.
17. Власенко Н.Г., Власенко А.Н., Кулагин О.В. Влияние технологии возделывания яровой пшеницы на почвенный банк семян сорняков // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018. – Т. 48, №3. – С. 5-13.
18. Вражнов А.В. Адаптивная интенсификация систем земледелия на Южном Урале. Челябинск: ЧГАУ, 2002, - 272 с.
19. Вронских М.Д. Влияние технологии возделывания полевых культур на развитие вредителей и болезней. - Кишинев: Штиинца, 1981. – 229 с.
20. Вронских М.Д. Технологии возделывания полевых культур и разви-

- тие вредителей и болезней. - Кишинев: Pontos, 2005. – 290 с.
21. Гармашов В.М., Качанин А.Л. Минимизация обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне // Земледелие, 2007, №6, с. 8-10.
 22. Глухих М.А. Влага черноземов Зауралья и пути ее эффективного использования. Челябинск. ЧГАУ 2003. 358 с.
 23. Городилова Л.М. Корневая гниль пшеницы в условиях почвозащитной системы земледелия на севере Казахстана. - Целиноград, 1972. – 44 с.
 24. ГОСТ 10857-64 Семена масличные. Методы определения масличности.
 25. ГОСТ 10987-76 Зерно. Методы определения стекловидности.
 26. ГОСТ 10583-76 Рапс для промышленной переработки. Технические условия
 27. ГОСТ 26597-85 Определение кислотного числа масла в семенах.
 28. ГОСТ 27676-88 Метод определения числа падения.
 29. ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – Стандартиформ, 2009. – 7 с.
 30. ГОСТ 30089-93 Масла растительные. Метод определения эруковой кислоты
 31. ГОСТ 10856-96 Семена масличные. Метод определения влажности.
 32. ГОСТ 30483-97 Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержание металломагнитной примеси.
 33. ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.
 34. ГОСТ 32749-2014 Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области

35. ГОСТ ISO 712-2015 Зерно и зерновые продукты. Определение содержание влаги. Контрольный метод.
36. ГОСТ ISO 9167-1-2015 Рапс. Определение содержания глюкозинолатов. Часть 1. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии
37. ГОСТ 10854-2015 Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и особо учитываемой примеси
38. ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения природы.
39. Григорьева Т.Г., Жаворонкова Т.Н. Роль антропогенных и природных факторов в формировании трофической структуры пшеничного агробиоценоза // Энтомологическое обозрение. – 1973. – Т. 52. – Вып. 3. – С. 489-507.
40. Гудзь В.П., Цюк А.А., Дудченко В.Н. Обработка почвы и предшественники озимой пшеницы // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 22.
41. Гурова Н.Н., Костров В.Ф. Влияние плоскорезной обработки почвы на численность пшеничного трипса (*Harlothrips tritici* Kurd.) и урожайность яровой пшеницы в условиях Саратовского Заволжья // Защита растений от вредителей и болезней в условиях Юго-Востока и Западного Казахстана: Сб. науч. тр. – Саратов, 1978. – Вып. 118. – С. 13-17.
42. Доля Н.Н. Влияние бесплужной обработки почвы на заселённость озимой пшеницы почвообитающими вредителями и хищными жуужелицами в лесостепи Украины // Биологический метод в интегрированной защите сельскохозяйственных культур. – Кишинев, 1985. – С. 91-92.
43. Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии no-till // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (73). С. 35-38.

44. Дридигер В.К. Методические подходы к изучению систем земледелия без обработки почвы // Земледелие. 2014. № 7, с. 24-27.
45. Евдокимов Н.Я., Корчагин А.А. Регулирование численности вредителей // Защита растений. – 1984. – №9. – С. 27-28.
46. Еськов И.Д., Якушев Б.С., Коробко Т.В. Влияние способов обработки почвы на численность энтомофагов в полевом севообороте Левобережья Саратовской области // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: Матер. 4 Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2007. – С. 65-67.
47. Казаков Г.И. Зональные системы обработки почвы в Куйбышевской области // Минимизация обработки почвы – М.: Колос, 1984, с. 188-195.
48. Зезин Н.Н. Ресурсосберегающая система обработки // Земледелие. – 1989. – № 12. – С. 58-59.
49. Каплин В.Г., Цуркан О.Ф., Антонов П.В., Чекин В.В. Влияние систем земледелия на состав, численность и распределение насекомых в агроценозе яровой пшеницы // Проблемы повышения продуктивности полевых культур. – Самара, 1998. – С. 140-143.
50. Картамышев Н.И., Шмат З.М., Гончаров Н.Ф. Снижать засоренность полей в почвозащитном земледелии // Земледелие. – 1992. – № 2. – С. 55-58.
51. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия. Земледелие, 2006, № 5, с. 12-14.
52. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: КолосС, 2011, - 443 с.
53. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии // Земледелие, 2007, № 4, с.28-30.
54. Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Иодко Л.Н. Влияние различных способов основной обработки почвы на плодородие выщелоченных черноземов Приобья // Почвоведение, 1991, № 3, с. 97-105.

55. Кирюшин В.И., Южаков А.И., Романова Н.Л., Власенко А.Н. Моделирование зональных систем земледелия на основе полевых экспериментов // Вестник с.х. науки, 1990, № 8, с. 99-105.
56. Кирюшин В.И., Лебедева И.Н. Опыт изучения изменения органического вещества черноземов Северного Казахстана при их сельскохозяйственном использовании // Почвоведение, 1972, № 8, с. 128-133.
57. Кирюшин В.И., Ткаченко Г.И. О нисходящей миграции нитратов в черноземах Сибири при сельскохозяйственном использовании // Почвоведение, 1986, № 2, с. 34-44.
58. Кирюшин В.И., Каличкин В.Г., Иодко Л.Н. Совершенствование систем основной обработки почвы серых лесных и дерново-подзолистых почв в условиях интенсификации земледелия Сибири // Интенсификация возделывания зерновых культур в Западной Сибири. - Новосибирск, 1990, с. 52-60.
59. Кирюшин В.И., Данилова А.А. Биологическая активность выщелоченного чернозема Приобья в связи с интенсификацией возделывания зерновых культур // Агротехнология, 1990, № 9, с. 79-86.
60. Кирюшин В.И., Бойко В.Я. Системы основной обработки солонцов степной зоны в полевых севооборотах // Солонцы Сибири, их свойства, мелиорация и сельскохозяйственное использование. - Новосибирск, 1990, с.34-41.
61. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии: – СПб.: Изд-во «Лань», 2015. – 464 с.
62. Конищев А.А. Обработка почвы: вчера, сегодня, завтра. Типография ФГОУ ВПО Ивановская ГСХА, 2013, 127 с.
63. Конищев А.А. Обоснование параметров полосно-гетерогенной обработки почвы. Сборник научных трудов Ивановского НИИСХ, Ресурсосберегающие технологии и перспективы развития АПК Верхневолжья. Иваново, 2006, с. 42-50.

64. Корчагин В.А., Новиков В.Г. и др. Результаты изучения разных систем минимальной обработки почвы на обыкновенных и южных черноземах Среднего Заволжья // Перспективные системы обработки почвы. - Куйбышев, 1988, с. 79-82.
65. Коршунова А.Ф., Чумаков А.Е., Щекочихина А.И. Защита пшеницы от корневых гнилей. - М.: Колос, 1976. – 184 с.
66. Кoryтник В.Н., Малиенко А.М. Своевременно бороться с сорняками // Земледелие. – 1994. – № 2. – С. 13-14.
67. Кочугова Е.А. Методы и средства гидрометеорологических наблюдений: учеб.-метод. пособие. - Иркутск: изд-во ИГУ, 2012. – 120 с.
68. Кошкин П.Д. Эффективность разных систем основной обработки почвы // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 21-23.
69. Кошникович В.И., Полякова Н.П. К вопросу формирования сорной флоры и фауны беспозвоночных пшеничных биоценозов в условиях монокультуры и новых способов обработки почвы // Материалы к 5-ой научной конференции молодых ученых (ВИЗР). – Л., 1969. – С. 13-14.
70. Кроветто К.К. No-till. Взаимосвязь между No-till, растительными остатками, питанием растений и почвой. Днепропетровск, 2007, 235 с.
71. Кроветто К.К. Прямой посев (no-till). – Самара: Типография ООО «Аэропринт», 2013. – 206 с.
72. Кряжева Л.П., Дормидонтова Г.Н., Быкова Е.П., Хомякова В.О., Никишина У.С., Левина С.И., Самойлова А.В., Зацепина Т.Я., Влияние противоэрозионных мероприятий на изменение численности вредителей полевых культур // Труды Всес. НИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ). – 1975. – Т. 70. – С. 78-99.
73. Кряжева Л.П., Чумаков А.Е., Элбакян М.А. Почвозащитная технология и защита пшеницы от вредных организмов // Экологические ос-

- новы предотвращения потерь урожая от вредителей, болезней и сорняков: Сб. науч. тр. ВИЗР. – Л., 1986. – С. 119-126.
74. Кузнецова Т.Т., Якушева Т.О. Влияние интенсивных технологий на динамику болезней яровой пшеницы // Интенсификация возделывания зерновых культур в Западной Сибири: Сб. науч. тр. – Новосибирск, 1990. – С. 104-114.
75. Кулинцев В.В., Дридигер В.К. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур при возделывании по технологии прямого посева // Достижения науки и техники АПК. – 2014. - № 4. – С. 16-18.
76. Лаптиева А.Б. Эффективные технологии возделывания полевых культур в Центрально-Чернозёмной Полосе и фитосанитарная обстановка в севообороте // Вестник защиты растений. – СПб.- Пушкин, 2000. – № 3. – С. 63-65.
77. Лахманов В.П. Обработки почвы и пшеничный трипс // Защита растений. – 1978. – №12. – С. 22.
78. Лахманов В.П., Котоменко В.З. Обработка почвы и серая зерновая совка // Защита растений. – 1971. – № 11. – С. 21-22.
79. Матышук И.В. Обработка и плодородие каштановых почв Центрального Казахстана. – Алма-Ата: АН КазССР, 1962
80. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под ред. В.М. Лукомца. – Краснодар: Типография ООО РИА «АлВидизайн», 2010. – Изд. второе, перераб. и доп. – 328 с.
81. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – М.: ВИМ, 1995. – 95 с.
82. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. – М.: ВНИИ кормов, 1995. – 174 с.

83. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур / подг. Ю.К. Новосёлов, Г.Д. Харьков, А.С. Шпаков и др. – М.: ВНИИ кормов, 1989. – 72 с.
84. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учебное пособие / под ред. Д.И. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991, 304 с.
85. Методические рекомендации сравнительной оценки технологий и комплектов машин по энергетическому критерию. – М.: ВИМ, 1987.
86. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К. Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1984.
87. На пути к бесплужному земледелию Под ред. С.Д. Гилева. - Куртамыш, 2015, 312 с.
88. Новиков В.М., Исаев А.П. Способы обработки почвы и засоренность посевов. Земледелие 1996, № 6, с. 9-18.
89. Нормы и нормативы для планирования механизации и электрификации в отраслях АПК / сост.: М.В. Шамхаев, В.И. Юркин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 591 с.
- 89-а. Нормы и нормативы для планирования в сельском хозяйстве. Растениеводство. – М.: Агропромиздат, 1988, 272 с.
90. Овсянников В.И., Овсянникова С.М., Ларин Г.Н. Взаимодействие между продуктивностью севооборотов и азотными удобрениями // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1982. № 2. с. 1-8.
91. Орлова Л.В., Проскурин А.В., Харченко А.Г. Прямой посев. Практические рекомендации для переходного периода. Самара: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Самарской области. 2007. 24 с.
92. Павлов И.Ф. Защита полевых культур от вредителей. М.: Россельхозиздат, 1987. – 256 с.

93. Пашкова Л.П. Особенности биологии пшеничного трипса (*Harlothrips tritici* Kurd.) в условиях сухой степи Целиноградской области // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент, 1971. – 23 с.
94. Покручин Г.А., Санникова В.Ф., Гарбар Л.И. Обоснование системы химической защиты зерновых культур от комплекса вредных организмов // Интенсификация зернового хозяйства Тюменской области. – Новосибирск, 1988. – С. 67-73.
95. Поляков И.Я., Персов М.П., Смирнов В.А. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом). – Л.: Колос. – 320 с.
96. Потафьев Н.Е. Динамика численности фитофагов в агроценозе озимой пшеницы при разных агроприёмах // Приёмы регулирования численности вредных организмов на посевах и посадках сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ. – Воронеж, 1986. – С. 21-28.
97. Практические рекомендации по диагностике, учету и защите пшеницы от бурой ржавчины, септориоза и мучнистой росы. М., Колос, 1988, 6 с.
98. Пупонин А.И., Кирюшин Б.Д. Минимизация обработки почвы, опыт, проблемы и перспективы. – М.: 1989 – 55 с.
99. Пыхтин И.Г. Обработка почвы: действительность и мифы // Земледелие. 2017. № 1. с.33-36.
100. Ревут И.Б. Вопросы теории обработки почвы. В кн. «Теоретические вопросы обработки почв. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968.
101. Роктанэн Л.П., Пашкова Л.П. Роль обработки почвы в снижении численности пшеничного трипса // Труды Целиноградского сельскохозяйственного института. – Целиноград, 1972. – Т.8, Вып. 5. – С. 130-136.
102. Романенко А.А., Васюков П.П. Кто поставит точку в войне с землей? // Земледелие, № 6, 2006, с. 23-25.

103. Рудакова Л.В. Агрофизические свойства почвы и урожай ячменя в зависимости от уплотняющего воздействия движителей. Автореферат дисс. ... кандидата сельскохозяйственных наук, М., 1995, -18с.
104. Савченко Е.С. О биологизации земледелия в Белгородской области. Стенограмма выступления на областной научно-практической конференции 15 апреля 2011 г. Сайт губернатора Белгородской области.
105. Самерсов В.Ф. Принципы разработки интегрированной системы защиты зерновых культур от вредителей в Белоруссии // Интегрированная защита зерновых культур. – М.: Колос, 1981. – С. 74-86.
106. Сдобников С.С. Пахать или не пахать. М.: Россельхозакадемия, 2000, 249 с.
107. Сидоров А.А. Корневые гнили зерновых культур (этиология, патогенез, сортоустойчивость, защита от болезни // Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. н. – М., 2003. – 34 с.
108. Соколов И.М. Влияние обработки почвы и фона удобрений на численность вредителей озимой пшеницы Краснодарского края // Проблемы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов в интенсивном земледелии / Тр. ВИЗР. – Л., 1991. – С. 41-48.
109. Старостин С.П., Чумаков А.Е. Проблемы интегрированной защиты хлебных злаков от вредителей и болезней // Научные основы защиты растений. – М., 1984. – С. 89-104.
110. Сусидко П.И., Писарев В.Н. Изменение численности энтомофагов под влиянием почвозащитной системы земледелия // Доклады ВАСХНИЛ. – 1983. – № 12. – С. 8-10.
111. Танский В.И. Биоценотический подход к интегрированной защите растений от вредных насекомых // Энтомологическое обозрение. – 1997. – Т. LXXV1 . – № 2. – С. 251-264.

112. Танский В.И., Чумаков А.Е. Проблемы защиты растений в противозерозионной системе земледелия // Защита растений. – 1984. – №1. – С. 34-36.
113. Танский В.И., Шапиро В.А., Шехурина Т.А. Элементы интеграции в системе защиты яровой пшеницы от серой зерновой совки // Интегрированная защита зерновых культур. – М.: Колос, 1981. – С. 46-74.
114. Таран Н.А. Причины повышения численности проволочников // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сборник научных трудов. – Гродно, 2004. – Т.3, Ч.2: Агрономические науки. – С. 202-205.
115. Теории и методы физики почв / Под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. – М.: «Гриф и Ко», 2017. С. 238-261, 546-548.
116. Титлянова А.А., Тихомирова Н.А., Шатохина Н.Г. Продукционный процесс в агроценозах. Новосибирск: Наука, 1982. 185 с.
117. Титлянова А.А., Кирюшин В.И., Охинько И.П. Агроценозы степной зоны. Новосибирск: Наука, 1984. 244 с.
118. Фрумин И.Л. Кирюшин В.И. Математическое моделирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия (на примере Зауралья). Известия ТСХА – вып.2.- 2004. с. 27-36.
119. Храпцов И.Ф., Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. и др. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области). Новосибирск, 2003, 412 с.
120. Хохлов Г.Н., Фролова Т.А., Жарина Н.Л., Филипас А.С., Ульяненко Л.Н., Сучалкин Ф.А. Структура и динамика численности энтомофауны агроценоза злаковых культур в зависимости от условий землепользования // Агро XXI. – 2000. – № 1. – С. 14-15.
121. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г. Комбинированные системы основной обработки почвы наиболее эффективны и обоснованы // Земледелие, № 6, 2006, с.20-22.

122. Шабаяев А.М. Зональные особенности почвозащитных систем // Земледелие, 1990, № 6, с. 49-53.
123. Шевченко Ф.П., Тумайкина З.С. Эффективность агротехнических мер борьбы с зерновой совкой // Резервы сельскохозяйственного производства. – Барнаул, 1969. – Ч. 1. – С. 59-62.
124. Шиятый Е.И. Методы оценки ветроустойчивости поверхности почвы и определение ширины полос при полосном размещении культур // Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных опытов по земледелию и растениеводству. – Целиноград: ВНИИ зернового хозяйства хозяйства. 1968. – С.3-8.
125. Шувалов Г.Т., Кирнос Т.В. Заселённость проволочниками полей, обрабатываемых по способу Т.С. Мальцева // Агробиология. – 1957. – №2. – С. 124-125.
126. Шуровенков Ю.Б., Алехин В.Т, И снова о роли агротехники // Защита растений. – 1995. – № 9. – С. 8-12.
127. Andersen A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II. Pests and beneficial insects // Crop protection. – 1999. – V. 18. – P. 651-657.
128. Anderson R.L. Diversity and no-till: keys for pest management in the U.S. Great Plains // Weed Science. – 2008. – V. 56. – P. 141-145.
129. Bailey K.L., Gossen B.D., Lafond G.P., Watson P.R., Derksen D.A. Effect of tillage and crop rotation on root and foliar diseases of wheat and pea in Saskatchewan from 1991–1998: univariate and multivariate analyses // Can. J. Plant Science. – 2001. – V. 81. – P. 789-803.
130. Barney R.J., Pass B.C. Influence of no-tillage planting on foliage-inhabiting arthropods of alfalfa in Kentucky // J. Econ. Entomology. – 1987. – V. 80. – P. 1288-1290.
131. Bazzaz F.A. Plant-plant interactions in successional environments // Perspectives on plant competition. – San Diego: Academic Press, 1990. – P. 239-263.

132. Benvenuti S., Macchia M., Miele S. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth // *Weed Science*. – 2001. – V. 49. – P. 528-535.
133. Bockus W.W., Shroyer J.P. The Impact of Reduced Tillage on Soil-borne Plant Pathogens // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 1998. – V. 36. – P. 485-500.
134. Buhler D.D. Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean in the Central USA // *Crop Science*. – 1995. – V. 35. – P. 1247-1258.
135. Burton R.L., Burd J.D. Effects of surface residues on insect dynamics // *Managing Agricultural Residues*. – Florida: Lewis Publishers, Boca Raton, 1994. – P. 245-260.
136. Cardina J., Herms C.P., Doohan D.J. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks // *Weed Science*. – 2002. – V. 50 (4). – P. 448-460.
137. Clements R.O. The impact of insect pests during the establishment of forage crops and some possible solutions to the problems // *Proceeding of on Establishment of Forage Crops by conservation-tillage: Pest Management*. – Pennsylvania, 1987. – P. 7-22.
138. Cook R.J. Toward cropping systems that enhance productivity and sustainability // *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*. – 2006. – V. 103. – P. 18389-18394.
139. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Li H. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // *J. Agricultural and Biological Engineering*. – 2010. – V. 3. – P. 1-25.
140. Doran J.W. Soil Microbial and Biochemical-Changes Associated with Reduced Tillage // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 1980. – V. 44. – P. 765-771.
141. Doran J.W. Microbial Biomass and Mineralizable Nitrogen Distributions in No-Tillage and Plowed Soils // *Biol. Fert. Soils*. – 1987. – V. 5. – P. 68-75.

142. Fay P.K. A brief overview of the biology and distribution of weeds of wheat // Monograph series of the Weed Science Society of America. – 1990. – № 6. – P. 3-50.
143. Ferguson H.J., McPherson R.M., Allen W.A. Effect of four soybean cropping systems on the abundance of foliage-inhabiting insect predators // Environmental Entomology. – 1984. – V. 13. – P. 1105-1112.
144. Follett R.F., Schimel D.S. Effect of Tillage Practices on Microbial Biomass Dynamics // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1989. – V. 53. – P. 1091-1096.
145. Frick B., Thomas A.G. Weed surveys in different tillage systems in southwestern Ontario field crops // Can. J. Plant Science. – 1992. – V. 72. – P. 1337-1347.
146. Johnson R. Wildlife damage in conservation tillage agriculture: a new challenge. Proceedings of the 12 th Vertebrate Pest Conference. – 1986. – P. 127–132.
147. Johnson D. Effect of alternative tillage systems on rodent density in the Palouse region // Northwest Science. – 1987. – V. 61. – P. 37–40.
148. Harrison S.K., Regnier E.E., Schmoll J.T., Harrison J.M. Seed size and burial effects on giant ragweed (*Ambrosia trifida*) emergence and seed demise // Weed Science. – 2007. – V. 55. – P. 16-22.
149. Hartwig R.O., Laflen J.M. A meterstick method for measuring crop residue cover // JOURNAL OF SOIL AND WATER CONSERVATION. – 1978. – T. 33. – № 2 – S. 90-91.
150. House G.J., Stinner B.R. Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: community composition and ecosystem interactions // Environmental Management. – 1983. – V. 7. – P. 23-28.
151. House G.J., Alzugaray M.D.R. Influence of cover cropping and no-tillage practices on community composition of soil arthropods in a North Carolina agroecosystem // Environmental Entomology. – 1989. – V. 18. – P. 302-307.
152. Kladivko E.J. Tillage systems and soil ecology // Soil Till. Res. –

2001. – V. 61. – P. 61-76.].
153. Krupinsky J.M., Bailey K.L., McMullen M.P., Gossen B.D., Turkington T.K. Managing plant disease risk in diversified cropping systems // *Agronomy Journal*. – 2002. – V. 94. – P. 198-209.
 154. Lègère A., Samson N. Tillage and weed management effects on weeds in barley-red clover cropping systems // *Weed Science*. – 2004. – V. 52. – P. 881-885.
 155. Locke M.A., Reddy K.N., Zlabotowicz M.A. Weed management in conservation crop production systems // *Weed biology and management*. – 2002. – V. 2. – P. 123-132.
 156. Lübke M., T. Wetzel Die Hessenfliege (*Mayetiola destructor* Say.) // *Nachrbl. Pflanzschutzd. in der DDR*. – 1988. – B. 42. – H. 8. – S. 21-24.
 157. Mohler C.L. Weed life history: identifying vulnerabilities // *Ecological Management of Agricultural Weeds*. – UK: Cambridge University Press, 2001. – P. 40-98.
 158. Montanari M., Innocenti G., Toderi G. Effect of cultural management on the foot and root disease complex of durum wheat // *Journal of Plant Pathology*. – 2006. – V. 88. – №2. – P. 149-156.
 159. No-till – шаг к идеальному земледелию (Сберегающее земледелие для России): Учебн.-метод. пособие. М., Народное образование, 2006, 122 с.
 160. Pankhurst C.E., Magarey R.C., Stirling G.R., Blair B.L., Bell M.J., Garside A.L. Management practices to improve soil health and reduce the effects of detrimental soil biota associated with yield decline of sugarcane in Queensland, Australia // *Soil Till. Res*. – 2003. – V. 72. – P. 125-137.
 161. Pareja M.R., Staniforth D.W. Distribution of weed seeds among soil structural units // *Weed Science*. – 1985. – V. 33. – P. 182-189.
 162. Pedersen E.A., Hughes G.R. The effect of crop rotation on development of the septoria disease complex on spring wheat in Saskatchewan // *Canadian Journal of Plant Pathology*. – 1992. – V. 14. – P. 152-158.

163. Shaw D.R., Givens W.A., Farno L.A., Gerard P.D., Jordan D., Johnson W.G., Weller S.C., Young B.G., Wilson R.G., Owen M.D.K. Using a grower survey to assess the benefits and challenges of glyphosate-resistant cropping systems for weed management in U.S. corn, cotton, and soybean // *Weed Technology*. – 2009. – V. 23. – P. 134-149.
164. Sherstha A., Knezevic S.Z., Roy R.C., Ball-Coelho B.R., Swanton C.J. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil // *Weed research*. – 2002. – V. 42. – P. 76-87.
165. Staricka J.A. Burford P.M., Allmaras R.R., Nelson W.W. Tracing the vertical distribution of simulate shattered seeds as related to tillage // *Agronomy J.* – 1990. – V. 82. – P. 131-134.
166. Stinner B.R., House G.J. Arthropods and Other Invertebrates in Conservation-Tillage Agriculture // *Annu. Rev. Entomol.* – 1990. – V. 35. – P. 299-318.
167. Turkington T.K., Clayton K. Xi, G.W., Burnett P.A., Klein-Gebbinck H., Lupwayi N.Z., Harker K.N., O'Donovan J.T. Impact of crop management on leaf diseases in Alberta barley fields, 1995–1997 // *Can. J. Plant Patholjgy*. – 2006. – V. 28. – P. 441-449.
168. Wicks G.A., Burnside O.C., Felton W.L. Weed control in conservation tillage systems // *Managing Agricultural Residues*. – Florida: Lewis Publishers, Boca Raton, 1994. – P. 211-244.
169. Yenish J.P., Doll J.D., Buhler D.D. Effects of tillage on vertical distribution and viability on weed seed in soil // *Weed Science*. – 1992. – V. 40. – P. 429-433.
170. Yenish J.P., Fry T.A., Durgan B.R., Wyse D.L. Tillage effects on seed distribution and common milkweed (*Asclepias syriaca*) establishment // *Weed Science*. – 1996. – V. 44. – P. 815–820.
171. Юдин С.А., Белобров В.П., Дридигер В.К., Гребенников А.М., Айдиев А.Я., Ильин Б.С, Ермолаев Н.Р. К вопросу о методике проведения многолетних опытов по изучению влияния технологии прямого

посева на свойства почв // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019. Вып. 98. С. 132-152. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-98-132- 152

172. Stolbovoy, V., Montanarella, L., Filippi, N., Jones, A., Gallego, J., & Grassi, G., 2007. Soil sampling protocol to certify the changes of organic carbon stock in mineral soil of the European Union. Version 2. EUR 21576 EN/2. 56 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. ISBN: 978-92-79-05379-5