

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
Учреждения образования
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

АГРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию
в области сельского хозяйства в качестве пособия для студентов
учреждений, обеспечивающих получение высшего образования
по агроинженерным специальностям*

**МИНСК
2008**

УДК 631.171:633.1(07)
ББК 40.7:41я7
Э 65

Авторы — д-р техн. наук, проф. *И.Н. Шило*;
д-р техн. наук *А.В. Кузьмицкий*;
канд. техн. наук, доц. *А.В. Новиков*;
канд. техн. наук, доц. *Т.А. Непарко*;
канд. с.-х. наук *Л.Г. Шейко*

Рецензенты: канд. техн. наук, зам. ген. директора РУП «НПЦ НАН
Беларуси по механизации сельского хозяйства»
В.П. Чеботарев;
д-р техн. наук, проф., зав. каф. механизации и практ.
обучения УО БГСХА *В.Р. Петровец*

Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур
Э 65 в Республике Беларусь : пособие / И.Н. Шило [и др.]. – Минск : БГАТУ,
2008. – 160 с.

ISBN 978-985-519-025-8

УДК 631.171:633.1(07)
ББК 40.7:41я7

ISBN 978-985-519-025-8

© БГАТУ, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА.....	4
2 МИНИМАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	10
3 СПОСОБЫ ПЕРЕХОДА К ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕМУ РАСТЕНИЕВОДСТВУ	21
4 АГРОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА	31
4.1 Почвы Республики Беларусь и пути повышения их производительной способности	31
4.2 Севообороты и их значение в современном земледелии	38
4.2.1 Структура посевных площадей и оценка предшественников в связи с внедрением энергосберегающих технологий	42
4.2.2 Типы и виды севооборотов для сельскохозяйственных предприятий разной специализации и принципы их построения	50
4.3 Ресурсосберегающая система применения органических и минеральных удобрений	56
4.3.1 Применение органических удобрений	58
4.3.2 Применение минеральных удобрений	63
4.4 Эффективное применение средств защиты растений	69
4.5 Выбор сортов	77
5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА	79
5.1 Обработка почвы	79
5.2 Посев	90
5.3 Внесение удобрений	105
5.4 Защита растений	112
6 АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	131
6.1 Навигационные приборы AgGPS	131
6.2 Полевой компьютер AgGPS 170	133
6.3 Опция автоматического управления для системы AgGPS EZ-Guide Plus ...	134
6.4 Почвопробоотборник	135
6.5 Почвенная лаборатория	135
6.6 Датчик растительности MiniVeg Mobile N	136
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ	137
ЛИТЕРАТУРА	145
ПРИЛОЖЕНИЯ	147

1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

Энергосбережение становится в настоящее время доминирующим критерием эффективности ведения сельскохозяйственного производства и рационального использования ресурсов, вовлеченных в него: почвенных, водных, энергетических, биологических, финансовых и трудовых.

Продовольственная безопасность Республики Беларусь во многом определяется показателем устойчивости развития сельского хозяйства и эффективностью использования земельных ресурсов. Научно обоснованное растениеводство позволяет, с одной стороны, наращивать масштабы сельскохозяйственного производства, а с другой – обеспечивать экологическое равновесие окружающей среды, ее сохранение и воспроизводство.

Урожайность сельскохозяйственных культур определяется уровнем таких факторов как структура почвы, содержание гумуса, азота, фосфора, калия и микроэлементов, наличие дождевых червей, оптимальный водный режим, состояние эродированности почвы, фотосинтетически активная радиация, устойчивость различных культур к болезням и вредителям. На рисунке 1.1 представлены факторы формирования оптимальных условий жизнедеятельности растений.

Продуктивность почвы зависит от пропорциональных соотношений между всеми факторами. При этом максимальная урожайность той или иной культуры ограничивается фактором, находящимся в недостатке. На рисунке 1.1 это фактор 7 – растительные остатки.

В основе формирования любой технологии лежит понимание системы взаимосвязей между элементами технологии растениеводства и факторами внешней среды.

Интенсивная обработка почвы с использованием лемешного плуга приводит к разрушению структуры, потере почвенного углерода, который при соприкосновении с кислородом воздуха преобразуется в углекислый газ и улетучивается, и ряду других негативных последствий. Удаление соломы или ее сжигание, заделка растительных остатков глубоко в почву, гибель агрономически полезной макро- и мезофауны почвы, микроорганизмов также оказывают отрицательное воздействие на качество почвы, воды, воздуха, на климат и ландшафты.

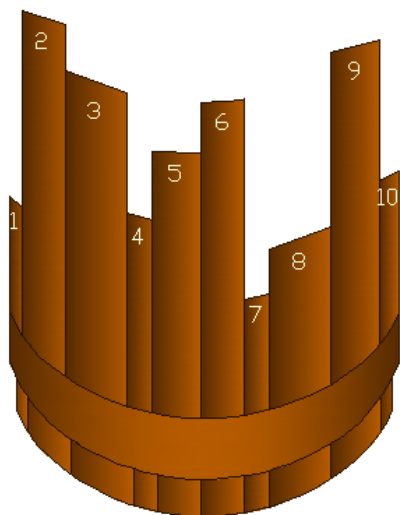


Рисунок 1.1 – Факторы формирования оптимальных условий жизнедеятельности растений:

1 – структура почвы; 2 – гумус; 3 – содержание азота, фосфора, калия и микроэлементов в почве; 4 – микроорганизмы; 5 – дождевые черви; 6 – почвенный углерод; 7 – растительные остатки; 8 – эрозия почвы; 9 – устойчивость к болезням и вредителям; 10 – фитосинтетически активная радиация

Существенным недостатком обработки почвы плугом является повышенная опасность эрозии. В Беларуси по различным оценкам около 40 % обрабатываемых земель подвержено ветровой эрозии и 55 % – водной. Выбытие почв из оборота по причине эрозии представляет собой большую экологическую проблему. По оценкам специалистов во всем мире безвозвратно потеряно 6 млн га сельскохозяйственных угодий вследствие водной и ветровой эрозии.

Вспашка снижает инфильтрацию дождевых осадков и другой доступной влаги. Это происходит потому, что поверхность почвы остается без растительных остатков. Дождь и талые воды размывают кусочки почвы, вымывают илистые частицы, которые закупоривают естественные поры. При закупорке и нарушении сети взаимосвязанных почвенных пор образуется плотная плужная подошва, которая ограничивает развитие корневой системы растений и накопление вегетативной массы, что отрицательно сказывается на урожайности.

Кроме того, в традиционном растениеводстве применяется значительное количество техники. Многочисленные проходы сельско-

хозяйственных машин по полю оказывают повышенную нагрузку на почву, что приводит к ее переуплотнению. Необходимо учитывать также, что за последние 20–30 лет в 2,5–3,5 раза возросла масса тракторов и комбайнов, средств для внесения удобрений и другой техники. Все это приводит к тому, что по следам современной техники и в соседних с ними зонах существенно возрос недобор урожая как в год уплотнения почвы (снижение эффективного плодородия), так и в последствии (снижение потенциального плодородия почвы), повысилась сопротивляемость ее обработке и увеличилась глыбистость.

По данным В.А. Русанова, в России с учетом изменения потенциального плодородия почвы в связи с переуплотнением ее современной техникой годовой недобор урожая зерновых составляет до 20–30 млн тонн, а перерасход топлива – 2,5–3 млн тонн.

Аналогичные результаты получены и в других странах. Так, W.R. Gill утверждает, что переуплотнение почвы перемещающимися по полям машинами является национальной проблемой США, экономическая оценка которой еще не получена, а рост массы машин и увеличение применения их в поле усугубляют серьезность и остроту этой проблемы. По расчетам специалистов только в одной Калифорнии 0,8 млн га уплотнены до такой степени, что стало заметным падение урожайности на 8–13 %. Предположительный ущерб, наносимый сельскому хозяйству США, примерно равен 1,2 млрд долларов.

В настоящее время наряду с необходимостью защиты почвы от всех видов эрозии обостряется проблема рационального использования ресурсов производства. Особую важность эта проблема приобретает в условиях вступления в ВТО, поэтому все более актуальной становится внедрение энергосберегающего растениеводства.

Научные основы энергосберегающего растениеводства заложены в трудах известных ученых и практиков: Т.С. Мальцева, А.И. Бараева, Е. Рассела, Х.П. Алена, М.М. Севернева, И.С. Нагорского, С.И. Назарова и многих других.

В настоящее время в мире около 400 млн га обрабатывается по системе энергосберегающего растениеводства, и этот объем площадей неуклонно растет.

Энергосберегающие технологии успешно применяются в различных агроклиматических условиях: от холодных регионов до горячих тропиков, засушливых зонах и зонах избыточного увлажнения. По данным ФАО ООН, по технологии нулевой обработки возделывается около 100 млн гектаров, среди которых 84 % площадей

находится на американском континенте. Лидерами по применению технологий энергосберегающего растениеводства являются США, Аргентина, Бразилия, Австралия, Канада. Только по нулевой обработке как наиболее эффективной и экономичной форме данной системы в этих странах обрабатывается соответственно 28,4 млн, 18 млн, 17,3 млн, 12 млн, 7,1 млн гектаров. Параллельно с широким освоением энергосберегающего растениеводства происходит развитие промышленного сектора, специализирующегося на производстве почвообрабатывающего и посевного оборудования, уборочной техники для энергосберегающих технологий, и резкое падение производства плугов, которые не находят спроса на рынке.

В странах Евросоюза развитие энергосберегающего растениеводства (таблица 1.1) несколько ограничено. Главным лимитирующим фактором выступают субсидии, которые получают сельхозпроизводители. Пользуясь государственной поддержкой, фермеры Евросоюза могут без потерь осуществлять производство сельскохозяйственных культур, используя различные агротехнологии, в том числе и традиционные.

Несмотря на сдерживающие факторы, необходимость отказа от плуга в Европе назрела давно. Сильная деградация почвы по причине эрозии и уплотнения уже охватила 157 млн гектаров (16 % от площади всей Европы) и ежегодно теряется 17 тонн почвы с гектара. В Южной Европе эта проблема еще серьезнее: на 70 % сельскохозяйственных угодий скорость распространения эрозии в результате интенсивной обработки составляет 40–60 т/га/год (74 % земель сельскохозяйственного назначения содержат менее 2 % органического вещества) Это приводит к выбытию сельскохозяйственных земель из оборота. Проблема эрозии почв имеет громадные экономические последствия еще и потому, что на борьбу с ней затрачивается 85,5 евро/га ежегодно. Интенсивное земледелие привело также к деградации водных ресурсов. Частицы почвы, вымываемые вместе с пестицидами при водной эрозии, основные загрязнители поверхностных вод. Сжигание стерни (а на наших полях еще и соломы) и запахивание ее в почву провоцируют эмиссию углекислого газа в атмосферу и снижают удержание углерода в почве и содержание органического вещества (на 50 % в первые 20–30 лет интенсивной обработки). Что касается почвенных организмов, традиционная обработка вызывает их катастрофическое снижение, оставляя почвы безжизненными. Вся эта практика обеспечивает крайне неустойчивое производство.

Таблица 1.1 – Распространение энергосберегающих технологий в Европе

Страна	Доля сельхозугодий, обрабатываемых по минимальной технологии, %	Доля сельхозугодий, обрабатываемых по нулевой технологии, %
Швейцария	29,1	2,2
Великобритания	24,5	0,4
Германия	20,1	3,0
Португалия	19,6	1,3
Бельгия	17,2	0
Испания	15,0	2,6
Франция	15,0	0,5
Венгрия	10,9	0,2
Дания	10,1	0
Словакия	9,7	0,7
Италия	7,0	1,0

Поэтому осознание необходимости перехода на энергосберегающее растениеводство пришло не со стороны фермеров, как в случае Северной и Латинской Америки, а со стороны политиков. Начиная с 2001 года в Испании, Португалии, Германии, Франции фермерам, практикующим энергосберегающие технологии, оказывается государственная поддержка в виде субсидий, которые составляют до 150 евро/га ежегодно.

Стратегия развития сельского хозяйства Евросоюза направлена на глобализацию и уменьшение дотаций и расширение требований по защите окружающей среды, что в свою очередь необходимо для того, чтобы фермеры стали более конкурентоспособными на рынке за счет снижения затрат на производство и использовали технику, которая защищает окружающую среду и в первую очередь почву. Реализация данной стратегии предусматривает переход от традиционного земледелия к энергосберегающему. При осуществлении такого перехода на пригодных для энергосберегающих технологий землях (81,55 млн гектаров) Евросоюз экономит 7 млрд евро только на ГСМ и трудовых ресурсах.

Энергосберегающее растениеводство можно определить как долгосрочную стратегию менеджмента каждого хозяйства, основанную на применении инновационных технологий и адаптивно-ландшафтного, точного земледелия. Энергосберегающее растениеводство предлагает возможность повышения эффективности произ-

водства при одновременном снижении затрат и минимизации ущерба, наносимого окружающей среде. Технологии энергосберегающего растениеводства – это технологии, основанные на минимальной и нулевой обработке почвы в их системном понимании, дополняемые включением в процесс сельскохозяйственного производства передовых информационных технологий.

Получение оптимальных стабильных урожаев независимо от погодных условий, повышение рентабельности производства и увеличение конкурентоспособности отрасли – это главная цель системы.

Задачи энергосберегающего растениеводства:

- улучшение почвенных условий жизни растений путем лучшего накопления и рационального расходования влаги, элементов питания за счет мульчирования поверхности почвы растительными остатками, повышения биологической активности почвы;
- сокращение затрат топливно-энергетических ресурсов и труда на основе использования современной техники и технологий возделывания, основанных на минимальной и нулевой обработке почвы;
- снижение затрат на средства химизации путем подбора севооборотов, а также наиболее продуктивных, экономически выгодных культур и сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам;
- устранение процессов эрозии и деградации почвы, обеспечение условий для расширенного воспроизводства почвенного плодородия, улучшение экологической ситуации на территории землепользования и снижение риска глобального потепления климата;
- совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур и повышение рентабельности на основе использования геоинформационных систем и глобальной системы позиционирования.

В основе энергосберегающих технологий лежат следующие принципы:

- отсутствие или минимизация механической обработки почвы;
- сохранение растительных остатков на поверхности почвы;
- использование севооборотов, включающих рентабельные культуры и культуры, улучшающие плодородие почв;
- интегрированный подход в борьбе с вредителями и болезнями;
- использование сортов, отзывчивых к ресурсосберегающим технологиям.

2 МИНИМАЛИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Высокая затратность существующих в республике технологий обработки почвы связана, прежде всего, с тем, что в настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях основная обработка проводится, главным образом, с помощью отвальной вспашки, а предпосевная – за счет многократного использования однооперационных почвообрабатывающих орудий. При таком подходе к обработке почвы для ее проведения необходимо 5–6 проходов агрегатов по полю. Чрезмерное уплотнение и ухудшение ее свойств под воздействием ходовых систем тяжелых тракторов и почвообрабатывающих орудий, особенно когда почва переувлажнена, приводит к снижению урожайности на 12–30 %. В засушливые годы интенсивная обработка почвы, основанная на многократном рыхлении, способствует значительной потере продуктивной влаги, что также существенно снижает урожайность. Кроме того, интенсивная обработка почвы влечет за собой и другие негативные последствия: усиление водной и ветровой эрозии, дегумификацию пахотного слоя и т. д.

При существующем в настоящее время в Беларуси подходе к проведению обработки почвы и степени износа машинно-тракторного парка подготовить в оптимальные сроки в требуемом объеме поля к посеву не представляется возможным, что приводит к недобору урожая. Все вышеизложенное свидетельствует о том, что совершенствование обработки почвы требуется не только по организационно-хозяйственным, т. е. экономическим, но и по природоохранным, т. е. экологическим причинам.

В решении указанной выше проблемы важнейшими направлениями, внедряемыми в настоящее время в Беларуси, пока являются замена на половине пахотных земель в системе основной обработки почвы отвальной вспашки чизелеванием или дискованием, а также применение в системе предпосевной обработки комбинированных агрегатов, совмещающих за один проход несколько технологических операций. В то же время, по мнению зарубежных специалистов, в наибольшей степени требованиям ресурсосбережения и природоохранности отвечает нулевая и минимальная система обработки почвы, предусматривающая отказ от ряда технологических операций и широкое использование прямого посева.

Учитывая актуальность и значимость этих вопросов для отечественного земледелия, очень важно понять, насколько возможно эффективное использование такой обработки почвы в условиях республики и каковы реальные объемы ее внедрения. Для этого пред-

ставляется целесообразным проанализировать и оценить основные факторы, определяющие эффективность нулевой и минимальной обработки почвы, что позволит избежать при ее внедрении в республике непредвиденных ошибок.

Выбор способа обработки почвы должен определяться, прежде всего, тем, насколько успешно с его помощью решаются основные задачи механического воздействия на почву. К ним относятся: создание благоприятных условий для роста и развития культурных растений, сохранение плодородия почвы, влаги, строения пахотного и подпахотного слоев, уничтожения сорняков, вредителей и возбудителей болезней возделываемых культур. Не все приемы обработки почвы способны в равной степени решать эти задачи в различных почвенно-климатических условиях. Поэтому при выборе способа почвообработки следует принимать во внимание не только экономические, но и другие факторы: уровень почвенного плодородия, рельеф, климатические условия региона, биологические особенности возделываемых культур и т. д.

Минимальная обработка почвы включает одну или ряд мелких обработок почвы культиваторами и/или боронами. Солома и стерня находятся в виде мульчи в верхнем слое почвы (мульчирующий слой). По мелко обработанной почве в мульчирующий слой осуществляется мульчированный посев. Мульчирующий слой уменьшает испарение влаги, устраняет опасность водной и ветровой эрозии.

При этом эксплуатационные затраты (прежде всего расходы на топливо) сокращаются, плодородие почвы повышается, ее структура улучшается. Создаются благоприятные условия для развития почвенной фауны.

Нулевая обработка почвы (No-Till) предусматривает прямой посев, который производится по необработанному полю с отказом от всех видов механической обработки почвы. Растительные остатки (стерня и измельченная солома), которые сохраняются на поверхности поля, способствуют задержанию снега, замедлению эрозионных процессов, улучшению структуры почвы, защите озимых культур от низких температур, накоплению питательных веществ. Значительно увеличивается популяция дождевых червей и почвенных микроорганизмов. Существенно снижаются производственные затраты, в том числе на топливо, сохраняется окружающая среда. В частности, сокращение непродуктивных потерь воды может привести к тому, что на супесчаных почвах растениям в год будет доступно на 80–90 мм влаги больше.

Сравнительные характеристики систем обработки почвы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнительные характеристики систем обработки почвы

Виды обработки почвы	Особенности посева	Воздействие на почву	Характерные особенности технологии
Традиционная обработка почвы (с оборотом пласта)	После вспашки с оборотом пласта	Эрозия почвы	Осуществляется по хорошо обработанной и подготовленной к посеву почве; отвальной или безотвальной вспашке и ряду мелких обработок почвы. Технология интенсивная, высокозатратная. Растительные остатки на поверхности почвы отсутствуют. Почва легко подвержена водной и ветровой эрозии
Безотвальная обработка почвы	После вспашки безотвальным способом	Эрозия почвы	Наблюдается повышенное испарение влаги и расхода топлива, ухудшается структура и плодородие почвы. Применяется при отсутствии химических средств защиты растений
Минимальная обработка	Мульчированный посев	Уплотнение почвы	Осуществляется по мелко обработанной почве с созданием мульчирующего слоя из стерни. Мульчирующий слой уменьшает испарение влаги, устраняет опасность водной и ветровой эрозии. Расходы на топливо сокращаются. Плодородие почвы повышается, структура улучшается
Нулевая обработка	Прямой посев	Наблюдается улучшение состояния почвы	Прямой посев производится по необработанному полю с отказом от всех видов механической обработки почвы. Посев производится при сохранении стерни и равномерно разбросанной измельченной соломы. Стерня способствует задержанию снега и накоплению влаги. Подверженность ветровой и водной эрозии отсутствует. Повышается плодородие почвы. Сохраняется влага, экономится топливо. Сохраняется окружающая среда

Внедрение минимальной и нулевой обработок почвы в технологии возделывания полевых культур способствует сокращению технологических операций (таблица 2.2).

Важнейшее значение минимизация обработки почвы имеет для удержания в почве углерода, который является основой для формирования гумуса и создает основу плодородия. Содержания органического вещества является динамическим показателем и реагирует на изменение методов обработки почв. Значение гумуса выражается не только в предоставлении питательных веществ для растений, но и в улучшении физических и физико-химических свойств почвы.

Таблица 2.2 – Сравнение технологических операций, выполняемых в технологиях с отвальной, минимальной и нулевой обработками почвы

Перечень основных операций		
по традиционной технологии	по технологии, основанной на минимальной обработке почвы	по технологии, основанной на нулевой обработке почвы
1. Лущение стерни 2. Внесение минеральных удобрений 3. Вспашка 4. Боронование 5. Культивация 6. Посев 7. Обработка гербицидами 8. Обработка фунгицидами 9. Обработка инсектицидами 10. Уборка	1. Внесение минеральных удобрений 2. Культивация 3. Посев 4. Обработка гербицидами 5. Обработка фунгицидами 6. Обработка инсектицидами 7. Уборка	1. Посев с внесением минеральных удобрений 2. Обработка гербицидами 3. Обработка фунгицидами 4. Обработка инсектицидами 5. Уборка

Основной функцией органического вещества в отношении уменьшения подверженности почвы эрозии является стабилизация почвенных агрегатов на поверхности за счет сокращения образования корки и закупоривания поверхности почвы. Увеличение органического вещества в почве оказывает огромное влияние на почвенный влагообмен, т. к. способствует повышению инфильтрации и способности почвы удерживать воду. Почвы с более высоким содержанием органического

вещества могут удерживать больше влаги после каждого дождя, причем эта влага более доступна для растений.

Достоинством ресурсосберегающих технологий является минимальное воздействие, а при нулевой обработке вообще отсутствие вмешательства в естественные процессы биологической «пульсации гумуса» и взаимосвязи органического вещества и углерода в почве. Секвестрация (удержание) почвенного углерода имеет большое значение для сокращения выбросов в атмосферу парниковых газов, сохранения почвенного плодородия, снижения подверженности почвы ветровой и водной эрозии. Установлено, что почвы с содержанием гумуса 3,5 % и более не нуждаются в интенсивных обработках для регулирования агрофизических процессов. Они способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность 1–1,25 г/см³ под влиянием естественных факторов.

На полях, где проводится мульчированный либо прямой посев, растительные остатки не дают структурным частичкам почвы размываться дождевыми каплями. При этом в почве остается больше естественных пор и каналов, позволяющих воде легче просачиваться. За счет естественных факторов природы плужная подошва разрушается. Это очень важно для проникновения влаги в глубокие слои почвы, для снижения стока воды и испарения с поверхности почвы. А каждые 2,5 см влаги могут обеспечить дополнительный урожай пшеницы в 300 кг.

При применении прямого посева почва обладает более высокой слитностью, что обеспечивает накопление большого объема воды. Кроме того, прямой посев при дефиците влаги способствует увеличению урожайности за счет потребления питательных веществ, находящихся глубоко в почве.

Исследования показали, что применение прямого посева на 40 % сокращает потери азота в результате смыва поверхностными водами и ежегодно увеличивает содержание углерода в почве на 0,771 т на гектар.

Постоянное применение мелкой обработки почвы с созданием мульчирующего слоя из растительных остатков и измельченной до мелкокомковатого состояния почвы создают благоприятные условия для гумусообразования даже при посеве однолетних растений, а сокращение темпов минерализации органического вещества почвы способствует восполнению ее плодородия. Длительное изучение прямого посева показывает, что он не только противодействует потерям гумуса, но и способствует обогащению верхнего слоя почвы органикой (углеродом). Прямой посев положительно влияет на стабильность почвен-

ных агрегатов (образование водопрочных почвенных частиц под действием биогенных факторов), которые в свою очередь в значительной мере препятствуют заплыванию верхнего слоя почвы, являющегося существенной причиной почвенной эрозии.

При использовании прямого посева повышается микробиологическая активность почвы в верхнем слое, где находится большая часть корневых систем (ризосфера). Технология нулевой обработки почвы приводит к значительному увеличению количества и многообразия почвенных организмов, особенно клещей, питающихся микроскопическими грибами. Клещи используют часть азота, а оставшаяся часть азота используется растениями и другими организмами.

Повышенная микробиологическая активность почвы способствует быстрому превращению растительных остатков в питательные вещества, а также обеспечивает ускоренное разложение загрязняющих химических соединений.

Ограниченное механическое вмешательство в почву и повышенное количество растительных остатков способствуют увеличению популяции дождевых червей, обеспечивающих повторную утилизацию сельскохозяйственными культурами питательных веществ, получаемых из растительных остатков, и создают в почве большие поры, которые облегчают инфильтрацию воды. Дождевые черви также улучшают структуру почвы и содействуют более глубокому проникновению корней растений.

Данные мониторинга, полученные российскими учеными, свидетельствуют о значительном снижении темпов минерализации гумуса на полях, где использовались сберегающие технологии возделывания озимой пшеницы. Там, где с 1998 г. началось внедрение почвозащитных технологий с оставлением соломы в качестве удобрения, падения гумуса не отмечено. Например, в ряде хозяйств Самарской области за 21 год интенсивной обработки пашни при активной минерализации гумуса под парами и пропашными культурами без внесения органических удобрений (навоз, солома) произошло значительное снижение содержания гумуса (на 14,5–32,8 % от исходного состояния). В то же время на полях, где с 1998 года началось внедрение ресурсосберегающих технологий, падения гумуса не отмечено. Положительные изменения содержания органического вещества занимают 5–10 лет, для того чтобы стать заметными.

При постоянном использовании технологий минимальной и нулевой обработки происходит увеличение содержания наиболее подвижной (лабильной) части гумуса в верхних слоях почвы, где кон-

центрируется наибольшее количество органики в виде соломы и пожнивно-корневых остатков. В ряде сельскохозяйственных предприятий установлена величина лабильного гумуса на 18–28 % выше, чем при традиционной технологии.

Применение минимальной технологии возделывания зерновых культур в сочетании с использованием азотных удобрений положительно влияет на азотный режим почвы. Повышается масса легкоразлагающейся органики с высоким содержанием азота (рисунок 2.1).

Данные мониторинга свидетельствуют в пользу накопления подвижного фосфора и обменного калия в поверхностном слое почвы при минимальной и нулевой обработке. Применение безотвальной технологии активизирует процессы обогащения верхнего слоя почвы подвижными питательными веществами, накопления легко разлагающихся органических веществ из растительных остатков (стерни, пожнивных и корневых остатков, а также соломы). Отмечено, что при минимальной и нулевой обработке в слое 0–10 см по сравнению со слоем 10–20 см накопилось соответственно на 6 и 27 мг/кг больше подвижного фосфора, а при ежегодном проведении вспашки содержание подвижного фосфора осталось одинаковым по всей глубине пахотного слоя. Обменного калия в слое 0–10 см накопилось соответственно на 36 и 46 мг/кг больше, чем в слое 10–20 см, а при ежегодном проведении вспашки содержание обменного калия осталось одинаковым по всей глубине пахотного слоя (рисунок 2.2).

Установлено также, что применение энергосберегающих технологий создает оптимальное структурно-агрегатное состояние почвы: по сравнению постоянной вспашкой увеличивается количество глыбистых фракций (диаметром более 10 мм) и в 2–2,5 раза уменьшается количество пылеватых, эрозионно-опасных частиц (диаметром менее 0,25 мм).

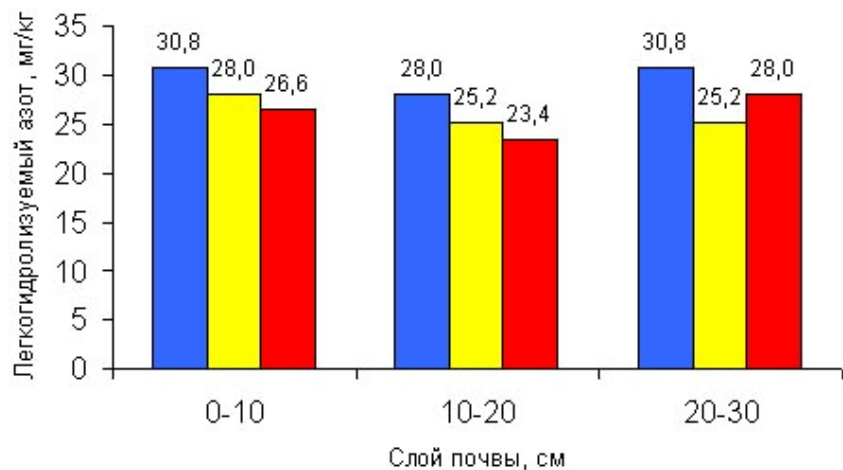


Рисунок 2.1 – Содержание легкогидролизуемого азота при различных технологиях обработки почвы

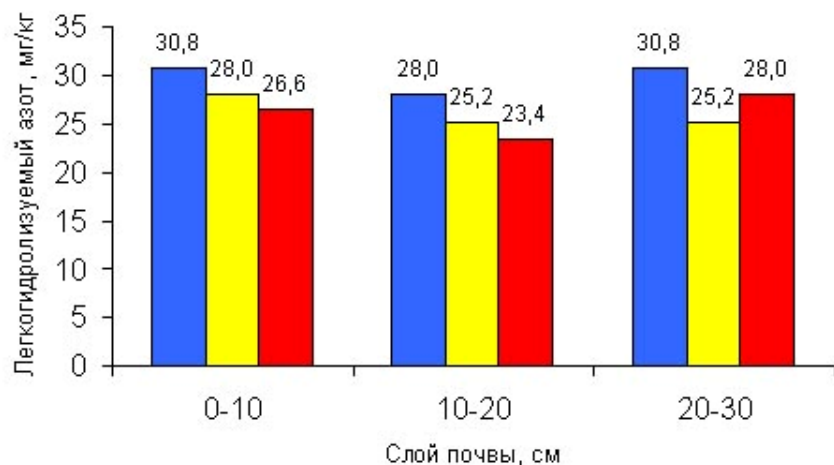


Рисунок 2.2 – Содержание обменного калия при различных технологиях обработки почвы

Природные процессы разуплотнения почвы под воздействием общих физико-механических, физико-химических факторов структурообразования, а также самих корневых систем культур позволяют сохранять благоприятную структуру для зерновых культур без осенней обработки почвы. В то же время при постоянной пахоте увеличивается количество микроструктурных частиц, способствующих уменьшению водопроницаемости почвы, снижению эффективности использования осенне-зимних осадков и повышению эрозионной опасности в виде стока и выветривания почвы.

Внедрение системы минимальной обработки почвы на плодородных, богатых гумусом почвах не приводит к чрезмерному уплотнению и повышению твердости почвы в нижнем горизонте (рисунок 2.3).

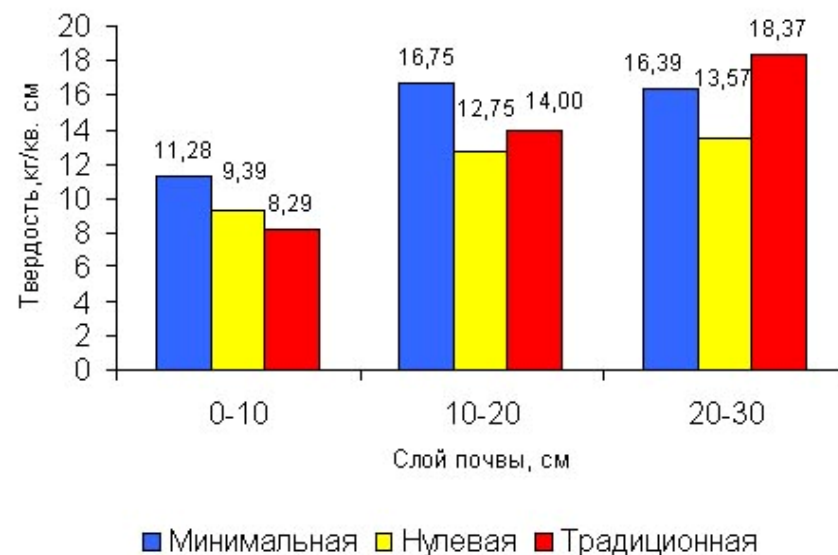


Рисунок 2.3 – Твердость пахотного слоя почвы при разных технологиях обработки

Теоретические и практические основы применения технологий энергосберегающего растениеводства в настоящее время активно разрабатываются. Большие потенциальные возможности ресурсосберегающих технологий заключаются в улучшении почвенных условий для развития сельскохозяйственных культур и снижении риска развития эрозии, а также в экономии рабочей силы, топлива и

обеспечении высокой оперативности полевых работ в условиях ограниченного времени.

Применение энергосберегающего растениеводства целесообразно вести в комплексе с технологиями точного (прецизионного) земледелия.

Точное земледелие – это стратегия управления, которая использует информационные технологии, извлекая данные из множественных источников для принятия правильных решений по управлению сельскохозяйственным предприятием.

В точном земледелии используются компьютеризированная техника, геоинформационные системы и навигационные приборы, которые позволяют точно управлять развитием растений через спутники и локальные сенсоры.

Технологии точного земледелия позволяют снизить затраты и минимизировать воздействие на окружающую среду. Они базируются на картографических программах, позволяющих обрабатывать пространственные данные и осуществлять картографию границ полей, картирование урожайности, с помощью навигационных приемников глобальной системы позиционирования производить определение плодородия почв и дифференцированное внесение удобрений, а также наблюдение за посевами в процессе развития.

Технологии точного земледелия включают следующие мероприятия:

- ✓ картирование и построение электронных карт полей с помощью ГИС (геоинформационных систем), системы глобального позиционирования и GPS-оборудования;
- ✓ выделение производственных участков с достаточно однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности и почвенного плодородия с использованием навигационной системы глобального позиционирования;
- ✓ точный посев и культивацию;
- ✓ идентификацию состояния посевов, определение урожайности в процессе уборки с использованием счетчиков урожайности;
- ✓ дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений в соответствии с микроструктурой почвенного покрова и состоянием посевов с использованием GPS-приборов;
- ✓ регулирование продукционного процесса растений по микропериодам органогенеза с использованием самонастраивающихся автоматизированных средств на основе электронных систем управления.

Технологии точного земледелия рассматривают каждое сельскохозяйственное поле как неоднородное по рельефу, почвенному по-

крову, агрохимическому содержанию и подразумевают дифференцированное применение на каждом участке поля различных доз удобрений и средств защиты растений. Схема системы энергосберегающего растениеводства представлена на рисунке 2.4.

Применение системы сберегающего земледелия позволяет осуществлять анализ и грамотный менеджмент деятельности предприятия, что дает возможность экономить материальные, трудовые, финансовые ресурсы и повышает рентабельность.

В целом внедрение системы энергосберегающего растениеводства дает очевидные преимущества: повышает эффективность работы всего предприятия, его конкурентоспособность, делает аграрное производство более эффективным и экологичным, что чрезвычайно актуально в настоящее время.

3 СПОСОБЫ ПЕРЕХОДА К ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕМУ РАСТЕНИЕВОДСТВУ

Переход на энергосберегающие технологии необходимо осуществлять последовательно и планомерно в переходный период (3–4 года), в течение которого постепенно проявляются преимущества энергосберегающего растениеводства, происходят положительные изменения биологических, агрохимических, агрофизических и других свойств почвы, начинает повышаться продуктивность культур.

Установлено, что минимальная обработка и прямой посев в сочетании с рациональным применением систем удобрений и пестицидов, использованием правильных севооборотов могут применяться в различных агроклиматических зонах. Практически все виды почв различного механического состава пригодны для освоения минимальных и нулевых систем обработки. *Даже на малогумусных и плохо дренированных глинистых почвах при внедрении сберегающих технологий в течение 3–4 лет после отказа от плуга происходит постепенное улучшение физических и биологических свойств почвы.*

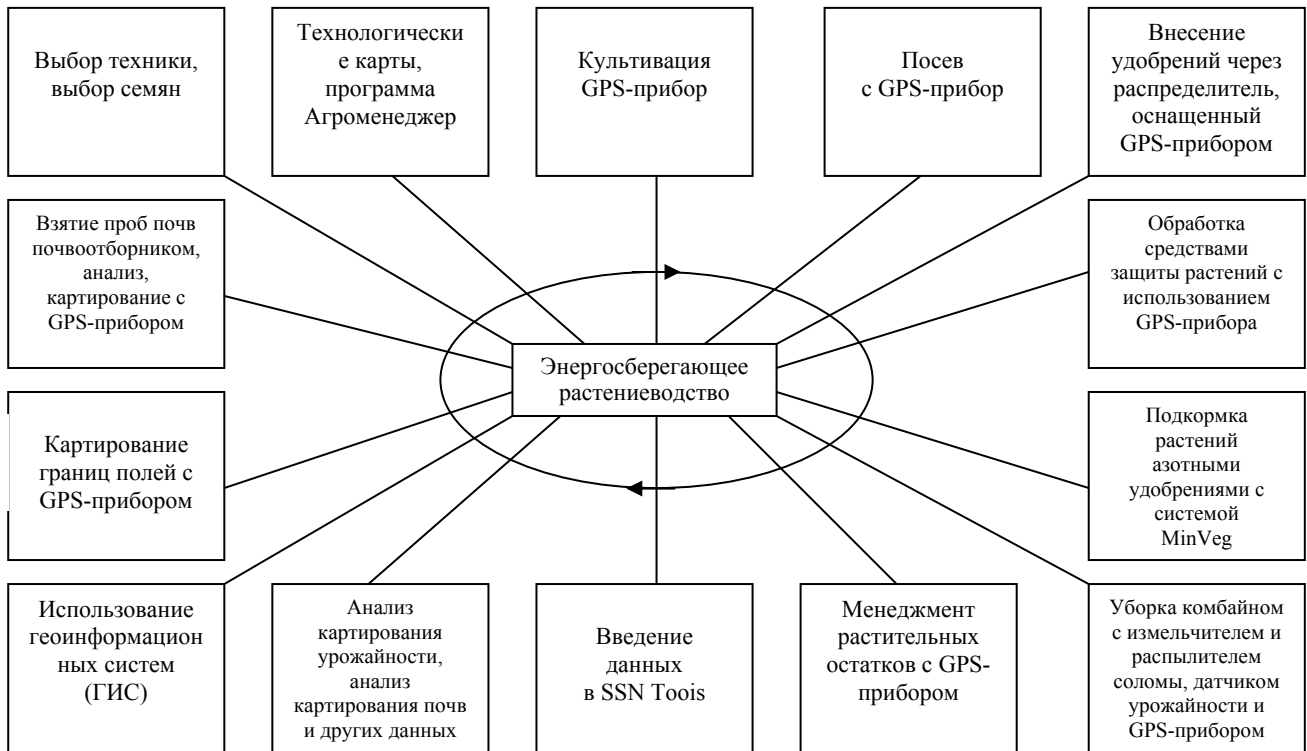


Рисунок 2.4 – Модель современного менеджмента и технического оснащения сельскохозяйственного предприятия

При снижении уплотняющего воздействия ходовых систем сельскохозяйственной техники на почву, создании и сохранении достаточно большой и стабильной системы пор за счет соответствующих обработок и севооборотов все почвы сельскохозяйственного назначения могут с успехом обрабатываться без плуга.

В засушливых условиях минимальная обработка и прямой посев за счет более высокого содержания почвенной влаги, а также лучшей защиты от эрозии являются наиболее пригодными.

В прохладных и влагообеспеченных районах с плохо дренированными почвами или в регионах с высоким уровнем грунтовых вод, ограничивающим урожай фактором выступает недостаток кислорода в почве. Кроме того, медленное прогревание почвы весной в этих регионах приводит к замедленной полевой всхожести и более медленному развитию растений. В подобных условиях для успешной реализации минимальной обработки и прямого посева необходимы стабильная структура и достаточная аэрация почвы (за счет пронизывающей сверху вниз системы крупных пор), которые предотвращают застойное переувлажнение. Такие свойства почва приобретает благодаря деятельности дождевых червей, увеличение популяции которых происходит при внедрении энергосберегающих технологий.

Перед переходом на энергосберегающие технологии необходимо провести ряд организационных и агротехнических мероприятий.

При проектировании энергосберегающей системы растениеводства для конкретных сельскохозяйственных предприятий необходимо осуществить объективную оценку территорий на основе картографических материалов, отражающих ландшафтную дифференциацию производственных условий.

Оценка агроландшафтов может производиться с помощью современных дистанционных методов, важной особенностью которых является получение непрерывной информации об изучаемой территории и отдельных ее частях или объектах на основе геоинформационных систем (ГИС).

ГИС-технологии используются для построения тематических карт, что позволяет эффективно контролировать ход механизированных работ. Внедрение геоинформационных систем как одного из основных средств сбора, обработки, передачи, отображения и документирования пространственно распределенной информации о состоянии исследуемого сельскохозяйственного объекта позволяет повысить эффективность менеджмента сельскохозяйственных предприятий. Синтезируя в едином фотообразе все природные компоненты и природные территориальные

комплексы (геосистемы) разной степени морфологической сложности космические снимки дают наиболее объективный материал для ландшафтных исследований.

Снимки со спутников позволяют изучить не одно какое-либо географическое явление, а все стороны природного или культурного ландшафта. Внедрение космических методов съемки позволяет получать принципиально новые сведения о структурном плане и динамике развития овражно-балочной сети, выявлять земли потенциально подверженных водной эрозии и, что особенно важно, отслеживать закономерности проявления эрозионных процессов.

В последнее время в России для получения качественных космических снимков с высокой степенью разрешения в народнохозяйственных целях введен в эксплуатацию искусственный спутник земли (ИСЗ) «Ресурс-Ф», обеспечивающий синхронное многозональное и разномасштабное фотографирование земной поверхности. Черно-белая съемка в трех зонах видимой и ближней инфракрасной (ИК) областей спектра, а также спектральная съемка осуществляются в масштабах 1:1000000 и 1:200000 с пространственным разрешением снимков соответственно 30 и 10 м. К этой же категории ресурсных спутников относятся французский спутник типа «SPOT» и индийский спутник «IRS». Разрешающая способность спутникового снимка 20 метров, площадь охватываемой территории 140 кв. км. Спутниковый снимок мультиспектральный, то есть позволяет видеть растения в естественных тонах и инфракрасном изображении с длиной волны примерно 600–700 нм.

Использование новейших методов исследования агроландшафтов, к которым относятся спутниковые снимки, несомненно позволит расширить агроэкологическую оценку земельных ресурсов для совершенствования производства сельскохозяйственной продукции на основе ресурсо- и влагосберегающих технологий.

Для управления различными пространственными данными и изображениями необходимо программное обеспечение. Возможно использование таких программных комплексов, как «FieldManager», «AgroView» и «SSTools». Программа FieldManager поставляется в комплекте с полевым компьютером AgGPS 170. Основные функциональные особенности программы «FieldManager» заключаются в осуществлении основной навигации, усилении навигации, позиционирование карт урожайности, картографирование внесения удобрений, осмотр состояния культур, отбор образцов почвы, отображение карт. Данная программа комплектуется с полевым компьютером AgGPS 170 и дает возможность анализировать снимок в трехмерном изображении,

а значит, планировать и осуществлять механизированные работы с учетом всех объективных особенностей ландшафта территорий.

Спутниковая навигационная система GPS (Global Positioning System), или Глобальная система позиционирования, включает 24 спутника и сеть наземных станций слежения и управления. Система GPS работает при любых погодных условиях по всему миру 24 часа в сутки. С ее помощью можно с высокой степенью точности определять координаты и скорость подвижных объектов. За пользование услугами системы GPS не взимается ни абонентская плата, ни плата за подключение. Все, что нужно для пользования системой GPS – это приобрести GPS-приемник.

Спутники GPS вращаются вокруг Земли по круговым орбитам с частотой 2 оборота в сутки, передавая навигационные радиосигналы. GPS-приемники принимают эти сигналы и вычисляют местоположение методом триангуляции. Приемник сравнивает время излучения сигнала со временем приема этого сигнала. Разность между этими величинами позволяет вычислить расстояние до спутника. Зная расстояние до нескольких спутников, GPS-приемник может определить свое местоположение и отобразить его на электронной карте.

Принимая информацию, по крайней мере, от трех спутников, GPS-приемник может определить двухмерные координаты пользователя (широту и долготу). «Захватив» четыре и более спутника, прибор может определить трехмерные координаты (широту, долготу и высоту). Определив местоположение пользователя, приемник может вычислить такие величины, как скорость, путевой угол, траекторию, пройденное расстояние, расстояние до конечного пункта и многое другое.

Полевой компьютер AgGPS 170 с программным обеспечением «FieldManager» имеет помимо функции навигации и картографирования, возможность изменения дозировок внесения расходных материалов и отбора образцов почвы. Он оснащен компактной карточкой памяти и адаптером PCMCIA, CD с программой ArcExplorer, имеет автоматическую активацию функции многопроходной редукции Everest, а также функции быстрого обновления данных при использовании приемника AgGPS.

Наряду с использованием ГИС-технологий многие операции, в частности картирование полей, необходимо делать с применением системы глобального позиционирования (GPS). Система GPS позволяет работать круглосуточно, оборудование, используемое в рамках системы, имеет весьма широкие возможности и может использоваться не только при

картировании, но при культивации, посеве и уборке урожая, внесении удобрений и обработки посевов средствами защиты растений.

Картирование полей позволяет уточнить площади и структуру сельскохозяйственных угодий; при этом созданные карты полей используются при дальнейших работах непосредственно на поле и при проведении анализа.

GPS-прибор для осуществления картографирования устанавливается на автомобиль повышенной проходимости, который осуществляет объезд по периметру полей. Приемники вычисляют положение объекта, осуществляющего картирование, с периодом менее одной секунды и обеспечивают точность при работе в дифференциальном режиме измерений от нескольких дециметров до 5 метров. GPS-приемники имеют функции вычисления скорости и направления движения, что дает возможность решать навигационные задачи. Из приемника вся информация перенаправляется в накопитель данных, а по окончании работ обрабатывается на автономном персональном компьютере. Итогом картирования является электронная карта, показывающая реальные площади полей в хозяйстве.

Картирование полей при помощи программы AgGPS EZ - Map позволяет получить наиболее точные данные о границах полей и их площади (точность измерения 10–30 см). Создание электронных карт полей происходит при помощи GPS-приемника и подключенного к нему полевого компьютера с программой, позволяющей создавать карты сельскохозяйственных угодий. Производительность работы оборудования составляет около 3000 га за смену.

При проведении исследований с помощью навигационного приемника глобальной системы позиционирования и соответствующего программного обеспечения создаются планы полей, почвенные и агрохимические карты, базы данных о сорняках, заболеваниях растений, вредителей, планов урожайности различных участков полей. Производится оценка непродуктивных участков поля, наличие камней, оврагов, лесных посадок, линий электропередач, водоразделов и других сложившихся особенностей территорий.

Существует несколько вариантов оборудования для работы в системе GPS, стоимость их варьирует от 4600 до 11000 долларов США, при этом инвестиции в прибор окупаются за один–два года в зависимости от стоимости используемого прибора.

После оценки агроландшафтов и картирования полей следует собрать и оценить информацию для создания топографических планов полей, почвенных и агрохимических карт, это позволит дифференцированно подходить к внесению удобрений в соответствии с состоянием почв и ее плодородием.

Топографические карты полей строятся при помощи навигационного приемника глобальной системы позиционирования (GPS) и соответствующего программного обеспечения. Поле разбивают на клетки (ячейки), определяются места взятия почвенных образцов. При помощи пробоотборника производится отбор почв и их анализ. Полученные результаты агрохимического состава почв используются для составления карт плодородия почв. Использование пробоотборника совместно с навигационной системой GPS позволяет получить детальную карту распределения питательных веществ.

Анализ данных, полученных в результате полевых проб, производится с помощью современных информационных сельскохозяйственных систем управления, например программы «SSTools». Программа «SSTools» позволяет составлять и импортировать карты полей сельскохозяйственных культур. Это современная компьютерная технология составления карт сельскохозяйственных угодий и их анализа, при работе с которой используются снимки высокого разрешения. Данная программа позволяет руководителям и специалистам предприятий получить необходимую информацию для принятия обоснованных управленческих решений.

Функционально программа «SSTools» позволяет решить следующие задачи:

- ✓ составление и ведение цифровых карт полей сельскохозяйственного назначения;
- ✓ создание базы данных по истории полей для определения оптимального севооборота;
- ✓ определение состояния плодородия почвы и всхожести культур, более рациональное использование минеральных удобрений и средств защиты растений;
- ✓ усовершенствование прогнозирования развития культур;
- ✓ определение площади водной эрозии;
- ✓ предоставление сведений, хранящихся в базе данных в табличном виде, составление карт и вывод их на печать;
- ✓ оценка рисков и уточнение страховых платежей.

Программа «SSTools» на основе данных спутниковых снимков в комплексе с агрохимическим анализом почвы и другими методами позволяет получить достоверные данные о состоянии почв на всех полях хозяйства, составлять и вести цифровые карты полей, уточнять площадь полей, спрогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур, определять почвы, потенциально подверженные эрозии, уточнять объемы внесения минеральных удобрений и средств защиты растений.

По результатам агрохимического анализа проблемных участков полей минеральные удобрения вносятся до оптимального уровня, при необходимости проводится известкование и гипсование почвы.

После подготовительного периода следует последовательно и планомерно в течение пятилетнего периода осуществлять переход на энергосберегающие технологии. При освоении энергосберегающих технологий с применением GPS-оборудования необходимо предварительно осуществить выравнивание поверхности поля и разрушение плужной подошвы глубокорыхлителями, чизельными плугами или с помощью специально подобранного севооборота, включающих, например, такие культуры, как рапс.

Особое значение в системе энергосберегающего растениеводства имеет севооборот, т. к. многие проблемы – засоренность, распространение вредителей и болезней – можно решить путем чередования сельскохозяйственных культур. Важно включать в севооборот культуры, повышающие почвенное плодородие. Использование в севообороте бобовых культур позволит сэкономить значительное количество азотных удобрений, а культур с глубоко проникающими в землю корнями – снять проблему плужной подошвы, сформировавшейся при традиционной технологии, и улучшить структуру почвы без механических обработок.

Важная роль отводится выбору сортов сельскохозяйственных культур и семенному материалу. При работе по энергосберегающим технологиям сорта должны быть адаптированными к местным климатическим условиям, устойчивыми к болезням, а семена обязательно качественными, в противном случае теряется смысл применения энергосберегающих технологий.

После составления севооборота весьма важно определить состав техники и определить производственные затраты на возделывание культур посредством расчета технологических карт. Для оперативного планирования и учета затрат на сельскохозяйственном предприятии можно использовать автоматизированную систему управления «Агроменеджер» («Евротехника GPS»), которая позволяет:

- формировать и планировать производственные затраты;
- рассчитывать основные финансовые показатели;
- определять влияние различных агрономических мероприятий на себестоимость продукции, урожайность и качество урожая;
- осуществлять сбор достоверной статистической информации.

На основе разработанных и утвержденных технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур определяется необхо-

димая техника и ее количество для проведения полевых работ в оптимальные агротехнические сроки.

В переходный период важное значение имеет работа с кадрами: специалистами, механизаторами, обслуживающим персоналом, то есть обучение основам новых технологий, работе на новой технике, организации труда и дисциплины. Очень важно донести до трудового коллектива правильное понимание того, что такое энергосберегающие технологии. Это не упрощение традиционных технологий, это технологии, требующие высокой дисциплины и творческого подхода. Пренебрежение одной технологической операцией или некачественное ее выполнение может значительно снизить эффективность работы всего коллектива или даже погубить все результаты.

Аграрии во многих странах уже несколько десятилетий пользуются преимуществами новых информационных технологий в сельскохозяйственном производстве, которые позволяют усовершенствовать процесс принятия решений и повысить экономическую эффективность сельскохозяйственных операций. Степень и скорость изменений разработки информационных технологий открыли путь значительному изменению менеджмента растениеводства и принятия сельскохозяйственных решений.

Навигационные системы являются примерами успешного внедрения новых технологий в хозяйствах. При посеве, уходе за посевами и уборке, на каждом этапе технологической цепочки, возможно применение точного земледелия.

Большие перспективы для организации и проведения посевной компании в сжатые сроки имеет система глобального позиционирования и GPS-оборудование. Использование приборов параллельного вождения позволяет производить посев круглые сутки, что дает возможность значительно сократить агротехнические сроки выполнения посева.

Использование GPS-оборудования особенно важно в процессе ухода за растениями, т. к. позволяет дифференцированно подходить к внесению удобрений, исключает возможность зон перекрытий или пропусков при опрыскивании посевов. Это увеличивает потенциальную урожайность, дает возможность экономить топливо, рационально использовать средства защиты растений, минеральные удобрения и другие расходные материалы; обеспечивает большую производительность сельскохозяйственных работ за счет снижения времени выполнения работ; снижает утомление тракториста при работе.

Для внесения азотных удобрений используется система MiniVeg. Свет от лазера поглощается листьями и вызывает флуоресценцию

(переизлучение света) хлорофилла. Анализ этого специфического для каждого вида растений излучения позволяет судить о снабжении растений азотом и соответственно о стрессовой ситуации. Благодаря новым принципам измерения и особенностям конструкции внешние помехи, такие как солнечные лучи или облачность, не оказывают влияние на работу прибора.

Мониторинг за состоянием посевов осуществляется с помощью датчика растительности. Он измеряет интенсивность флуоресцентного света от листьев в красном и ближнем инфракрасном диапазоне. В результате анализа света получают информацию о концентрации хлорофилла, а по частоте сигнала можно определить относительную плотность растений. В зависимости от частоты импульсов сигнал может содержать информацию о состоянии растений.

При посеве, внесении удобрений, опрыскивании посевов может использоваться система автоматического управления AgGPS EZ-Steer или система полностью автоматического вождения AgGPS Autopilote DGPS (или RTK). Применение GPS-оборудования при всех операциях по посеву и уходу за посевами способно увеличивать производительность агрегата, в силу того что операции могут осуществляться круглые сутки, также повышается качество работ благодаря снижению утомления механизатора в процессе работы.

В процессе уборки урожая важно осуществлять мониторинг урожайности при помощи специального оборудования, имеющего датчик урожайности.

Оборудование, осуществляющее мониторинг урожайности, состоит из контроллера PFadvantage, датчика урожайности, датчика влажности и креплений. Контроллер PFadvantage предназначен для сбора обработки и отображения информации от различных датчиков и управления сельскохозяйственным агрегатом. Данные от датчиков отображаются на дисплее и одновременно записываются на съемную карту памяти для последующего переноса информации на офисный компьютер. Датчик урожайности определяет количество материала, проходящего через транспортер комбайна. Датчик влажности определяет влажность материала.

Создание карт урожайности культур, дает возможность определения зон с низкой урожайностью, а затем принятия решения по оптимальному способу обработки этих зон.

Системный и планомерный переход от традиционных технологий к энергосберегающим поможет избежать неудач и обеспечит эффективное инновационное развитие сельскохозяйственного предприятия.

4 АГРОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

4.1 Почвы Республики Беларусь и пути повышения их производительной способности

Изучение почвенного покрова показывает, что пашню составляют, в основном, дерново-подзолистые автоморфные и полугидроморфные почвы, на долю которых приходится 88,2 % ее площади (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Распределение почв пашни по типам почвообразования, %

Область	Дерновые и дерново-карбонатные	Дерново-подзолистые	Дерново-подзолистые заболоченные	Дерновые и дерново-карбонатные заболоченные	Пойменные дерновые	Торфяно-болотные	Антропогеннопреобразовательные
Брестская	0,1	32,5	34,3	19,2	1,4	10,7	1,8
Витебская	0,1	43,1	52,2	2,6	0,3	1,7	–
Гомельская	0,1	46,0	36,6	6,4	0,7	10,1	0,1
Гродненская	0,2	71,9	24,1	2,8	0,4	0,6	–
Минская	–	53,9	32,7	3,9	0,2	8,7	0,6
Могилевская	0,1	62,5	35,3	1,0	0,1	0,9	0,1
<i>Всего по Беларуси</i>	0,1	51,7	36,5	5,5	0,5	5,3	0,4

Но на почвенных картах отдельных сельскохозяйственных предприятий выделяется до 30 и более почвенных разновидностей. Это связано с тем, что для Беларуси характерно очень большое разнообразие почвообразующих и подстилающих пород, а также проявления процессов заболачивания в различной степени. Весьма разнообразны почвы пашни республики и по гранулометрическому составу (таблица 4.2).

Естественное плодородие дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболочиваемых почв довольно низкое. Они очень кислые (рН в КСІ 4,0–4,2), слабо обеспечены фосфором и калием (< 5,0 мг на 100 г почвы, мало содержат гумуса (1,0–1,5 %). Получение высоких урожаев на этих почвах невозможно без оптимизации их агрохимических свойств.

В республике к настоящему времени проделана большая работа по нейтрализации кислотности и увеличению запасов питательных веществ. В некоторых сельскохозяйственных предприятиях и районах уровень эффективного плодородия пахотных почв достигает оптимальных величин и позволяет получать высокие урожаи как за счет средств химизации, так и за счет рационального использования созданного потенциала почвенного плодородия.

Таблица 4.2 – Распределение почв пашни по гранулометрическому составу, %

Область	Глинистые и тяжело-суглинистые		Средне-суглинистые		Легкосуглинистые		Связносупесчаные		Рыхлосупесчаные		Песчаные		Горфяноболотные	Антропогенно-преобразованные	
	всего	Подстилаемые песками до 0,5 м	всего	Подстилаемые песками до 0,5 м	всего	Подстилаемые песками до 0,5 м	всего	Подстилаемые суглинком до 10 м	всего	Подстилаемые суглинком до 10 м	всего	Подстилаемые суглинком до 10 м		всего	Горфяно-минеральные
Брестская	–	–	0,2	0,22	2,5	0,7	9,8	4,0	29,6	8,2	45,4	3,5	10,7	1,8	1,8
Витебская	2,2	–	4,0	0,03	47,9	1,8	26,7	19,0	10,6	5,0	6,9	0,9	1,7	–	–
Гомельская	–	–	0,2	0,01	2,5	0,6	14,6	3,4	25,0	6,5	47,5	6,2	10,1	0,1	0,1
Гродненская	0,1	0,01	0,6	0,3	5,8	0,9	25,1	18,6	53,1	36,7	14,7	2,9	0,6	–	–
Минская	–	–	0,5	0,01	32,4	5,1	24,7	10,9	24,3	10,5	8,8	1,1	8,7	0,6	0,6
Могилевская	–	–	–	–	38,9	0,7	23,8	12,2	26,9	13,2	9,4	3,1	0,9	0,1	–
<i>Всего по Беларуси</i>	0,4	–	1,0	0,05	24,3	1,8	21,5	11,7	27,0	12,8	20,1	2,8	5,3	0,4	0,4

Плодородие почв является основой устойчивого развития аграрного комплекса при любых погодных условиях. У всех стран с высоким уровнем развития сельского хозяйства есть одна общая черта – почвы с высоким плодородием, сформированным благодаря длительному, интенсивному применению минеральных и органических удобрений. Например, более 80 % почв сельскохозяйственных угодий Финляндии, Швеции и Норвегии относятся к высокообеспеченным фосфором и калием. Колебания урожайности, например, зерновых культур здесь в различные по погодным условиям годы не превышают 10–15 %.

Для преобладающих в республике дерново-подзолистых почв очень важное значение в формировании урожайности сельскохозяйственных культур имеет содержание гумуса, фосфора и калия. По данным крупномасштабного агрохимического обследования почв на 01.01.2006 г., средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах республики составляет 2,25 %, подвижного фосфора – 177 мг/кг, калия – 186 мг/кг (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Плодородие пахотных почв и применение удобрений (9–10 тур обследования, на 01.04.2005 г, ± к предыдущему туру)

Область	Показатели				Внесено в 2006 г.	
	Гумус %	P_2O_5	K_2O	pH	навоз т/га	ЛПК кг/га
мг/кг почвы					т/га	кг/га
Брестская	2,40	148	178	5,81	8,8	262
± к пред. туру	-0,13	-10	7	-0,01		
Витебская	2,43	175	178	6,17	3,5	207
± к пред. туру	0,10	00	16	0,08		
Гомельская	2,30	212	195	5,92	5,8	249
± к пред. туру	-0,07	-1	22	0		
Гродненская	1,96	181	174	5,96	11,0	267
± к пред. туру	-0,04	-9	4	-0,05		
Минская	2,40	171	210	5,97	5,8	254
± к пред. туру	-0,01	-4	9	-0,04		
Могилевская	2,03	189	194	6,09	3,7	239
± к пред. туру	0,01	-4	24	0,07		
Республика Беларусь	2,25	178	190	5,98	6,3	247
± к пред. туру	-0,03	-4	15	0,00		

Фактическое содержание фосфора и калия в пахотных почвах – ниже оптимального уровня, который для дерново-подзолистых почв составляет 200–300 мг/кг. В перспективе для устойчивого развития земледелия и снижения его зависимости от неблагоприятных погодных условий нужно повысить содержание этих элементов в пахотных почвах хотя бы до нижней границы оптимального диапазона.

В сельском хозяйстве Республики Беларусь почвы легкого гранулометрического состава (песчаные и супесчаные, подстилаемые песками) занимают в составе пахотных земель 44,5 %, в том числе песчаные – 19,4 %.

Распределение легких почв по областям следующее:

Область	Легкие почвы	В том числе песчаные
Гомельская	77,4 %	32,4 %
Брестская	74,2 %	35,6 %
Гродненская	37,6 %	9,7 %
Минская	36,5 %	9,7 %
Могилевская	34,7 %	6,9 %
Витебская	20,0 %	5,7 %

Повышение или сохранение плодородия легких почв не может быть реализовано без учета изменения уровня плодородия этих почв в процессе сельскохозяйственного использования.

Мониторинговые наблюдения агрохимического обследования легких почв за последние годы свидетельствуют, что кислотность почв по всем областям характеризуется как слабокислая, или близкая к нейтральной (таблица 4.4). Содержание подвижных форм фосфора, калия, обменных форм кальция и магния находится в основном в средних значениях. Содержание серы как в песчаных, так и в супесчаных почвах почти во всех областях – среднее (от 6,24 до 8,14 мг/кг), за исключением Гродненской и Могилевской (песчаные почвы) областей – 2,95–6,0 мг/кг (низкое). Содержание цинка и меди – от низкого до среднего и бора – среднее и повышенное (Минская область, супесчаные почвы) (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Агрохимические свойства дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв Беларуси

Область	рН	Гу-мус , %	мг/кг (средневзвешенные значения)							
			P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	Zn	Cu	B
Песчаные										
Брестская	5,78	2,44	153	171	1164	222	12,0	3,71	2,05	0,50
Витебская	6,07	2,32	234	150	741	151	7,1	2,74	1,73	0,53
Гомельская	5,84	2,34	219	171	731	130	6,24	2,74	1,59	0,49
Гродненская	5,87	1,92	194	153	844	181	2,95	2,91	1,52	0,65
Минская	5,81	2,45	177	168	1307	276	7,22	3,21	1,44	0,65
Могилевская	5,90	1,97	200	149	880	135	6,00	5,14	1,69	0,56
<i>Всего по Беларуси</i>	5,83	2,32	188	167	901	176	5,18	3,27	1,77	0,52
Супесчаные										
Брестская	5,95	2,32	151	201	1148	237	14,6	3,55	2,14	0,52
Витебская	6,17	2,48	184	164	904	180	7,8	2,62	1,98	0,57
Гомельская	6,12	2,22	223	244	825	142	8,14	2,93	1,91	0,54
Гродненская	5,97	1,96	180	178	924	200	3,58	2,75	1,62	0,69
Минская	5,98	2,37	179	215	1264	275	7,90	3,08	1,52	0,73
Могилевская	6,05	2,03	181	192	1001	164	6,83	4,97	1,66	0,60
<i>Всего по Беларуси</i>	6,02	2,20	181	197	979	193	5,43	3,33	1,78	0,62

Материалы мониторинга агрохимических показателей свидетельствуют о деградации легких почв за последние годы и необходимости научно обоснованных мер по применению агротехнических приемов для поддержания их плодородия.

Получение устойчивых урожаев на легких почвах ограничивается нестабильностью их водного режима и низкой поглотительной способностью, невысокой обеспеченностью элементами питания растений.

Районированные в республике культуры благодаря своим биологическим свойствам по-разному реагируют на типовые различия почв, их гранулометрический состав и степень переувлажнения. При этом более чувствительными к изменению почвенных условий являются пшеница и ячмень.

Урожаи этих культур сильно колеблются в зависимости от гранулометрического состава почвообразующих и подстилающих пород. В то же время овес и озимая рожь, как более пластичные культуры, менее реагируют на изменение почв по гранулометрическому

составу. Однако озимая рожь, как и озимая пшеница, очень сильно снижает свою продуктивность на дерново-подзолистых полугидроморфных почвах. И особенно это касается глееватых почв, на которых озимые зерновые в большинстве случаев погибают от вымокания. Без регулирования водного режима на таких почвах эти культуры выращивать невозможно. Наиболее пригодны они для выращивания многолетних трав и совершенно непригодны для пропашных культур.

Плодородие легких почв в соответствии с бонитировочной шкалой, используемой при кадастровой оценке земель, оценивается в среднем от 49 до 20 баллов, в том числе связные супеси, подстилаемые песками – до 49 баллов; рыхлые супеси, подстилаемые песками – 43 балла; связные пески, переходящие в рыхлые – 30 баллов и рыхлые пески мощные – 20 баллов.

При соответствующей агротехнике и научно обоснованных дозах внесения органических и минеральных удобрений рекомендуемыми культурами для легких почв являются картофель, озимая рожь, овес, люпин, гречиха, просо, пелюшко-овсяные смеси. На дерново-подзолистых рыхлосупесчаных, или связнопесчаных временно избыточно увлажненных и глееватых почвах, в севообороты могут быть включены и более требовательные к почвенному плодородию культуры (кукуруза, кормовые корнеплоды, ячмень).

Детальный анализ показателей кадастровой оценки свидетельствует о наличии значительной разнокачественности пахотных и сельскохозяйственных земель. Так, если пахотные земли, плодородие которых оценивается в 25–35 баллов, занимают 46,4 % пашни, то на долю почв с баллом 20–25 приходится 16,3 %, а с баллом 20 и ниже – 7,6 % пашни (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Распределение площади пахотных земель по уровню плодородия рабочих участков (по данным кадастровой оценки)

Группы по уровню плодородия (в баллах)	Площадь по республике	
	тыс. га	%
до 20	347,3	7,6
20–25,0	744,8	16,3
25–30,0	1055,6	23,1
30–35,0	1064,7	23,3
35–40,0	726,6	15,9
40–45,0	374,7	8,2
более 45,0	255,9	5,6

Почвы, оцениваемые в 20–25 баллов и особенно в 20 баллов и ниже, необходимо рассматривать как объект для дальнейшей оптимизации землепользования, т. к. использование их под пашней экономически невыгодно. Проектом Комитета по имуществу Республики Беларусь предусмотрено в порядке оптимизации землепользования изъять 749,8 тыс. га пахотных земель для перевода их в другие земельные угодья (сенокосы и пастбища, залежь, залесение и другие виды использования).

По данным на 01.01.2007 г., репрофилировано 504,4 тыс. га.

При решении проблемы повышения производительной способности и сохранения почвенных ресурсов республики большую роль играют результаты комплексной поучастковой кадастровой оценки почв.

Важнейшей задачей современного земледелия является повышение степени окультуренности дерново-подзолистых почв и разработка путей рационального использования с учетом уровня их плодородия. С повышением степени окультуренности почвы улучшается использование питательных веществ минеральных удобрений и повышается устойчивость урожаев в неблагоприятные по погодным условиям годы.

Результаты исследований по выявлению степени пригодности почв для выращивания сельскохозяйственных культур свидетельствуют о том, что одним из путей реализации генетического и созданного потенциала почвенного плодородия является разработка рациональных, отвечающих почвенным условиям, севооборотов и структуры посевных площадей в каждом сельскохозяйственном предприятии. Научой и передовой практикой установлено, что от внедрения правильных севооборотов и рациональной структуры посевных площадей прибавка урожая примерно такая же, как и от удобрений.

4.2 Севообороты и их значение в современном земледелии

Особенностью развития современного земледелия является то, что наращивание производства продукции растениеводства приходится осуществлять в условиях ограниченности ресурсов. В этих условиях особенно важно максимально задействовать малозатратные нематериальные факторы. К числу таких факторов, являющихся важнейшим резервом повышения продуктивности полей, относятся грамотное ведение севооборотов и оптимизация структуры посевных площадей.

Центральная роль севооборотов обуславливается почвозащитным характером современных систем растениеводства: совместимостью чередующихся культур и их высокой биологической продуктивностью, максимальным использованием природных и антропогенных ресурсов современного растениеводства, энергосберегающими технологиями и получением экологически безопасной продукции.

Всякая попытка недооценки севооборотов, переход на монокультуру, как показывает опыт, неминуемо приводит к серьезным негативным последствиям: ухудшению фитосанитарного состояния посевов, снижению плодородия почвы и ее биологической активности, росту эрозионных процессов и деградации почвенного покрова. Кроме того, подбором культур в севообороте можно существенно изменить структуру почвы, улучшить ее агрофизические свойства, снизить затраты на использование энергоемкой техники. К таким агроприемам относится введение в севооборот многолетних трав, особенно бобовых и бобово-злаковых смесей, сидерация полей, чередование культур в севообороте с хорошо развитой стержневой корневой системой и мочковатой, которые «перекачивают» биогенные элементы из нижних слоев в верхний и хорошо используются другими растениями. **Таким образом, современные севообороты с учетом данных научных учреждений выступают как системный биологический фактор, определяющий темпы функционирования агроценоза, его экологические параметры.**

Только при оптимальном соотношении и чередовании сельскохозяйственных культур можно решить весь комплекс задач по рациональному использованию земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, повышения плодородия почвы, защиты ее от эрозии.

Современные технологии находятся в тесном взаимодействии со всеми звеньями системы земледелия. Следовательно, изменения (нововведения) в технологиях потребуют более четкого переосмысления задач, выполняемых севооборотом в изменяющихся условиях. Важно, что совершенствование севооборотов не требует дополнительных вложений средств, но способно дать комплексный эффект – полноценную продукцию, низкие издержки на ее производство, сохранение и повышение плодородия почвы.

Задачи, которые решает севооборот при освоении современных ресурсосберегающих технологий.

1. Рациональное использование элементов почвенного питания растений. В почвенном питании большое значение имеют глу-

бина проникновения корневой системы и корневые выделения растений, способствующие развитию специфической ризосферной микрофлоры. Большое влияние на изменение плодородия почвы оказывают корневые и пожнивные органические остатки, остающиеся после уборки сельскохозяйственных культур. Они имеют разную массу, разную глубину проникновения в почву и разный химический состав.

На корнях и в ризосфере концентрируется огромное количество микроорганизмов (бактерий, грибов, водорослей и др.), оказывающих влияние на питание растений и плодородие почвы. При смене культур меняется глубина корнеобитаемого слоя и состав почвенной микрофлоры.

Некоторые культуры (люцерна, донник, горчица, гречиха, просо и др.) могут усваивать фосфор из труднодоступных соединений, причем содержание растворимых фосфатов в почве после их уборки несколько увеличивается.

В меньшей степени эта способность выражена у кукурузы, картофеля, яровой пшеницы, ячменя, поэтому чередование их в севообороте будет способствовать лучшему усвоению фосфора из труднодоступных соединений.

2. Оптимизация содержания органического вещества в почве. Правильные севообороты являются одним из наиболее доступных и дешевых методов поддержания положительного баланса органического вещества в почве. Достигается это насыщением севооборотов посевами многолетних трав, зернобобовых и сидеральных культур. Значительная часть массы этих культур остается в почве и после минерализации пополняет запасы необходимых растениям элементов питания.

Эффективность такого удобрения часто превосходит равнозначное количество навоза и других местных удобрений при значительно меньшей себестоимости.

3. Оптимизация физических свойств почвы. Применение современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на сокращенной обработке почвы, возможно на почвах с благоприятными агрофизическими свойствами. Чередование разных растений оказывает неодинаковое влияние на физические свойства почвы, прежде всего на ее структурное состояние.

В создании прочной комковатой структуры существенная роль принадлежит многолетним травам, имеющим мощную корневую систему. При определенных условиях структуру почвы создают и

однолетние растения. К таким условиям относится и бесплужная обработка почвы – основа современных агротехнологий.

В порядке убывающей эффективности структурообразования культуры располагаются так: многолетние бобово-злаковые травосмеси, многолетние бобовые травы, однолетние бобово-злаковые смеси, озимые зерновые, кукуруза, яровые зерновые и зернобобовые, картофель и корнеплоды.

Чередование растений с различными видами корневых систем способствует разуплотнению почвы, ее биологическому рыхлению. Это является важной предпосылкой минимизации обработки почвы.

4. Снижение численности и вредоносности сорняков, вредителей и болезней. При длительном возделывании одних и тех же культурных растений на одном и том же участке земли создаются благоприятные условия для развития специфических сорняков, вредителей и болезней. Особенно остро эта проблема возникает при внедрении агротехнологий с сокращенной обработкой почвы. Правильное чередование культур будет способствовать снижению численности и вредоносности патогенов.

Чередование озимых, яровых ранних и поздних культур снижает засоренность посевов, т.к. яровые сорняки лучше подавляются озимыми культурами, а озимые и зимующие сорняки лучше уничтожаются при возделывании яровых культур.

В современных технологиях возделывания зерновых колосовых культур основанных на бесплужных обработках почвы, растительные остатки сохраняются на поверхности. В них содержится мало азота, имеется повышенное содержание лигнина и клетчатки, они слабо разлагаются бактериальной микрофлорой. На полуразложившихся остатках поселяется грибная микрофлора, в частности грибы рода фузариум, вызывающие массовые заболевания хлебов корневыми гнилями.

Снижения численности болезней и вредителей зерновых культур можно добиться путем их чередования с многолетними и однолетними бобовыми культурами, рапсом и другими.

Правильное чередование будет способствовать повышению урожайности при снижении потребности в средствах химической защиты растений.

5. Эффективное использование осадков различных периодов вегетации. Подбор культур в севооборотах, по-разному использующих запасы воды в почве, позволяет повысить устойчивость зернового производства при неблагоприятных погодноклиматических условиях. Поэтому важно сочетать в севооборотах

культуры трех основных биологических групп: озимые, яровые ранние и яровые поздние.

Основные фазы роста озимых культур протекают даже при засушливой погоде в более благоприятные периоды по влажности почвы и температуры воздуха. Кукуруза и просо способны эффективно использовать осадки второй половины вегетации. Кроме того, кукуруза и просо расходуют на формирование урожая в 1,5 раза меньше влаги по сравнению с ранними колосовыми культурами. При засухе во вторую половину лета застраховать общий сбор зерна в сельскохозяйственных предприятиях позволяют посевы ранних яровых культур: яровой пшеницы, ячменя, овса и других.

6. Рациональное использование техники и трудовых ресурсов. Использование мощной техники с широкозахватными орудиями – характерная черта современных технологий возделывания. Новая техника недешева и для увеличения прибылей товаропроизводителей важно обеспечить режим интенсивной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов. Однако в рамках технологии возделывания одной культуры невозможно обеспечить такой режим без нарушения оптимальных агротехнических сроков выполнения работ.

Севообороты дают возможность разгрузить пик в полевых работах, в использовании рабочей силы и сельскохозяйственной техники в связи с возделыванием разных культур по срокам посева, ухода и уборки.

4.2.1 Структура посевных площадей и оценка предшественников в связи с внедрением энергосберегающих технологий

Под структурой посевных площадей понимается соотношение площадей посевов разных сельскохозяйственных культур и чистых паров, выраженное в процентах от общей площади пашни. Структура посевов является основой землепользования и формируется с учетом специализации и интенсификации производства, повышения плодородия почвы и роста урожайности сельскохозяйственных культур.

При формировании структуры посевных площадей важно учитывать уровень технической оснащенности сельскохозяйственного предприятия и применяемые агротехнологии. Учет названных факторов способен дать комплексный эффект – полноценную продукцию, высокую окупаемость затрат, повышение плодородия почвы.

Одним из важнейших средств снижения энергетических затрат и повышения энергоэкономичности земледелия является совершенствование структуры посевных площадей и системы севооборотов.

Различные сельскохозяйственные культуры в силу своих биологических особенностей и неадекватности технологий возделывания сильно различаются по своей энергетической эффективности.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» дана энергетическая оценка культур, возделываемых в севооборотах. Затраты условного топлива на 1 ц к. ед. составили: у клевера – 3,3 кг, многолетних злаковых трав – 10,2 кг, зерновых – 11,9–12,6 кг, пропашных (картофель, корнеплоды, кукуруза) – 12,8–23,6 кг. Расход физического топлива на 1 га на весь технологический процесс составил: у многолетних трав 62–92 кг, зерновых – 191–200 кг и у пропашных культур – 248–350 кг. Затраты совокупной энергии на 1 га в традиционном севообороте составили 31,7 тыс. Мдж на 1 га, а в специализированном зернотравяном – 22,1 тыс. Мдж, чистый выход энергии с 1 га был равен соответственно 63,5 и 72,5 тыс. Мдж, а коэффициент энергетической эффективности (отношение энергии продукции к энергозатратам) – 3,0 и 4,2. В современном земледелии наибольшие возможности экономии энергоресурсов имеются в улучшении организации травосеяния в севооборотах. Установлено, что совершенствование структуры многолетних трав за счет замены злаковых травостоев бобовыми (клевер, люцерна) и бобово-злаковыми, а также оптимизация режима их использования в севооборотах (продолжительность использования, срок перезалужения, уровень концентрации, период возврата на прежнее поле) дает возможность значительно повысить продуктивность пашни при одновременном сокращении затрат азотных удобрений, что имеет важное экономическое и экологическое значение. При этом значительно снижаются энергетические затраты в земледелии. Так, в опытах лаборатории севооборотов в 8-польном севообороте с 50 % многолетних трав при четырехлетнем использовании клеверо-злаковой смеси (с третьего года травостой полностью злаковый) с 1 га пашни получено 76,5 ц к. ед. при затратах минерального азота 100 кг/га. В севообороте, где в двух полях на разрыве возделывался клевер однолетнего пользования, с 1 га пашни получено 92,3 ц к. ед. с затратами азота 60 кг на 1 га. В усовершенствованном севообороте экономия минерального азота на 1 ц к. ед. составила 40 % при одновременном повышении продуктивности пашни на 21 %.

Урожайность растений, возделываемых в севообороте, может повышаться или снижаться в зависимости от предшествующей культуры. Причем действие отдельных культур и паров может быть очень сильным и продолжаться в течение нескольких лет.

Предшественником называется культура или пар, которые размещались на данном поле севооборота в прошлом году. Поэтому

для грамотного проектирования севооборотов необходимо знать агроэкономическую оценку различных групп предшественников.

В настоящее время с большой убедительностью доказано, что увеличение уровня удобрений, повышение степени окультуренности почвы и применение полной химической защиты растений не снижает роли севооборота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. В таблице 4.6 приведены данные длительных опытов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». На хорошо окультуренной почве (гумуса 3,2 %, подвижных фосфора и калия 250–300 мг на 1 кг почвы, рН – 6,2), которая предварительно в течение 15 лет удобрялась повышенными дозами навоза, при оптимальной дозе минеральных удобрений урожайность ячменя при размещении по клеверу и картофелю составила 52,6–52,9 ц/га, а по озимой пшенице – только 39,7 ц/га. Основная причина такого резкого снижения урожая – развитие болезней. Степень поражения корневыми гнилями по хорошим предшественникам составила 5–6 %, а по плохим – 54 %.

По обобщенным данным, именно по фитосанитарным причинам, при размещении по плохим предшественникам урожайность пшеницы и тритикале снижается до 40 %, ячменя – до 30 % и озимой ржи – до 15 %.

Таблица 4.6 – Влияние предшественников на урожайность зерновых культур

Предшественник	Урожайность		Предшественник	Урожайность	
	ц/га	%		ц/га	%
Озимая пшеница			Озимое тритикале		
Клевер	54,4	100	Люпин на з.м	62,7	100
Люпин на з/м	54,2	100	Клевер	62,5	100
Однолетние бобово-злаковые травы	52,0	96	Горох	58,3	93
Горох на зерно	52,6	97	Клевер + тимофеевка	54,0	86
Овес	50,1	92	2 г.п.		
Мн. Злаковые травы	42,3	78	Овес	54,4	86,8
Озимая рожь	34,7	64	Озимая рожь	46,7	74,5
Ячмень	33,6	62	Ячмень	46,5	74,2
Озимая пшеница	33,1	61	Озимая пшеница	46,3	73,8
Озимая пшеница бессменно	14,2	25	Озимое тритикале бессменно	35,6	56,8

Окончание таблицы 4.6

Предшественник	Урожайность		Предшественник	Урожайность	
	ц/га	%		ц/га	%
Озимая рожь			Ячмень		
Клевер	53,1	100	Картофель	52,9	100
Люпин на з/м	52,9	100	Клевер	52,6	99,5
Клевер + тимофеевка	52,0	98	Люпин	51,3	97
2 г.п.					
Горох	52,0	98	Горох	50,8	96
Однолетние бобово-злаковые травы	51,1	96	Клевер + тимофеевка	50,8	96
Овес	50,4	95	2 г.п.		
Гречиха	49,4	93	Гречиха	48,8	92
Ячмень по пропашным и клеверу	50,4	05	Овес	48,7	92
Ячмень по зерновым колосовым	46,2	87	Многолетние злаковые травы	43,4	82
Озимое тритикале	46,2	87	Озимая рожь	41,3	78
Озимая рожь	43,5	82	Озимая пшеница	39,7	75
			Ячмень бессменно	36,0	68
Овес					
Клевер	45,2	100			
Люпин	43,8	97			
Озимая рожь	43,4	96			
Озимое тритикале	42,9	95			
Ячмень	42,9	95			
Овес	41,1	91			
Овес бессменно	38,0	84			

Возникает вопрос, почему при небольшом удельном весе зерновых колосовых (около 50 %) в структуре посевов имеют место подобные нарушения? Главная причина – недостаток бобовых многолетних и однолетних трав. Злаковые травы менее продуктивны, чем бобовые, и являются плохими предшественниками для зерновых колосовых в особенности для пшеницы, тритикале и ячменя. Замена злаковых травостоев бобовыми в севообороте особенно актуальна в настоящее время в связи с резким уменьшением площади пропашных культур, в особенности картофеля, и значительным удорожанием топлива.

Наиболее сильное влияние на изменения агрофизических, агрохимических и агробиологических свойств почвы оказывает паровое поле севооборота. Оно может быть или свободным от возделывания растений в течение вегетационного периода и называться чистым

паром, или занятым культурами, имеющими короткий вегетационный период (горох, однолетние травы и др.), после уборки которых поле готовится для посева озимых. Такое поле называется занятым паром.

Наряду с положительными качествами чистые пары имеют существенный недостаток. В году парования сельскохозяйственную продукцию с них не получают. Поэтому более высокие урожаи озимых культур, возделываемых по чистым парам фактически получают 1 раз за два года. Поэтому в лесостепной зоне часть посевов озимых размещают по занятым парам с использованием в качестве парозанимающих растений зернобобовые, однолетние травы, кукурузу на зеленый корм, подсолнечник на силос и другие культуры, рано освобождающие поле для подготовки к посеву озимых. Посев озимых по таким предшественникам целесообразно проводить с учетом сложившихся метеорологических условий. Основным критерием обоснованности таких посевов является количество осадков предпосевного периода (60–80 мм в третьей декаде июля–августа) и хорошая увлажненность пахотного слоя (25–30 мм продуктивной влаги).

Сидерация как прием пополнения почвы свежим органическим веществом оказывает комплексное влияние на почвенные процессы. Обеспечивая улучшение биологических, агрофизических и агрохимических свойств почвы, зеленые удобрения повышают потенциальное плодородие дерново-подзолистых почв. Замена чистого пара на сидеральный устраняет, с одной стороны, разрушительное нахождение почвы без растений, что приобретает особую важность в современных условиях, а с другой стороны, поступление в почву свежего органического вещества улучшает ее свойства.

При использовании технологий энергосберегающего растениеводства имеется тенденция к сокращению паров за счет постепенного улучшения состояния почвы и посевов.

Для каждой сельскохозяйственной культуры рекомендуются предшественники в севооборотах, оптимально реагирующие на плодородие почвы и другие условия жизни растений.

По влиянию на плодородие почвы и урожайность последующих культур в севооборотах **озимые культуры** являются одними из лучших предшественников. После них можно возделывать любую техническую и кормовую культуру.

Пропашные культуры (кукуруза, подсолнечник, сахарная свекла) относятся к хорошим предшественникам, т. к. в течение вегетационного периода проводится борьба с сорняками путем междуряд-

ной обработки почвы. Севооборотные звенья с посевом после кукурузы яровых зерновых являются одними из лучших.

Зернобобовые культуры (горох, люпин) относятся к сильным предшественникам, повышающим плодородие почвы, обогащая ее азотом за счет клубеньковых бактерий, улучшают фитосанитарное состояние почвы и посевов, уменьшают возможность поражения болезнями зерновых культур, возделываемых после них. За период вегетации гороха в почве накапливается до 120 кг д.в. азота на гектар.

С учетом биологических особенностей патогенов, вызывающих фузариоз и корневые гнили, возврат гороха на прежнее поле желателен не ранее чем через 5–6 лет.

Рапс развивает мощную, глубоко проникающую в почву (до 3 метров) корневую систему. В результате образуются воздушные проходы и почва разрыхляется, что оказывает благоприятное воздействие на структуру и плодородие почв. Рапс служит хорошим предшественником озимой и яровой пшеницы, ярового ячменя, кукурузы. К тому же в настоящее время рапс является рентабельной, востребованной на рынке культурой. Это позволяет рекомендовать рапс в качестве масличной культуры, альтернативной подсолнечнику и хорошо пригодной для технологий энергосберегающего растениеводства.

Многолетние травы как предшественники в севообороте являются хорошими для многих культур. Бобовые травы (донник, люцерна, клевер, эспарцет), особенно в смеси со злаковыми (житняк, кострец), улучшают структуру, агрофизические и агрохимические свойства почвы, хорошо защищают ее от ветровой и водной эрозии.

Однолетние травы (вика-овес и др.) также являются хорошим предшественником для последующих в севообороте культур. Бобово-злаковые смеси играют в севообороте важную фитосанитарную роль и обогащают почву азотом.

Яровые зерновые культуры не следует использовать в качестве предшественников последующих яровых зерновых, т. к. они способствуют увеличению засоренности посевов одновидовыми сорняками. Повторное размещение яровой пшеницы и ячменя в течение 2–3 лет возможно при условии применения энергосберегающих технологий в сочетании с эффективными гербицидами.

Наибольшее распространение в зонах с достаточным увлажнением должны получить зернопропашные севообороты, в которых зерновые занимают 60–80 % в структуре посевных площадей и чередуются с посевами пропашных культур.

В сельскохозяйственных предприятиях с развитым животноводством необходимо использовать зернотравяные севообороты с зерновыми (50–80 %) и кормовыми культурами, а также зернопропашные севообороты, насыщенные многолетними и однолетними травами, чередующимися с пропашными культурами.

В свеклосеющих и картофелеводческих сельскохозяйственных предприятиях широко распространены плодосменные севообороты, имеющие в своем составе не более 50 % зерновых, а на склоновых землях – почвозащитные севообороты с 50 % и более многолетних трав.

Важным моментом в построении севооборотов для системы энергосберегающего растениеводства является экономическая оценка. Оптимальные севообороты должны в максимальной степени отвечать принципам ресурсосбережения и окупаемости затрат, поэтому они должны быть насыщены (не менее 50–60 %) высокорентабельными культурами (пшеница, рапс и т. п.).

Решение организационных вопросов, связанных с введением и освоением севооборотов, достигается внутривоздейственным землеустройством, разработкой научно обоснованных систем земледелия.

Основные задачи внутривоздейственного землеустройства решаются на основе агроэкономического проекта рационального использования земель.

В период подготовки проекта уточняется экспликация земель, выделяются первоочередные мелиоративные работы, определяется качественный состав пашни и других угодий, их эрозионная опасность, составляются планы освоения новых земель и их улучшения.

Во введенных севооборотах структура посевных площадей и чередование культур утверждены, и проекты перенесены на территорию сельскохозяйственного предприятия.

Обоснованию севооборотов предшествует большая работа по уточнению экспликации земель по угодьям, внутривоздейственной специализации, структуры подразделений сельскохозяйственного предприятия, форм управления, организации территории на пашне, сенокосах и пастбищах, всестороннее и глубокое изучение природных и экономических условий, основных показателей перспективного плана развития.

Состав и соотношение угодий и количество севооборотов зависят от производственного направления сельскохозяйственного предприятия, особенностей природной зоны, количественного и качественного состава земель (бонитет почв, степень проявления эрозии), перспективных форм организации труда.

В каждом сельскохозяйственном предприятии при введении севооборотов производится оценка нескольких вариантов с тем, чтобы выбрать наиболее эффективный.

В освоенных севооборотах состав и площади сельскохозяйственных культур, их размещение и чередование в полях полностью или без существенных изменений соответствуют введенным.

В настоящее время одинаково необходимо как вводить и осваивать новые севообороты, так и совершенствовать существующие. Изменения севооборотов связаны с введением в пашню новых земель, укрупнением или, наоборот, уменьшением сельскохозяйственного предприятия, изменением специализации сельскохозяйственного предприятия в целом или его подразделений.

Чтобы быстрее освоить севообороты, необходимо следующее:

- уточнять и соблюдать стабильность структуры посевных площадей;
- при необходимости корректировать севообороты и намечать план их освоения;
- налаживать семеноводство многолетних трав, чтобы их подсев проводить в сроки, предусмотренные ротацией севооборота;
- соблюдать чередование культур согласно переходным и ротационным таблицам;
- дважды в год (после весеннего сева и осенью) проверять, как соблюдается размещение культур по полям, исправляя впоследствии допущенные отклонения в севооборотах;
- осуществлять мониторинг истории полей.

Мониторинг истории полей ведут для каждого севооборота, записывают основные данные о свойствах почвы, культурах, выращиваемых на каждом поле севооборота, их агротехнике и урожайности. Ежегодно составляется план фактического размещения культур в полях севооборота.

Итак, севооборот – это основа системы земледелия в каждом сельскохозяйственном предприятии. Поэтому их внедрение является первым этапом освоения всей системы земледелия. Как показала передовая практика, севообороты позволяют увеличить продуктивность пашни минимум на 20–30 %, а также не допустить снижения урожайности сельскохозяйственных культур в неблагоприятные годы.

4.2.2 Типы и виды севооборотов для сельскохозяйственных предприятий разной специализации и принципы их построения

При построении и ведении севооборотов необходимо руководствоваться следующими основными агроэкономическими принципами:

- соответствие местным почвенно-экологическим и организационно-экономическим условиям;
- соответствие севооборотов и структуры посевных площадей специализации сельскохозяйственного предприятия;
- обеспечение максимальной продуктивности и экономической эффективности используемой пашни при наименьших затратах энергетических и трудовых ресурсов;
- создание оптимальных фитосанитарных условий в посевах и почве для развития растений, защиты их от болезней, вредителей и сорняков;
- соблюдение агрономически допустимой концентрации посевов ведущих культур в специализированных севооборотах и размещение всех культур по биологически полноценным предшественникам на основе принципов плодосмена;
- структура севооборота в сочетании с системой удобрений должны обеспечивать расширенное воспроизводство плодородия почвы бездефицитный и положительный баланс органического вещества в почве.

Типы и виды севооборотов будут зависеть от почвенно-климатических условий, специализации сельскохозяйственного предприятия размеров землепользования и компактности территории, концентрации животноводства и размещения ферм и других условий.

Почвы республики характеризуются большой пестротой по уровню плодородия. Они различаются по типам, механическому составу, степени увлажнения, окультуренности, подстилающим породам, рельефу, эродированности и другим признакам. В условиях пестроты почвенного покрова, как правило, вводятся контурно-экологические севообороты. Сущность их состоит в том, что для каждого рабочего участка (урочища, поля) с учетом пригодности почвы подбираются культуры, в наибольшей степени соответствующие данной почве, и затем из этих культур строится грамотное их чередование по годам (во времени) с соблюдением принципа плодосмена. В таком случае принято считать, что вводятся севообороты во времени. И схемы севооборотов строятся именно с чередо-

ванием культур во времени. Данная схема осуществляется автономно на каждом рабочем участке. При необходимости внесения изменений в чередование культур на данном участке не затрагивается намеченное чередование на других участках. Именно это обуславливает подвижность (гибкость) севооборотов при их ведении. Нарушением севооборота считается нарушение научных принципов. Обоснованные изменения не являются нарушением.

С учетом названных выше условий в каждом сельскохозяйственном предприятии, как правило, вводится система севооборотов, в разной степени насыщенных зерновыми, кормовыми и другими культурами.

Ниже приводится классификация предшественников под основные зерновые культуры и отдельные принципиальные схемы севооборотов применительно к сельскохозяйственным предприятиям разной специализации для различных типов почв (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Классификация предшественников под основные сельскохозяйственные культуры

Культуры, допустимый период возврата на прежнее поле	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
Озимая рожь, 1–2	Люпин кормовой, вико-овсяная, горохоовсяная смеси и бобово-крестоцветные смеси обычных и поукосных посевов после озимой ржи на зеленую массу, подсевная сераделла под озимую рожь на з/м, клевер 1 г.п., клевер + злаки 2 г.п., люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Многолетние злаковые травы, лен, ячмень и овес по бобовым и пропашным, гречиха, кукуруза на зеленый корм	Озимая рожь, озимая и яровая пшеница

Окончание таблицы 4.7

Культуры, допустимый период возврата на прежнее поле	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
Озимая пшеница, озимое тритикале, 2–3	Люпин кормовой, вико-овсяная, горохоовсяная смеси и пелюшко-овсяные смеси обычных и поукосных посевов после озимой ржи на зеленую массу, сераделла подсевная под озимую рожь на зеленую массу, клевер, люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Кукуруза на зеленый корм, овес по бобовым и пропашным, гречиха	Пшеница, тритикале, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Яровой ячмень, 1–3	Картофель, кукуруза, кормовая и сахарная свекла, клевер, люцерна, зернобобовые, бобово-злаковые смеси на корм, крестоцветные	Лен, овес, гречиха, озимая рожь+ пожнивные на зеленое удобрение	Ячмень, пшеница, озимая рожь, многолетние злаковые травы
Яровая пшеница, 1–3	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, люцерна, крестоцветные	Гречиха, овес, лен	Пшеница, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Овес, 1–2	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, клеверо-злаковые смеси, люцерна, озимая рожь	Многолетние злаковые травы, лен, гречиха, озимая и яровая пшеница, ячмень	Овес
Гречиха, 1–3	Пропашные, зернобобовые, бобовые на корм, озимые зерновые, крестоцветные	Ячмень, яровая пшеница, лен, озимая рожь на зеленый корм в промежуточных посевах	Гречиха

Таблица 4.8 – Рекомендуемые схемы севооборотов

I		II	
Для суглинистых почв и супесчаных, подстилаемых мореной			
1.	Озимая рожь на з/м + однолетние бобовые травы поукосно	1.	Озимая рожь на з/м + однолетние бобовые травы поукосно
2.	Озимые	2.	Озимые зерновые + пожнивные
3.	Клевер	3.	Пропашные
4.	Ячмень + пожнивные	4.	Ячмень с подсевом клевера с тимофеевкой
5.	Пропашные	5.	Клевер с тимофеевкой 1 г.п.
6.	Ячмень, яровая пшеница	6.	Клевер с тимофеевкой 2 г.п.
7.	Клевер	7.	Ячмень
8.	Озимые яровые зерновые Зерновые 50 %	8.	Озимая рожь, овес Зерновые 50 %
III		IV	
1.	Однолетние бобовые травы + подсевные и поукосные культуры	1.	Однолетние бобовые травы + подсевные и поукосные культуры
2.	Ячмень	2.	Ячмень
3.	Озимая рожь + пожнивные	3.	Озимая рожь
4.	Пропашные	4.	Клевер с тимофеевкой 1 г.п.
5.	Ячмень, яровая пшеница	5.	Клевер с тимофеевкой 2 г.п.
6.	Клевер	6.	Ячмень
7.	Ячмень	7.	Озимая рожь, зернобобовые
8.	Озимая рожь + пожнивные Зерновых 62,5 %	8.	Овес Зерновых 62,5 %

Продолжение таблицы 4.8

V		VI	
1.	Однолетние бобовые травы + подсевные и поукосные культуры	1.	Озимая рожь на з/м + поукосные культуры
2.	Ячмень	2.	Озимые зерновые
3.	Озимая рожь + пожнивные	3.	Клевер
4.	Пропашные	4.	Ячмень
5.	Ячмень, горох	5.	Озимая рожь
6.	Озимая рожь	6.	Клевер
7.	Клевер	7.	Яровые зерновые
8.	Ячмень, озимые	8.	Озимая рожь + пожнивные
9.	Овес Зерновых 67 %	9.	Овес, зернобобовые Зерновых 67 %
VII		VIII	
1.	Однолетние травы с подсевом многолетних трав	1.	Озимые на з/м + поукосные культуры
2.	Многолетние травы	2.	Ячмень
3.	Многолетние травы	3.	Клевер
4.	Озимая рожь + пожнивные	4.	Озимые + пожнивные
5.	Силосные	5.	Силосные
6.	Ячмень	6.	Корнеплоды
7.	Клевер	7.	Яровые зерновые Кормовых 37,2 %
8.	Озимые зерновые + пожнивные		
9.	Овес Кормовых 55,5 % Зерновых 44,5 %		Зерновых 42,8 %

Окончание таблицы 4.8

Для супесчаных и песчаных почв, подстилаемых песком			
I		II	
1.	Озимая рожь на з/м + однолетние бобовые культуры поукосно	1.	Озимая рожь на з/м + однолетние бобовые культуры поукосно
2.	Озимая рожь + пожнивные	2.	Озимая рожь + пожнивные
3.	Картофель	3.	Картофель, кукуруза
4.	Кукуруза	4.	Ячмень
5.	Яровые зерновые	5.	Озимая рожь + пожнивные
6.	Зернобобовые	6.	Овес, люпин на зерно
7.	Зерновые Зерновых 57,2 %		Зерновых 67 %
III		IV	
1.	Озимая рожь на з/м + поукосные культуры	1.	Озимая рожь на з/м + поукосные культуры
2.	Озимая рожь	2.	Озимая рожь
3.	Картофель, кукуруза	3.	Картофель
4.	Кукуруза	4.	Кукуруза
5.	Ячмень, овес	5.	Овес, ячмень Кормовых 60 % Зерновых 40 %
6.	Однолетние бобовые травы + поукосные культуры		
7.	Овес Кормовых 57 % Зерновых 43 %		

В каждом сельскохозяйственном предприятии должен быть план использования каждого рабочего участка (урочища) на предстоящие годы. Там, где допускается нарушение оптимального размещения культур, недобор урожая зерна составляет не менее 4–5 ц/га. Без полной отдачи расходуются удобрения и средства защиты.

4.3 Ресурсосберегающая система применения органических и минеральных удобрений

Состояние плодородия почв и продуктивность сельскохозяйственных культур в значительной степени определяется уровнем применения минеральных и органических удобрений.

В процессе формирования продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях современного земледелия не менее половины суммарных энергетических затрат приходится на производство, транспортировку, хранение и внесение всех видов удобрений.

Без применения средств химизации производство конкурентоспособной продукции в растениеводстве невозможно. В связи с этим разработка и внедрение энергосберегающих технологий применения удобрений является одной из главных задач развития агропромышленного комплекса.

Теоретической основой для расчета потребности в минеральных удобрениях до 1993–1995 гг. была концентрация расширенного воспроизводства плодородия почв, разработанная в Институте почвоведения и агрохимии. Согласно этой концепции, потребность в минеральных удобрениях определялась исходя из дозы, необходимой для получения планируемой урожайности и дополнительного количества (сверх выноса с урожаем) для повышенного содержания элементов питания в почвах. В результате реализации данного подхода в республике за сравнительно короткий срок (около 20 лет) удалось существенно повысить плодородие пахотных почв – на основных площадях нейтрализовать почвенную кислотность, существенно, более чем в 2,5 раза, повысить содержание в почвах подвижных форм фосфора и калия, улучшить гумусовое состояние почв. В основе этих достижений была государственная поддержка сельскохозяйственных предприятий и предприятий по производству минеральных удобрений, всей системы агрохимического обслуживания. Работа по повышению плодородия почв основывалась на научно-методических разработках научно-исследовательских учреждений республики и внедрялась через автоматизированную систему управления плодородия почв, которая включала базу данных агрохимических свойств почв республики и программный комплекс по решению задач на ее основе по распределению фондов минеральных удобрений, разработке планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры, составлению проектно-сметной документации на известкование кислых почв, анализу эффективности использования удобрений.

Достигнутый уровень плодородия дерново-подзолистых почв в республике позволил перейти на новую систему применения удобрений, от концепции расширенного воспроизводства плодородия почв к поддерживающей системе применения удобрений, основанной на принципах поддержания плодородия на почвах с высоким содержанием элементов питания и применения повышенных доз на слабообеспеченных почвах. Суть ресурсосберегающей системы применения минеральных удобрений заключается в том, что расчетные дозы минеральных удобрений с учетом действия и последствие органических удобрений на почвах с оптимальным содержанием фосфора и калия должны компенсировать вынос этих элементов с урожаем, т. е. поддерживать достигнутый уровень обеспеченности почв. На почвах с более низким содержанием фосфора и калия расчетные дозы фосфорных и калийных удобрений на 40–80 % превышают вынос указанных элементов с целью постепенного повышения запасов их в почвах, а на почвах с содержанием фосфора и калия более 300 мг/кг при расчете доз удобрений предусматривается только частичная (50–60 %) компенсация выноса. Азотные удобрения применяются в оптимальных дозах на получение планируемой урожайности.

Такой подход позволил значительно сократить потребность в минеральных удобрениях. Так, если в 1990 г. в целом по республике применялось 2011,2 тыс. т д.в. NPK, то в настоящее время полная потребность в минеральных удобрениях оценивается на уровне 1600 тыс. т д.в. В первую очередь это произошло за счет снижения расчетных доз фосфорных и калийных удобрений на почвах с содержанием фосфора и калия более 200 мг/кг при оптимуме азота.

Фактическое внесение минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве достигло минимальных размеров в 1995 г. – 512 тыс. т д.в. или 86 кг/га пашни. За два последующих года оно возросло до 830 тыс. т д.в. или на 60 %. В 2007 году в сельском хозяйстве страны использовалось 1500 тыс. т д.в. минеральных удобрений.

В соответствии с Государственной программой возрождения и развития села планируется увеличение поставок минеральных удобрений сельскому хозяйству к 2010 году до 1760 тыс. т д.в., в том числе 633 тыс. т азотных, 300 – фосфорных и 827 тыс. т д.в. калийных удобрений.

4.3.1 Применение органических удобрений

Очень важным и относительно дешевым источником элементов питания являются органические удобрения. В 1996 г. при применении 8,9 т/га органических удобрений и продуктивности пашни 32 ц/га к.ед. за счет органических удобрений было компенсировано около 45 % общего выноса NPK с урожаем при себестоимости на 20–25 % ниже, чем в эквивалентном количестве минеральных удобрений.

Органические удобрения увеличивают запасы гумуса и элементов питания, поглонительную способность и влагоемкость почв, улучшают водно-физические свойства, снижают отрицательное действие кислотности, активизируют микробиологические процессы и способствуют оптимизации минерального питания.

Минимальная потребность в органических удобрениях для обеспечения бездефицитного баланса гумуса определяется количеством, необходимым для восполнения потерь органического вещества почвы в результате минерализации при возделывании сельскохозяйственных культур. Темпы минерализации гумуса в почвах зависят от ряда факторов: технологии возделывания сельскохозяйственных культур, структуры посевных площадей, способов механической обработки почв, уровня получаемых урожаев. При сложившейся структуре посевных площадей на пахотных землях минерализуется в среднем 1,0–1,2 т/га гумуса в год. За счет растительных остатков в зависимости от гранулометрического состава почв образуется от 400 до 700 кг/га гумуса. В среднем на связных почвах восстанавливается около 50 %, на легких почвах — около 40 % потерь гумуса. Остальное количество минерализованного гумуса должно быть восстановлено за счет внесения органических удобрений.

С учетом нынешней средне республиканской структуры посевных площадей для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах минимальная потребность в органических удобрениях составляет 9,4 т/га, или 43 млн тонн. Фактически органические удобрения в последние годы вносились на 8–12 млн тонн меньше указанной потребности. Значительная часть накапливаемого на фермах навоза на поля не вывозится, что связано, прежде всего, с большими затратами на вывоз и внесение.

С учетом фактического поголовья скота и выхода экскрементов реальный выход навоза оценивается в 39,3 млн тонн, что не обеспечивает потребности интенсивного земледелия (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Потребность и возможные объемы производства и внесения органических удобрений в Республике Беларусь

Область	Потребность органических удобрений для бездефицитного баланса гумуса		Фактически внесено органических удобрений в 2004 г.		Возможное накопление навоза	
	млн т	т/га	млн т	т/га	млн т	т/га
Брестская	8,3	11,8	4,8	6,8	7,1	10,0
Витебская	5,3	7,6	2,3	3,3	6,1	8,8
Гомельская	8,2	12,3	3,9	5,9	5,7	8,6
Гродненская	7,2	10,6	7,3	11,0	7,6	11,4
Минская	8,4	8,0	6,8	6,5	9,0	8,6
Могилевская	5,6	7,8	2,4	3,5	4,9	7,1
<i>Всего по Беларуси</i>	43,0	9,4	27,5	6,2	39,3	9,0

Для обеспечения производства органических удобрений на уровне 43–45 млн т необходимо ежегодно использовать 3,2–3,6 млн т соломы, 2,8 млн т торфа, а также иметь в структуре посевных площадей не менее 10 % пожнивных и поукосных культур, запашка растительных остатков которых позволит дополнительно получать до 1,5 млн т органического вещества.

Виды органических удобрений

Подстилочный навоз (навоз КРС на соломенной и на торфяной подстилке) – основной вид органических удобрений. Лучшими подстилочными материалами для данного вида навоза являются торф и солома зерновых культур. При их недостатке используют древесные опилки и другие материалы. Среднее содержание элементов питания в подстилочном навозе: N – 5,0 кг/т, P₂O₅ – 2,5, K₂O – 6,0, CaO – 4,0, MgO – 1,1, SO₄ – 0,6 кг/т, влажность – 75 %, органическое вещество – 210 кг/т; в торфяном навозе соответственно – N – 6,0 кг/т, P₂O₅ – 2,0, K₂O – 5,0, CaO – 4,5, MgO – 1,0, SO₄ – 0,5 кг/т, влажность – 75 %, органическое вещество – 220 кг/т. Химический состав подстилочного навоза может существенно изменяться в зависимости от продолжительности хранения. Применять его необходимо в полуперепревшем состоянии, т. к. при более длительном хранении содержание аммонийного азота уменьшается в два и более

раза (за 6 месяцев хранения содержание органического вещества уменьшается с 22 до 17 % от исходного количества, а содержание аммонийного азота – с 0,13 до 0,06 %). Равномерность внесения и своевременная заделка подстилочного навоза обеспечивают высокую эффективность его использования и снижение потерь азота в окружающую среду (при заделке через 4 часа потери аммиачного азота могут достигать 55 %, через 48 часов – 80 %).

Жидкий навоз – бесподстилочный, накапливающийся на комплексах по откорму свиней и КРС. Качественные показатели его следующие: влажность – 95 % (на сырой вес), органическое вещество – 40,0 кг/т, $N_{\text{общ}}$ – 2,0 кг/т, P_2O_5 – 1,0, K_2O – 2,5, CaO – 0,5, MgO – 0,4, SO_4 – 0,1 кг/т ($N_{\text{общ}}$ – 0,2 %, P_2O_5 – 0,1, K_2O – 0,25, CaO – 0,05, MgO – 0,04, SO_4 – 0,01 %). В структуре органических удобрений жидкий навоз занимает около 40 %. Рентабельность его применения и удобрительная ценность снижается при увеличении норм расхода воды (с влажностью более 95 % его применение нерентабельно).

Компосты – органические удобрения, получаемые в результате микробиологического разложения смеси навоза с торфом и другими органическими материалами.

Торфонавозный компост (ТНК) – соотношение торфа к навозу (наиболее ценный по питательным веществам – низинный торф) принимается от 1:1 до 1:3. Содержание элементов питания в компосте высокого качества (торф:навоз = 1:3) с влажностью 70 % следующее: органическое вещество – 220 кг/т, $N_{\text{общ}}$ – 6,0, P_2O_5 – 2,0, K_2O – 5,0, CaO – 4,5, MgO – 1,0, SO_4 – 0,5 кг/т. По эффективности вызревший торфонавозный компост практически не уступает солоmistому навозу.

Лигнинонавозные компосты – органические удобрения, приготовленные с использованием побочного продукта производства Бобруйского и Речицкого гидролизных заводов – гидролизного лигнина, нейтрализованного известковым молоком. Эффективны лигнинонавозные компосты с известковым молоком при соотношении лигнина к навозу 1:1. Агрохимическая характеристика компостов со средней влажностью 60–62 % следующая, % (на сырое вещество): N – 0,62, P_2O_5 – 0,24, K_2O – 0,80, CaO – 2,7, MgO – 0,60, рН – 7,9. Удобрительная ценность лигнинонавозных компостов равна торфонавозному компосту.

Сапропели – донные отложения пресноводных водоемов. После приготовления из них органические удобрения (процесс включает промораживание и доведение влажности до 60 %) содержат в среднем (на сухое вещество): $N_{\text{общ}}$ – 1,6–2,5 %, P_2O_5 – 0,10–0,19, K_2O –

0,04–0,4, CaO – 0,1–1,9, MgO – 0,08–0,3 %. Доступного азота и калия в сапропеле в 3–4 раза меньше, чем в навозе. Удобрительная ценность 1 т наиболее ценных органических сапропелей приравнивается к 0,6–0,7 т торфонавозного компоста. Применение сапропелей ограничено радиусом в 10–15 км от места добычи из-за высоких затрат на их добычу и транспортировку.

Органические удобрения (перепревший солоmistый навоз, хорошо вызревшие компосты) вносят под зяблевую вспашку, при подготовке почвы под культуры севооборота (озимая рожь, картофель, кормовые корнеплоды, кукуруза), запахивают на глубину 14–16 см. В случае невозможности внесения всего объема органических удобрений осенью, их вносят весной под однолетние бобово-злаковые смеси, которые являются предшественниками озимых зерновых культур. Дозы подстилочного навоза или компостов под вышеуказанные культуры следующие: озимые зерновые – 20–40 т/га, картофель – 40–70, кормовые корнеплоды и кукурузу – 70–80, однолетние бобово-злаковые смеси – 20–40 т/га.

Жидкий навоз, содержащий элементы питания в легкоусвояемой форме, применяют как в основную заправку почвы, так и в подкормку: под пропашные при 90 % влажности – 60–120 т/га (навоз КРС) – 40–75 т/га (свиней), под многолетние злаковые и бобово-злаковые травы при перезалужении соответственно – 40–80 и 25–50 т/га, при подкормках – 100–140 и 65–90, на улучшенных сенокосах и пастбищах – 80–100 и 50–70 т/га.

Целесообразно применение жидкого навоза совместно с соломой. В этом случае его вносят (5–10 т/га) по измельченной и равномерно разбросанной соломе во время уборки с немедленной заашкой.

На отдаленных от животноводческих комплексов участках в качестве органического удобрения вносится солома зерновых, крупяных, зернобобовых и крестоцветных культур, которая запахивается совместно с азотными удобрениями (10–12 кг N на 1 т соломы).

Периодичность применения органических удобрений на легких почвах – один или два раза в звене пятипольного севооборота в зависимости от биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур.

Основной задачей в работе с органическими удобрениями является повышение объемов и качества их заготовки. В связи с этим необходимо задействовать все возможные дополнительные источники органических веществ – сидераты, торф, солому, гидролизный лигнин, древесные отходы, костру так, как это делается в зарубежных странах.

По данным научных исследований, 1 га промежуточных культур позволяет увеличить выход органического вещества на 4 т на почвах с баллом почв от 30 до 40 и 5 т с баллом 40–50. В республике они в 1997 г. занимали 418 тыс. га. Запашка зеленой массы сидератов по действию на урожай равноценна 25–30 т/га навоза.

Одним из важнейших источников накопления органических удобрений в нынешней ситуации является использование соломы озимых зерновых культур. С учетом фактической урожайности зерновых культур для этих целей можно выделить 1,5–2,0 млн т соломы. Наиболее эффективно использовать ее в качестве подстилки скоту. Подстилочный навоз обладает высоким качеством, а себестоимость производства его сегодня на 10 % ниже, чем торфяного навоза.

Доступной энергосберегающей технологией использования соломы в качестве удобрения является ее раздельное применение с жидким навозом. По своему влиянию на урожай солома с жидким навозом равноценна подстилочному соломистому навозу. Особенно выгодно применение такой технологии на отдаленных от ферм полях. Это самый экологический прием использования жидкого навоза. Объем жидкого навоза в структуре всех органических удобрений составляет около 40 %.

Вносить органические удобрения следует, в первую очередь, на менее плодородных почвах и при размещении озимых по зерновым предшественникам, однолетним и многолетним злаковым травам. Норма подстилочного навоза 20–30 т/га, торфо-навозных компостов 30–40 т/га, бесподстилочного жидкого навоза 40–50 т/га. Наиболее эффективно сочетание органических и минеральных удобрений под озимые зерновые культуры.

Для повышения эффекта от твердых органических удобрений, их заготовку и хранение лучше осуществлять возле животноводческих ферм, а внесение в почву – по прямоточной технологии. Затраты на погрузку, транспортировку и внесение органических удобрений по прямоточной технологии в расчете на 1 т на 33 % ниже, чем по перевалочной технологии, однако это возможно при наличии достаточного количества техники. Лучшим сроком внесения органических удобрений является летне-осенний период. В этом случае весенние полевые работы можно выполнить в лучшие агротехнические сроки и избежать значительного переуплотнения почвы, которое происходит весной при работе техники на увлажненных почвах. В перспективе необходимо до 50–60 % от всего объема заготавливаемых органических удобрений вносить в летне-осенний период.

По прогнозным расчетам, ежегодные объемы применения органических удобрений в республике увеличатся в 2006–2007 годах до 38,7 млн тонн, а в 2008–2009 годах – до 41,9 млн тонн, что составит соответственно 8,7 и 9,4 т/га и обеспечит положительный баланс гумуса в почве. На перспективу до 2015 года увеличение объемов применения органических удобрений в республике не планируется.

4.3.2 Применение минеральных удобрений

В формировании урожая сельскохозяйственных культур на долю минеральных удобрений приходится около 50 %. Минеральные удобрения должны обеспечивать максимальную отдачу в виде прибавки урожайности сельскохозяйственных культур. Ресурсосберегающая система применения удобрений в нашей стране построена таким образом, чтобы компенсировать вынос элементов питания с урожаем и обеспечивать хотя бы минимальное повышение запасов в почвах фосфора и калия. В то же время минеральное питание сельскохозяйственных культур должно быть сбалансированным по всем основным элементам, поскольку недостаток одного элемента нельзя заменить избытком другого.

При расчете потребности в удобрениях используется нормативный метод, т. е. когда за основу берется норматив затрат удобрений на формирование 1 тонны продукции или вынос основных элементов питания (таблица 4.10). Учитывается также уровень планируемых урожаев, биологические особенности возделываемых культур, тип почвы и ее гранулометрический состав, обеспеченность почв подвижными формами фосфора и калия, структура посевных площадей.

Таблица 4.10 – Вынос основных элементов питания на дерново-подзолистых почвах с 1 т зерна и соответствующим количеством соломы, кг

Культура	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калий (K ₂ O)
Озимая пшеница	28,2	10,8	19,2
Озимая рожь	28,0	12,1	23,3
Озимый ячмень	25,0	11,1	25,0
Озимое тритикале	26,0	11,5	21,0
Яровая пшеница	30,4	11,6	24,7
Яровой ячмень	29,1	11,9	27,4
Яровое тритикале	26,0	11,5	21,0
Овес	25,9	12,4	28,6

Поддержание достигнутого уровня плодородия почв является одним из важнейших условий эффективного ведения сельского хозяйства республики. Агрохимически окультуренные почвы, т. е. почвы достаточно высоко обеспеченные фосфором, калием, гумусом с оптимальной реакцией среды обуславливают стабильную основу продуктивности растениеводческой отрасли особенно в годы с неблагоприятными погодными условиями. На таких почвах для получения планируемой урожайности сельскохозяйственных культур требуются меньшие затраты минеральных удобрений, что позволяет перейти на принципиально новую ресурсосберегающую систему их применения. В настоящее время данная система реализована при расчете оптимальных доз минеральных удобрений на планируемую урожайность в планах применения удобрений по полям и отдельно удобряемым участкам.

Полная норма фосфорных и калийных удобрений вносится с осени. Дозы строго дифференцируются в зависимости от почвенных условий и планируемого урожая (таблица 4.11).

Большая роль в получении высоких урожаев зерновых культур в условиях Беларуси принадлежит азотным удобрениям. Они позволяют управлять процессами кущения, формировать оптимальную структуру и продуктивность посевов с высоким качеством зерна.

Внесение высоких норм азота в один прием без ретардантов (на посевах пшеницы – свыше 120 кг/га, на посевах ржи и тритикале – свыше 100 кг/га действующего вещества), особенно при повышенных нормах высева семян, приводит к загущению посевов, их полеганию, снижению урожайности и качества зерна, затрудняет уборку. Дробное внесение азота – в 2–3 приема позволяет избежать многих негативных явлений.

Для обеспечения производства органических удобрений на уровне 43–45 млн т необходимо ежегодно использовать 3,2–3,6 млн т соломы, 2,8 млн т торфа, а также иметь в структуре посевных площадей не менее 10 % пожнивных и поукосных культур, запашка растительных остатков которых позволит дополнительно получать до 1,5 млн т органического вещества.

Большое значение имеют сроки внесения азотных удобрений. Для озимых зерновых при размещении по бобовым предшественникам, или при внесении органических удобрений, осеннее внесение азотных удобрений нецелесообразно, т. к. не дает положительных результатов, даже ухудшает условия перезимовки. Азотные удобрения в этом случае вносятся в подкормки после перезимовки. Наиболее эффективным приемом внесения азотных удобрений для яровых культур является сочетание предпосевного внесения (от 1/2 до 2/3 общей нормы) с внесением остатальной части удобрений в период вегетации.

Таблица 4.11 – Ориентировочные дозы удобрений под зерновые культуры на дерново-подзолистых почвах

Культуры	Планируемый урожай, т/га	Навоз, т/га	Азотные удобрения, кг/га д.в.	Фосфорные удобрения, кг/га д.в.					Калийные удобрения, кг/га д.в.				
				Содержание P_2O_5 в почве, мг/кг					Содержание K_2O в почве, мг/кг				
				<100	101–150	151–200	201–300	301–400	<80	81–140	141–200	201–300	301–400
Озимые зерновые	2,1–3,0	20–30	40–60	50–70	40–60	30–50	10–20	–	60–80	40–60	30–50	20–30	–
	3,1–4,0		60–80	70–90	60–80	50–70	20–30	–	80–100	60–80	50–70	30–40	–
	4,1–5,0		80–90	90–110	80–90	70–80	30–40	10–20	100–120	80–100	70–80	40–50	–
	5,1–6,0		90–100	110–120	90–100	80–90	40–50	10–20	120–140	100–120	80–100	50–60	–
Яровые зерновые	2,1–3,0	послед- дейст- вие	50–60	40–60	30–50	30–40	10–20	–	60–90	50–70	40–60	30–40	–
	3,1–4,0		60–70	60–80	50–70	40–60	20–30	–	90–110	70–90	60–80	40–50	–
	4,1–5,0		70–80	80–100	70–80	60–70	30–40	10–20	110–130	90–100	80–90	50–60	10–15
	5,1–6,0		80–90	100–110	80–90	70–80	40–50	10–20	130–150	100–110	90–100	60–80	15–20

Подкормку озимых весной начинают, когда среднесуточные температуры воздуха переходят через +5 °С, возобновляется вегетация растений (появляются молодые корешки).

Вторую подкормку озимых и первую яровых (пшеницы и тритикале) проводят в начале выхода в трубку. Более поздние подкормки (в фазе флагового листа, колошения) улучшают качество зерна (массу 1000 зерен, содержание белка и клейковины).

В Республике Беларусь в последние годы применяется в основном следующий ассортимент минеральных удобрений:

- 1) **азотные** – карбамид, карбамид медленнодействующий с регулятором роста растений гидрогуматом, сульфат аммония, сульфат аммония с покрытием и КАС. Производитель ОАО «ГродноАзот»;
- 2) **фосфорные** – аммофос, аммонизированный суперфосфат и комплексные удобрения. Производитель «Гомельский химический завод»;
- 3) **калийные** – калий хлористый гранулированный, калий хлористый мелкий, калий хлористый крупнозернистый и соль калийная смешанная. Производитель ОАО «Беларуськалий».

Важным фактором повышения эффективности минеральных удобрений является совершенствование технологических приемов внесения удобрений.

Только из-за неравномерности распределения твердых азотных удобрений по поверхности поля при подкормке озимых зерновых культур машинами НРУ-0,5, РМГ-4, МВУ-30 теряется до 25 % прибавки урожая от азота. Избежать этих потерь частично можно, перейдя на внесение жидкого азотного удобрения КАС опрыскивателями ОПШ-15 или ОП-2000, или подкормку твердыми азотными удобрениями машинами РШУ-12, которые распределяют удобрения равномерно (таблица 4.12).

Современные ресурсосберегающие технологии требуют замены существующего парка машин для внесения удобрений на новые высокопроизводительные машины, соответствующие современным требованиям по точности дозирования и равномерности распределения по поверхности поля.

Одним из резервов повышения продуктивности зерновых культур в энергосберегающем земледелии является применение микроудобрений. Существенный эффект обеспечивает совместное применение жидких азотных удобрений (КАС) с микроэлементами. Критерием необходимости применения микроудобрений являются данные агрохимического обследования почв и биологические требования возделываемых культур. В настоящее время в ряде районов республики на торфяных и дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах при возделывании зерновых обнаруживается дефицит меди.

Таблица 4.12 – Эффективность азотных подкормок сельскохозяйственных культур в зависимости от применяемых форм и средств внесения

Культура	Машины для внесения минеральных удобрений	Форма удобрения	Окупаемость 1 кг азота, кг зерна
Озимая пшеница	ОПШ-15, ОП-2000 РШУ-12, туковые сеялки	КАС аммиачная селитра	15,3 15,3
	НРУ-0,5, МВУ-30 НРУ-0,5, МВУ-30 дисковые сеялки (щелевание)	- « - карбамид - « -	11,5 7,6
Озимая рожь	ОПШ-15, ОП-2000 РШУ-12, туковые сеялки	КАС аммиачная селитра	13,5 13,5
	НРУ-0,5, МВУ-30 НРУ-0,5, МВУ-30 дисковые сеялки (щелевание)	- « - карбамид - « -	10,1 6,7 8,8

Это связано в первую очередь с тем, что в последние годы медь-содержащие удобрения на посевах зерновых культур практически не применялись.

Исследованиями Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии показано, что некорневые подкормки сернокислой медью в дозе 100–120 г/га в фазу начала трубка полностью обеспечивают потребность зерновых культур в этом элементе.

Одним из элементов ресурсосбережения является увеличение объемов промышленного производства и применения комплексных форм минеральных удобрений, сбалансированных по содержанию и соотношению элементов питания под отдельные культуры или группы культур. Во многих странах, таких как Швеция, Финляндия, Франция, Великобритания, Япония, в виде комплексных форм применяется от 50 до 80 % от общих объемов удобрений.

Применение комплексных, сложносмешанных удобрений позволяет повысить равномерность внесения, сократить количество проходов техники, уменьшить потребность в туковысевающих машинах, гарантировать нужное соотношение элементов питания. При

минимальном повышении эффективности удобрений на 10 % на каждую тонну физического веса комплексных удобрений под зерновые культуры чистый доход за вычетом всех затрат составит 26 долларов США.

Для комплексных удобрений в общем ассортименте удобрений республики в настоящее время – 10–15 %, в перспективе ее следует увеличить до 30–40 %.

Производство и применение комплексных форм минеральных удобрений, сбалансированных по основным элементам питания с учетом биологических особенностей культур, должно проводиться в значительно больших объемах.

Очень важным в системе ресурсосбережения является совместное применение минеральных макро- и микроудобрений, средств химической защиты и регуляторов роста.

В условиях растущих цен на удобрения и энергоресурсы, выросших требований к охране окружающей среды, важным в применении удобрений является точное и равномерное распределение их по полю и возможность применения их в баковых смесях.

Наиболее полно перечисленным требованиям отвечает жидкое азотное удобрение КАС (смесь карбамида и аммиачной селитры). Используются растворы КАС с содержанием 28–32 % азота.

Тенденция к постоянному увеличению объемов производства и применения КАС в Беларуси обусловлена рядом преимуществ его в сравнении с твердыми азотными удобрениями:

- оптимальной точностью распределения по полю;
- высокой производительностью при внесении;
- точной дозировкой при малых количествах внесения удобрений;
- быстрым поглощением питательных веществ удобрения через листья;
- комбинированным применением в баковых смесях со средствами защиты растений, микроудобрениями и регуляторами роста.

Преимущества таких комбинаций:

- уменьшение производственных операций, соответственно проездов по полю;
- уменьшение уплотнения почвы и снижение повреждения посевов;
- лучшее смачивание и прилипание препаратов к растениям;
- повышение биологического действия средств защиты растений, а значит, возможность уменьшения количества препаратов, без снижения эффекта;
- более быстрый выход растений из стрессового состояния, вызываемого применением одних пестицидов.

Подбор компонентов баковых смесей должен проводиться с учетом их совместимости и токсикологической оценки. Смеси должны обладать биологической, физической и химической совместимостью и применяться в оптимальные сроки.

Применение баковых смесей КАС с другими агрохимикатами экономически выгодное мероприятие в технологии возделывания зерновых культур.

Ресурсосберегающая система применения минеральных удобрений решает тактическую задачу рационального и экономически эффективного использования имеющихся ресурсов минеральных удобрений. Выход на современный уровень ведения сельскохозяйственного производства может быть решен только при условии применения оптимальных и сбалансированных доз минеральных макро- и микроудобрений на фоне постоянного повышения агрохимического состояния плодородия почв.

Реализация ресурсосберегающей системы применения органических и минеральных удобрений позволяет осуществлять выравнивание агрохимической пестроты полей и получать максимальную отдачу от удобрений.

4.4 Эффективное применение средств защиты растений

Важным элементом современных технологий возделывания зерновых культур является защита растений от вредителей, болезней и сорняков. Природно-климатические условия республики благоприятны для распространения и развития более 65 видов наиболее опасных вредителей, 100 видов болезней культурных растений и 300 видов сорных растений.

Своевременное, качественное проведение защитных мероприятий в посевах зерновых культур обеспечивает в среднем сохранность от 5,7 до 6,5 ц/га урожая зерна.

Переход к энергосберегающим технологиям требует особого внимания к мерам по защите посевов от сорняков, болезней и вредителей. Основой защиты растений при энергосберегающих технологиях являются правильно организованные фитосанитарные севообороты и применение экологически безопасных химических средств защиты растений. Они дополняются агротехническими приемами, включающими выбор устойчивых к болезням и вредителям сортов, тщательное соблюдение технологии возделывания культур.

Фитосанитарная обстановка в земледелии и растениеводстве формируется преимущественно под влиянием климатических, по-

годных и антропогенных факторов. В краткосрочном периоде (сезон или календарный год) фитосанитарная ситуация в посевах зерновых культур формируется, главным образом, под влиянием погодных условий, а в долгосрочном периоде (более года) она формируется преимущественно под воздействием климата, системы земледелия в целом и отдельных ее элементов (севообороты, способы обработки почвы, структура посевных площадей, сорта зерновых культур, известкование, органические и минеральные удобрения, средства защиты растений).

В современном фитосанитарном состоянии агроценозов республики наиболее тревожная ситуация сложилась с засоренностью пашни сорняками. По данным РУП «Институт защиты растений», средняя засоренность основных сельскохозяйственных культур составляет 80,3–181,1 шт./м². Видовой состав сорных растений достаточно обширен.

Из многолетних сорняков отмечена высокая численность пырея ползучего (в среднем 36,3 шт./м²), много различных видов осота и полыни. Малолетние сорные растения представлены, в основном, видами, устойчивыми к гербицидам группы 2,4-Д и 2М-4Х. Это ромашка непахучая, фиалка полевая, звездчатка средняя, пикульник и другие.

Значительному увеличению засоренности посевов способствовал отказ или несвоевременное проведение лущения стерни и зяблевой вспашки, отказ от осеннего применения общеистребляющих гербицидов, производных глифосата.

Высокая засоренность и нарушение агротехники приводят к увеличению распространенности болезней (особенно корневых гнилей и спорыньи) на зерновых культурах и многих вредителей (проволочников, тлей, листоедов и т. д.).

Снижение объемов химической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков в 1996–2003 гг. до 41,4–51,5 % по отношению к 1990 г. также явилось причиной усложнения фитосанитарной ситуации посевов. Для снижения уровня негативного воздействия вредных организмов на продуктивность сельскохозяйственных культур в 2008–2010 гг. потребуется более масштабное использование средств защиты растений химической и биологической природы.

Для того чтобы повысить среднюю для республики урожайность зерновых культур до 35–40 ц/га, наряду с оптимизацией всех элементов технологии возделывания объем обработок посевов против вредных организмов необходимо увеличить в 1,6 раза к уровню 2004 года. Затраты на защиту посевов зерновых культур должны составлять ежегодно 50,5 млн долл. США (таблица 4.13).

Протравливание посевного материала – эффективное, экономически выгодное мероприятие. Оно является необходимым агроприемом, который обеспечивает:

- обеззараживание семян от возбудителей болезней;
- защиту проростков и всходов от поражения возбудителями болезней и гибели;
- оптимизацию энергии прорастания и полевой всхожести;
- возможность сокращения количества фунгицидных обработок в период вегетации растений.

Таблица 4.13 – Оптимальные уровни объемов обработок и затрат на защиту посевов зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков (прогноз до 2010 года)

Защитные мероприятия	Площадь возделывания, тыс. га	Урожайность, ц/га	Обработываемая площадь, % от посевной	Затрат, \$/га	Затраты на всю площадь, тыс. долл. США
Протравливание семян			100	5	10100,0
Защита от сорняков			100	10	17900,0
Защита от болезней	2020	35–40	75	12	17460,3
Защита от вредителей			25	2	1010,0
Обработка ретардантами			25	8	4040,0
<i>Всего</i>	2020				50510,3

Преимуществом этого метода защиты от болезней являются сравнительно небольшие затраты в расчете на 1 гектар посевов. Для надежной защиты растений необходимо правильно выбрать протравливатель. С этой целью следует провести фитоэкспертизу семенного материала на зараженность и выявить состав возбудителей, степень пораженности семян. Затем определить перечень эффективных протравителей, спектр действия которых наиболее полно соответствует уста-

новленным возбудителям инфекции, руководствуясь «Каталогом пестицидов, допущенных к использованию на территории Республики Беларусь». Далее из числа подходящих протравителей выбрать наиболее экономически выгодный.

Обязательным условием при протравливании семян зерновых культур является строгое соблюдение норм расхода химического препарата (таблицы 4.14 и 4.15), т. к. их увеличение может снизить посевные и урожайные свойства семян, а уменьшение норм расхода не обеспечит эффективной защиты от патогенов.

Эффективное обеззараживание семян достигается при применении протравливания с инкрустацией. В инкрустационный состав кроме протравливателя включается один из прилипателей (NaKMЦ – 0,2 кг/т; ПВС – 0,5 л/т; М-3-80 г/т). Рекомендуется применять в качестве прилипателя и рост регулирующего соединения следующие препараты: гисинар – 0,4–0,6 л/т, инкор – 0,65–0,85 л/т, можно использовать регуляторы роста растений (гидрогумат, оксигумат – 0,2–0,5 л/т) и микроэлементы. При использовании в качестве прилипателя NaKMЦ следует помнить, что серноокислая медь вызывает его коагуляцию и в раствор не добавляется.

Таблица 4.14 – Рекомендуемые препараты для протравливания озимых зерновых культур

Вредный организм	Условия проведения обработок	Препарат, нормы расхода (л/т, кг/т)
Снежная плесень, корневые гнили, септориоз, спорынья, твердая головня	В зонах сильного ежегодного развития снежной плесени	Кинто ДуО – 2,5; максим к.с. – 2,0; прелюд с.п. – 1,5
Снежная плесень, корневые гнили, спорынья, плесневение семян	В зонах умеренного проявления снежной плесени при отсутствии устойчивости возбудителя к препаратам бензимидазольного ряда	беномил, 50 % с.п. – 2,0; дерозал, 50 % к.с. – 2,0–2,5 колфуго супер колор к.с., 20 % с.п. – 2,0; сенсей, в.с. к – 0,3–0,5
Снежная плесень, корневые гнили, спорынья, твердая и пыльная головня	В зонах умеренного проявления снежной плесени при многолетнем использовании препаратов бензимидазольного ряда	байтон-универсал с.п. – 2,0; витавакс 200 ФФ, 34 % в с.к. – 2,5–3,0; витарос 39,6 в с.к. – 2,5–3,0; дивинд, 3 % т. к.с. – 2,0; дивидент стар к.с.з. 3,6% – 1,0; максим к.с. 2,0 премис 200 к.с. 0,15–0,19 раксил, с.п. – 1,5; суми 8,2 % ФЛО – 1,0–1,5

Таблица 4.15 – Препараты для протравливания яровых зерновых культур

Препарат	Норма расхода, л/т, кг/т	Болезни
Агроцит, 50 % с.п.	2–3	Пыльная, твердая головня, корневые гнили
Байтан, 15 % с.п.	2	Пыльная, твердая головня, корневые гнили, плесневение семян, мучнистая роса
Байтан-универсал, 19,5 % с.п.	2	
Винцинт, 5 % к.с.	2	Пыльная, твердая головня, корневые гнили, плесневение семян
Витавакс 200,75 % с.п.	3	Те же
Паноктин, 35 % в.р.	2	Твердая головня, корневые гнили, септориоз
Раксил, 2 % с.п.	1,5	Те же
Суми 8 % с.п.	1,5	Пыльная, твердая головня, корневые гнили, плесневение семян
Фенорам 70 % с.п.	2–3	Те же

Примечание: с.п. – смачивающий порошок; к.с. – концентрат суспензии; в.р. – водный раствор.

В Беларуси протравливание является обязательным агроприемом.

Уход за посевами озимых зерновых культур

Уход за посевами озимых зерновых культур – это проведение ряда мероприятий, направленных на создание благоприятных условий для роста и развития растений во время осенней вегетации. При уходе в зиму растения должны быть хорошо развиты, иметь 3–4 побега, высоту 10–20 см и густоту 350–450 растений на 1 квадратный метр в зависимости от культуры.

Для борьбы с сорной растительностью во время осенней вегетации необходимо применение рекомендуемых химпрепаратов (таблица 4.16), выбор которых осуществляется в соответствии с проведенным мониторингом.

При использовании средств защиты растений важнейшими условиями являются строгое соблюдение рекомендованных доз, сроков, фаз развития растений с учетом температуры окружающей среды,

атмосферной и почвенной влажности. Норма расхода рабочей жидкости – 200–300 л/га. Движение опрыскивающих агрегатов осуществляется вдоль рядков челночным способом с петлевыми поворотами. Скорость движения – 8–9 км/ч. Для обеспечения перекрытия факелов распыла штанги опрыскивателя необходимо установить над растениями на высоте 50–60 сантиметров.

Таблица 4.16 – Химические препараты для борьбы с сорной растительностью во время осенней вегетации озимых зерновых культур

Условия, сроки и способы проведения защитных мероприятий, вредный объект	Гербициды, баковые смеси, норма расхода
Опрыскивание вегетирующих сорняков после уборки предшественника – пырей ползучий осот полевой, бодяк полевой, польнь обыкновенная, дрема белая, виды одуванчика, подорожника и др.	белфосфат, 360 г/л в.р.; глиалка в.р., глифос в.р., глифоган в.р. доминатор в.р., торнадо в.р., ураган в.р., раундат в.р. и др. аналоги или их баковые смеси с 2,4Д, удобрениями (КАС, сульфат аммония, хлористый калий) норма – 4–6 л/га
Опрыскивание почвы после посева до всходов против метлицы обыкновенной, ромашки непахучей, подмаренника цепкого, ярутки полевой, фиалки полевой и других однолетних двудольных сорняков	кугар, к.с. – 0,75–1,0 л/гп, легато плюс, 600 к.с. – 0,75–1,0 л/га, рейсер, 25 % к.э., – 1,0–2,0 л/га, стопп, 33 % к.э. – 5,0 л/га, марафон, 375 г/л в.к. – 3,5–4,0 л/га
Опрыскивание посевов в фазе 1–3 листа культуры против однолетних двудольных (в т. ч. устойчивых к 2,4Д и 2М-4Х) и злаковых сорняков	кугар, к.с. – 0,75–1,0 л/гп, легато плюс, 600 к.с. – 0,75–1,0 л/га, гусар в д.г. – 150–200 г/га, марафон, 375 г/л в.к. – 3,5–4,0 л/га, лентипур, 700 к.с. – 1,5–2,0 л/га, лазурит с.п. – 200–300 г/га, зонтран, ккр – 300–600 мл/га
Опрыскивание посевов осенью в фазе 3–5 листьев культуры против метлицы обыкновенной, ромашки непахучей, подмаренника цепкого, ярутки полевой, фиалки полевой и других однолетних двудольных сорняков	кугар, к.с. – 0,75–1,0 л/гп, легато плюс, 600 к.с. – 0,75–1,0 л/га, гусар в д.г. – 150–200 г/га, марафон, 375 г/л в.к. – 3,5–4,0 л/га, лентипур, 700 к.с. – 1,5–2,0 л/га
Примечание: в.р. – водный раствор; к.с. – концентрат сцспензии; к.э. – концентрат эмульсии; в.к. – водорастворимый концентрат; в.д.г. – водно-дисперсионные гранулы; с.п. – смачивающий порошок	

Весенний уход начинают с отвода талых вод в пониженных местах, при необходимости. Эффективным агротехническим приемом является боронование посевов озимых зерновых культур поперек или по диагонали рядков легкими и средними боронами. Это способствует удалению погибшей от снежной плесени массы растений, снижает дальнейшее распространение болезни, улучшает аэрацию почвы и на 50–60 % снижает численность однолетних сорняков.

Следует воздержаться от боронования, если:

- осенью проведена обработка почвенными гербицидами;
- наблюдается выпирание растений, т. к. зубья бороны будут их выдергивать и повреждать;
- озимые зерновые посеяны на полях, подверженных ветровой эрозии.

Таблица 4.17 – Химические препараты для борьбы с сорной растительностью, болезнями и вредителями во время внесений вегетации озимых культур

Условия, сроки и способы проведения защитных мероприятий, вредный объект	Препараты, баковые смеси, норма расхода
Опрыскивание посевов весной в фазе кушения культуры против метлицы обыкновенной, ромашки непахучей, подмаренника цепкого, ярутки полевой, фиалки полевой и других	кугар, к.с. – 0,75–1,0 л/гп, легато плюс, 600 к.с. – 0,75–1,0 л/га, гусар в д.г. – 150–200 г/га, лентипур, 700 к.с. – 1,5–2,0 л/га
Опрыскивание весной в фазе кушения при температуре +12–16 °С против однолетних двудольных, чувствительных к 2,4-Д и 2М-4Х сорных растений (василька синего, ярутки полевой, мари белой, редьки дикой, пастушьей сумки, сурепицы обыкновенной и др.)	аритокс, в.к. – 1,0–1,5 л/га; дезормон, 600 % в.к. – 1,0–1,5 л/га, дикатур Ф, 600 г/л в.р. – 0,6–1,0 л/га диален супер в.р. – 0,5–0,7 л/га, ланцет, к.э. – 1,0–1,25 л/га, лонтрим, 395 г/л, в.р.к. – 1,5–1,75 л/га
Опрыскивание посевов при появлении единичных пятен болезней (мучнистая роса, бурая и стеблевая ржавчина, септориоз, ринхоспориоз) на 3-м листе сверху	альто-супер, 33 % к.с. – 0,4 л/га, амистар экстра, с.к. – 0,5–0,75 л/га, бампер супер, к.э. – 1,0 л/га, импакт, с.к. – 1,0 л/га, Рекс Дуо, к.с. – 0,6 л/га, фалькон, к.э. – 0,5–0,6 л/га, харизма, к.э. – 1,0 л/га, ориус 250, в.э. – 1,0 л/га, колосаль к.э. – 1,0 л/га, карамба, в.р. – 1,0–1,5 л/га
Опрыскивание посевов при 31–39 фазе развития против злаковых мух, тлей, трипсов, пьвиц и других вредителей	фастак, 10 % к.э. – 0,1 л/га БИ – 58, 40 % к.э. – 1,0–1,2 л/га

Если в осенний период гербициды не вносили, рекомендуется проводить химпрополку во время весенней вегетации при плотности засорения более 47 сорняков на 1 м² рекомендованными препаратами, а также применять фунгициды и инсектициды при массовом развитии патогенов и вредных насекомых (таблица 4.17). Потери урожая зерна озимых зерновых культур (пшеницы, тритикале, озимой ржи) достигают 20–30 % и более.

При запланированном уровне урожайности 5–6 т/га и выше существует вероятность полегания посевов. Для паредотвращения полегания следует применять ретарданты. Хлормекватхлорид 750, в.р.к. – 1,0–1,5 л/га, моддус, к.э. – 0,4 л/га, антивылегалч 60 % в.р. – 3,0–3,5 л/га. Вторую подкормку жидкими азотными удобрениями можно проводить одновременно с обработкой посевов ретардантами.

На высокопродуктивных посевах озимых зерновых культур может проводиться некорневая обработка микроэлементами (200 г/га сульфата меди, 220 г/га сульфата марганца) в стадии первого узла в составе баковой смеси с ретардантами.

Уход за посевами яровых зерновых культур

Уход за посевами яровых зерновых культур – для борьбы с сорняками и разрушения почвенной корки проводится довсходовое боронование через 3–5 дней после посева. Боронование проводится поперек или по диагонали к направлению рядков при длине проростка не более 1,0–1,5 см легкими или средними боронами в зависимости от почв. Скорость движения агрегата 5–7 км/ч. при сильной засоренности посевов можно проводить послевсходовое боронование в фазу 3–4 листьев со скоростью движения агрегата не более 7 км/ч.

Для борьбы с сорной растительностью при наличии 14–16 штук на 1 метр квадратный используют рекомендуемые гербициды. Выбор гербицида и его норма зависят от видового состава сорняков, степени засоренности посева.

При достижении пороговой вредности развития болезней (мучнистой росы, ржавчинных болезней, ринхоспориоза, гельминтоспориоза и других) и наличие вредителей более пороговой численности (шведские мухи, листовые пилильщики, тли, жуки–пьявицы и другие) проводится обработка фунгицидами и инсектицидами, допущенными к использованию.

Обработку посевов проводят опрыскивателями ОПШ-15-01; ОПШ-15М; ОП-2000-2-01; ОТМ-2-3, «Rall», «Мекосан-2000» и др. при норме расхода рабочей жидкости – 200–300 л/га.

4.5 Выбор сортов

Сорту принадлежит первостепенная и решающая роль в получении высококачественного зерна. Внедрение в производство сортов зерновых культур с генетически наследуемыми высокими технологическими свойствами является основой производства продовольственного зерна.

Подбор культур и сортов для определенных почвенных условий – экологический принцип, которым руководствуется адаптивное земледелие, что является важным отличием от прежнего понимания, когда ставилась задача изменения свойств почвы в соответствии с требованиями культуры.

Подбор сортов и культур для сберегающих технологий проводится с учетом агроклиматических условий района, целей производства и экономических возможностей товаропроизводителя.

К сожалению, селекционная наука пока недостаточно работает в направлении создания сортов для ресурсосберегающих технологий. Поэтому расходуется огромное количество семян по сравнению с адаптированными к данным технологиям сортами.

Сорта должны обеспечивать получение максимума продукции при минимуме затрат, сочетать высокую продуктивность с устойчивостью к стрессовым факторам и высокой окупаемостью средств интенсификации или, иначе говоря, отзывчивые к ресурсосберегающим технологиям.

Сорта культур для сберегающих технологий должны иметь неглубокую, но развитую корневую систему и высокую продуктивную кустистость. Такие сорта можно высевать с малыми нормами посева за счет повышения коэффициента кустистости растений.

Озимая рожь в зерновом балансе Республики Беларусь играет большую роль. Рожь лучше других культур приспособлена к произрастанию на почвах с невысоким плодородием, более устойчива к неблагоприятным погодным условиям, менее требовательна к предшественникам, слабее поражается корневыми гнилями.

В Республике Беларусь районировано 16 сортов озимой ржи, из них 15 сортов селекции Института земледелия и селекции НАН Беларуси.

Для сберегающих технологий приоритет следует отдавать диплоидным сортам: Зарница, Талисман, Нива, Юбилейная, Ясельда, Зубровка. Эти сорта менее требовательны к условиям произрастания, устойчивы к вымерзанию и выпреванию. Из тетраплоидных сортов наиболее пригодны сорта: Спадчына, Верасень, Завея-2, Ду-

бинская. Рекомендуются для возделывания на хлебопекарные, кормовые, технические цели и на зеленый корм.

Дифференцированный подход к подбору и размещению сортов в сельскохозяйственных предприятиях и на полях севооборотов – один из наиболее важных и доступных резервов увеличения производства зерна. Преимущество системы подбора сортов состоит в том, что, различаясь по направлению использования, продолжительности вегетационного периода, уровню требовательности к плодородию почвы, генетическому контролю устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов, система обеспечит наиболее рациональное использование плодородия почв, биологического потенциала сорта и факторов среды.

В Государственном реестре сортов озимого тритикале зарегистрировано 13 сортов, 90,3 % площади занимают белорусские сорта, из них 56 % территории занимает сорт Михась, 18 % Дубрава, 12 % Мара. Сорта Идея, Дубрава, Михась характеризуются хорошей устойчивостью к неблагоприятным условиям перезимовки. Их следует высевать при минимальной и нулевой обработке почвы.

Сорт является не только важным, но и наиболее экономически выгодным средством увеличения производства зерна. Включенные в Госреестр РБ сорта яровой пшеницы (всего 16) способны обеспечить получение зерна с высокими хлебопекарными качествами. Для энергосберегающих технологий возделывания яровой пшеницы наиболее пригодны следующие сорта: Белорусская 80, Дарья и Рассвет – Института земледелия и селекции (Беларусь), Мунк, Банти, Фазан, Ману, Тризо (зарубежной селекции).

Значение сорта и качественных семян в приросте прибавки урожая оценивается до 50 %.

Удельный вес сортов селекции Института земледелия и селекции в посевах ячменя в республике составляет 85 %. При использовании минимальной и нулевой обработки почвы следует высевать скороспелые сорта ячменя: Гастинец, Тюриенгия, Инари и среднеспелые сорта (Гонар, Тутэйшы, Бурштын, Баронесса). В каждом сельскохозяйственном предприятии должно возделываться не менее 3 сортов ячменя разной спелости, соответствующих конкретным почвенно-климатическим условиям. Разумное многосортие и частая сортомена – преобладающие тенденции современной мировой сортовой политики.

5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МАШИН ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

Эффективное применение технологий энергосберегающего растениеводства невозможно без высокопроизводительной и надежной техники.

Комплексы машин для возделывания сельскохозяйственных культур по энергосберегающим технологиям обеспечивают механизацию следующих технологических операций: подготовку почвы, посев, внесение удобрений, обработку посевов ядохимикатами и являются оптимальными для использования на площади 2,5–3 тыс. га. Технологические комплексы машин подбирают таким образом, чтобы обеспечить оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур в любых агроклиматических условиях.

5.1 Обработка почвы

В современных условиях обработка почвы должна быть почвозащитной, влагосберегающей, низкзатратной, обеспечивающей образование мелкокомковатой структуры почвы.

При переходе на технологии минимальной и нулевой обработки почвы для обеспечения качественного посева очень важно в первые 2–3 года выравнивать поля. Для выравнивания полей и сглаживания свальных и развальных борозд, оставленных плугом осенью, после уборки предшественника проводится обработка культиваторами на глубину 8–10 см. В последующие годы обработка проводится на глубину, не превышающую глубину заделки семян (5–6 см), или совсем не производится в случае варианта с прямым посевом.

Залежные земли, на которых в течение нескольких лет не проводилась обработка почвы и образовался бурьянный тип растительности, подготавливают под освоение энергосберегающих технологий следующим образом:

- ✓ проводят уничтожение сорняковой растительности с помощью скашивания и измельчения, применения гербицидов или дискового лущения;
- ✓ затем применяют двукратную обработку культиваторами или дисковыми боронами вначале на глубину 10–12 см, затем – на глубину 8–10 см.

Особые методы перехода на систему энергосберегающего растениеводства должны применяться после выращивания на полях многолетних трав. В этом случае после уборки для борьбы с сорняками

проводится двукратное дискование, не позднее чем за 20 дней до посева следующей в севообороте культуры вносится гербицид сплошного действия (раундап), затем проводится культивация. Подобный метод позволяет успешно внедрять энергосберегающие технологии в травопольных севооборотах.

Технология нулевой обработки почвы или прямой посев в стерню полностью исключает механическую обработку. Возможны варианты сочетания технологии минимальной обработки почвы с прямым посевом под разные культуры в севообороте. Например, осенняя обработка проводится под последующий мульчированный посев пропашных культур, а озимые и яровые зерновые высеваются прямым посевом.

Преимущества технологии минимальной обработки в том, что образующийся в верхнем слое почвы мульчирующий слой обладает высокими водоаккумулятивными и почвозащитными свойствами.

При прямом посеве стерня и послеуборочные остатки защищают почву от выдувания, способствуют накоплению снега в зимний период и снижению скорости ветра в надпочвенном слое.

Для одновременного осуществления мелкой мульчирующей обработки, выравнивания и прикатывания почвы применяются агрегаты, позволяющие выполнить несколько операций за один проход, в частности культиваторы чизельные. Данные культиваторы создают благоприятные почвенные условия для последующих культур, возделываемых по технологии минимальной обработки почвы.

Культиваторы чизельные

Культиваторы чизельные с шириной захвата от 3,6 до 6 м предназначены для рыхления почвы на глубину до 0,22 м (таблица 5.1). Достоинства этих культиваторов заключаются в равномерной работе стрельчатых лемехов по всей ширине захвата лишь на заданную глубину, что позволяет экономичнее использовать ресурсы трактора.

Большого эффекта при обработке почвы можно достичь при использовании чизельно-дисковых культиваторов КПМ-4 и КПЧ-6 с тракторами соответственно класса 3 и 5.

Культиваторы снабжены передними опорными колесами для агрегатирования с тракторами, не имеющими позиционного регулирования навесной системы. В конструкцию культиваторов чизельных входит пространственная рама, состоящая из центральной секции, на которой закреплена система подвески культиватора к трактору, и двух боковых секций, которые устанавливаются вертикально при помощи двух гидроцилиндров в транспортное положение.

Таблица 5.1 – Техническая характеристика культиваторов чизельных

Показатели	КПМ-4	КНЧ-4,2	КП-6,0	КПЧ-6	КПМ-4А	КЧ-5,1	КЧП-5,4
Агрегатируется с трактором класса	3	2; 3	2	5	3	3	3
Тип культиватора	полунавесной	навесной	прицепной	прицепной	полунавесной	прицепной	полунавесной
Производительность, га/ч	2,0–2,5	1,3–2,7	5,0	5,4	3,6	3,0–4,0	2,5–4,5
Ширина захвата, м	4,2	4,2	6,0	6,0	4,0	5,1	3,6; 5,4
Глубина обработки, м	до 0,22	до 0,20	до 0,12	до 0,22	до 0,22	до 0,22	до 0,22
Рабочая скорость движения агрегата, км/ч	до 9	4,8–9	до 9	до 9	8–9	6–10	6–9
Масса, кг	2800	1350	1800	3800	3000	1950	2400

Таблица 5.2 – Техническая характеристика борон дисковых

Показатели	БДН-2	БНД-2	БДТ-3	БДТ-7	БПД-5MW	БПД-7MW	БПТД-7
Агрегатируется с трактором класса	1,4	1,4; 2	1,4; 3, 5	1,4; 3, 5	3; 5	3; 5	3; 5
Тип бороны	навесная	навесная	тяжелая	тяжелая	прицепная	прицепная	прицепная
Производительность, га/ч	0,8–0,9	1,8	3,3	6–7	4,3	6,2	4,2–8,4
Ширина захвата, м	2,0	2,2	3,0	7,0	4,9	6,9	6,9
Глубина обработки, м	0,08–0,12	0,08–0,12	0,12–0,25	0,08–0,12	0,8–0,12	0,8–0,12	до 0,20
Рабочая скорость движения агрегата, км/ч	6–12	до 12	до 5	6–12	9–12	9–12	6–12
Масса, кг	860	1014	1790	3550	2900	4500	3500

На раме в несколько рядов крепятся стойки стрелчатых лап. Стрелчатый рабочий орган состоит из стойки, выполненной из особо прочной стали и имеющий три отверстия в верхней части для крепления к раме и два отверстия внизу для установки башмака лемеха. К башмаку крепится наконечник лемеха и направляющий щиток, соединенные между собой торцевыми выступом и вырезом. Это необходимо, чтобы избежать проворачивания лемеха вокруг болта крепления. Совместно эти два элемента обеспечивают качественное крошение и перемешивание подрезанного пласта. Стрелчатые лемеха имеют острый первоначальный угол вхождения в почву и широкое прочное лезвие, позволяющее точно выдерживать заданную глубину хода. Все детали закреплены на башмаке независимо друг от друга, поэтому в случае необходимости могут быть легко демонтированы за короткое время. На дополнительных балках, которые закреплены сзади боковых секций, установлены парные сферические диски с помощью резиновых вставок для защиты от поломок. За дисками, на тандемной системе, крепятся катки.



Рисунок 5.1 – Культиватор чизельный

Технологический процесс работы культиватора чизельного. Во время работы культиватора первый ряд стрелчатых лап рыхлит почву лентами шириной, равной ширине захвата одного рабочего органа. Последующие ряды аналогичных рабочих органов рыхлят оставшиеся необработанные участки с перекрытием в несколько сантиметров. При этом происходит полное подрезание корневищ сорных растений, рыхление и интенсивное перемешивание почвы на установленной глубине по всей ширине захвата

орудия. Т. к. стойки вышеозначенных рабочих органов имеют высоту 0,8 м, небольшая толщина и расстояние между ними составляет около 0,8 м, работа орудия как по стерне, так и на парах происходит практически без забивания. Сферические диски производят выравнивание, перемешивание и измельчение почвы и растительных остатков. Катки обеспечивают окончательное выравнивание и прикатывание обработанной почвы.

Обработка почвы с помощью этих культиваторов провоцирует прорастание падалицы, улучшает условия разложения органической массы и целесообразна с точки зрения экологии, т. к. происходит механическая борьба с сорняками путем заделки быстровсхожих семян сорных растений в низлежащие слои почвы. Благодаря наклонному расположению стрелчатых лемехов и направляющих щитков происходит интенсивное перемешивание пожнивных остатков с почвой и разрушение капилляров почвы, что в значительной степени сокращает потери влаги в почве.

Перед началом работы культиватор, агрегатированный с трактором, устанавливают на ровной площадке и выравнивают навеской трактора горизонтальность рамы, при этом следят, чтобы левая и правая секции в рабочем положении находились на одной линии с центральной частью рамы. В случае необходимости этого добиваются изменением длины тяг, ограничивающих их нижнее положение. Затем, при первых проходах в поле, устанавливают глубину хода стрелчатых лап с помощью рычага управления положением навески трактора и перестановкой стопорных пальцев в одно из регулировочных отверстий стоек опорных колес, а глубину хода сферических дисков – путем перестановки стопорных пальцев в отверстиях тяг крепления.

Степень давления катков на почву изменяют путем перестановки верхней тяги трактора в отверстиях системы подвески культиватора (чем выше отверстие крепления верхней тяги, тем больше давление).

Бороны дисковые

Дисковые бороны с шириной захвата от 2 до 7 м (таблица 5.2) предназначены для рыхления и подготовки почвы под посев, для уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков, разделки пластов почвы, предпосевной подготовки почвы без предварительной вспашки и обработки после уборки толстостебельных культур, с одновременным прикатыванием обработанной почвы.

Рабочими органами дисковых орудий служат плоские, сферические и вырезные диски. Дисковые рабочие органы не только движутся поступательно вместе с рамой машины или орудия, но и вращаются под действием реакции почвы, благодаря чему в меньшей мере забиваются растительными остатками.

Плоские диски применяются в качестве дисковых ножей плугов, а также рабочих органов лушильников для обработки почв, подверженных ветровой эрозии. Почва обрабатывается без оборота, с сохранением стерни.

Сферические диски используют в качестве рабочих органов дисковых плугов, лушильников, борон. Дисковые лушильники используют для лушения стерни на глубину 6–15 см, бороны – для измельчения пластов и глыб на поверхности вспаханного поля, весенней предпосевной обработки зяби.

Режущая кромка диска, установленного под углом к направлению движения, в процессе работы отрезает полоску почвы и поднимает ее на внутреннюю сферическую поверхность, в результате чего она крошится, частично оборачивается и перемешивается. С увеличением угла атаки диски глубже погружаются в почву, ее крошение улучшается, а с увеличением угла наклона диска к вертикали улучшается оборот и перемешивание почвы. Диски перерезают тонкие корни, перекатываются через толстые, но на каменистых почвах выкрашиваются.

Вырезные диски устанавливают на тяжелых боронах, применяемых для первичной обработки тяжелых задерненных почв, разделки связных пластов, поднятых при вспашке болотных и кустарниково-болотных земель. Такие диски лучше перерезают корни, интенсивнее воздействуют на почву.

Технологический процесс работы дисковой бороны заключается в следующем. Диски бороны при движении агрегата заглубляются на установленную глубину обработки. Благодаря интенсивному перемешиванию растительных остатков, создается оптимальный контакт семян сорняков и падалицы с почвой. Опорные дисковые катки уплотняют обработанную почву, что позволяет защитить ее от эрозии.

Регулировки дисковой бороны. В боронах диски собирают в батареи, т. е. насаживают на квадратную ось, чередуя с распорными катушками (шпульками). Во время работы ось вместе с дисками и шпульками вращается в подшипниках. Расстояние между соседними дисками конструктивно определяют из условий устранения вероятности заклинивания пласта и отдельных глыб почвы между дисками и обеспечения допустимой высоты гребней на дне борозды (рисунок 5.2).

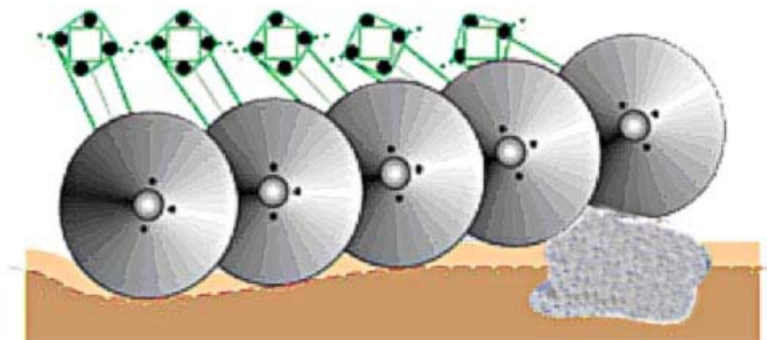


Рисунок 5.2 – Приспособляемость сферических дисков к контуру поверхности почвы

Глубину хода дисков регулируют с помощью балластных грузов, а в гидрофицированных орудиях — с помощью гидравлических пружинно-нажимных механизмов, а также изменяя высоту крепления рамок батарей на понизителях (чем ниже, тем глубже). Варьируя угол атаки, изменяют не только глубину обработки, но и степень крошения почвы, а также высоту гребней.

Бороны зубовые

Бороны зубовые шириной захвата от 1 до 9 м (таблица 5.3) предназначены для менеджмента соломы, рыхления верхнего слоя почвы, крошения комков, выравнивания поверхности поля, уничтожения сорняков, создания твердого семенного ложа, заделки семян и удобрений.

Рабочими органами борон служат зубья. По усилию, приходящемуся на один зуб, зубовые бороны делят на легкие (5–10 Н), средние (12–15 Н) и тяжелые (16–20 Н). На тяжелых и средних боронах устанавливают зубья квадратного сечения, на легких (посевных) – круглого. Тяжелые бороны применяют для дробления глыб после вспашки, обработки лугов и пастбищ, средние – для разбивания комьев, уничтожения сорняков, боронования зерновых и технических культур, легкие – для разрушения поверхностной корки, выравнивания поверхности поля перед посевом, заделки семян и минеральных удобрений. Легкие бороны агрегируют с культиваторами для предпосевной подготовки почвы и сеялками.

Таблица 5.3 – Техническая характеристика борон зубовых

Показатели	АБ-5	АБ-9	БР-00200	БЗ-1	БЗЛ-0,7	БЗС-1,0	БСН-4
Агрегатируется с трактором класса	0,6	1,4	0,6	0,6; 0,9	0,6; 0,9	0,6; 0,9	0,6; 0,9
Производительность, га/ч	2–4	5,4	0,8	1,2	1,5	1,2	3,8
Ширина захвата, м	5,0	9,0	1,6	1,0	2,2	0,95	4,2
Глубина обработки, см	1–4	1–4	3–10	до 6	до 6	до 6	до 6
Рабочая скорость движения агрегата, км/ч	4–8	4–8	до 5	до 12	до 7	до 10	до 9
Масса, кг	445	760	56	35,8	46,5	37	165

Таблица 5.4 – Техническая характеристика комбинированных агрегатов

Показатели	АКР-3	АКШ-3,6	АКШ-6	АКШ-7,2	АПВ-4,5
Агрегатируется с трактором класса	2	1,4; 2	2; 3	2; 3	2
Производительность, га/ч	0,8–1,6	2,8	3,9–4,7	5,2	3,15
Ширина захвата, м	3,0	3,6	6,0	7,2	4,5
Глубина обработки, м	до 0,35	0,04–0,08	0,04–0,08	0,04–0,08	0,04–0,08
Рабочая скорость движения агрегата, км/ч	4–8	до 10	7–9	7–10	6,5–9
Масса, кг	1200	2060	3670	4000	2760

Зубья борон закрепляют на пересечении планок рамы бороны так, чтобы каждый зуб проводил свою борозду. Расстояние между бороздами зависит от типа бороны и изменяется от 22 до 49 мм. Квадратные зубья размещают ребрами по направлению движения, овальные – закругленной стороной. Чтобы комья и растительные остатки не забивали борону, длина (высота) зубьев должна быть в 2–3 раза больше глубины обработки почвы.

Зубья сетчатых борон изготавливают из пружинной проволоки диаметром 8–10 мм и длиной 180–210 мм. Они бывают с заостренными, ножевидными и тупыми концами. Благодаря шарнирному соединению между собой зубья хорошо копируют неровности поля, и поэтому их применяют для боронования как гладких, так и гребневых посадок.

Зубовые бороны агрегируются посредством сцепок СГ-21, СП-11А, СП-16А с тракторами тягового класса 0,6, 0,9, 1,4 и 3 или их присоединяют к плугам, культиваторам, сеялкам.

Для качественного и высокоэффективного выполнения бороновальных работ в республике освоено производство бороновально-прополочных агрегатов АБ-5, АБ-9, АБ-12 к тракторам класса 0,6, 1,4 и 2. Они выполнены навесными, складывающимися, оборудованы пружинными зубьями и механизмом регулировки угла наклона их к почве, что позволяет установить наиболее благоприятный режим воздействия на почву в зависимости от ее типа и состояния, а также вида выполняемых работ: боронования или прополки. Особенно эффективны эти агрегаты на бороновании озимых зерновых. При бороновании разрыхляется корка, которая образовалась вследствие заплывания почвы, удаляются отмершие остатки растений. В результате разрыхления верхнего слоя уменьшаются потери влаги, усиливается микробиологическая деятельность, уничтожаются розетки перезимовавших сорняков. По многолетним данным исследований различных сельскохозяйственных институтов стран СНГ, весеннее боронование посевов озимых способствовало повышению урожая на 1,9–3,0 ц/га, при этом засоренность посевов снижалась на 20–44 %. Особенно эффективно боронование посевов озимых в годы с майско-июньской засухой, что объясняется лучшим сохранением влаги в почве благодаря применению этой операции.

В транспортном положении секции бороны поднимаются вертикально. В рабочем положении боковые секции фиксируются в один ряд с помощью стяжных тросов, идущих к сцепке.

Комбинированные агрегаты

Перспективным направлением обработки почвы является использование комбинированных агрегатов – многофункциональных почвообрабатывающих орудий для бесплужной обработки. Их конструкция обеспечивает широкий спектр применения – от поверхностной обработки стерни до глубокого рыхления почвы. При их использовании почва меньше уплотняется и распыляется благодаря сокращению числа проходов агрегатов по полю, ускоряются сроки проведения полевых работ, улучшается их качество, сокращаются производственные затраты.

Комбинированные агрегаты должны быть оборудованы рабочими органами для выполнения тех операций, которые можно совмещать во времени без нарушения сроков и качества выполнения операций. Возможны следующие варианты совмещения операций обработки почвы: основной и дополнительной; основной или предпосевной с внесением удобрений; предпосевной с посевом.

Различают комбинированные средства трех типов: агрегаты, составленные из нескольких однооперационных машин или орудий (плуг с катками, культиватор с боронами и т. д.); машины с несколькими однооперационными рабочими органами, заимствованными от простых орудий и установленными на одной общей раме последовательно; машины с комбинированными (многооперационными) рабочими органами (фрезы, конические и игольчатые бороны и др.); комплексные.

В комбинированных технических средствах для предпосевной обработки почвы применяют, как правило, однооперационные рабочие органы в различных сочетаниях. На несущей раме устанавливают опорные транспортные колеса и навесное устройство соответствующей категории; передний и задний катки – для регулировки глубины обработки; в несколько рядов сменные рабочие органы; сферические диски и обрезиненные катки диаметром 500 или 800 мм на выбор – для перемешивания, выравнивания и крошения почвы; клиновидные катки – для уплотнения почвы после прохода агрегата.

Оптимальное качество обработки почвы достигается благодаря применению различных рабочих органов в зависимости от глубины обработки (рисунок 5.4).

Технологический процесс работы комбинированных агрегатов. Во время работы агрегатов каждый ряд рабочих лап рыхлит почву. При этом происходит полное подрезание корневищ сорных растений, рыхление и интенсивное перемешивание почвы на установленной глубине по всей

ширине захвата орудия. Т.к. стойки вышеозначенных рабочих органов имеют высоту 0,8 м, небольшую толщину и расстояние между ними составляет около 0,8 м, работа орудия, как по стерне, так и на парах происходит практически без забивания. Наклонные сферические диски, производят выравнивание, перемешивание и измельчение почвы и растительных остатков. Катки обеспечивают окончательное выравнивание и прикатывание обработанной почвы.

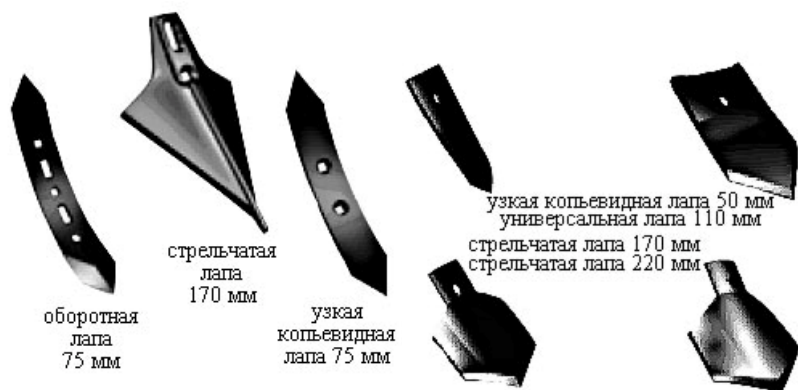


Рисунок 5.4 – Рабочие органы комбинированных агрегатов

Обработка почвы с помощью комбинированных агрегатов провоцирует прорастание падалицы, улучшает условия разложения органической массы и целесообразна с точки зрения экологии, т.к. происходит механическая борьба с сорняками путем заделки быстровсхожих семян сорных растений в низлежащие слои почвы. Происходит интенсивное перемешивание пожнивных остатков с почвой и разрушение капилляров почвы, что в значительной степени сокращает потери влаги в почве.

Перед началом работы агрегат устанавливают на ровной площадке и выравнивают навеской трактора горизонтальность рамы, при этом следят, чтобы левая и правая секции в рабочем положении находились на одной линии с центральной частью рамы. В случае необходимости этого добиваются изменением длины тяг, ограничивающих их нижнее положение. Затем, при первых проходах в поле, устанавливают глубину хода рабочих лап с помощью рычага управления положением навески трактора и перестановкой стопорных пальцев в одно из регулировочных отверстий катков, а глубину хода сферических дисков – путем перестановки стопорных пальцев в отверстиях тяг крепления.

В настоящее время в республике широко используются комбинированные агрегаты АКШ. Производительность такого агрегата 35–40 га за рабочую смену.

Комбинированные агрегаты АКШ способны за один проход по полю сформировать семенное ложе по всем правилам агротехники. Они состоят из пружинных S-образных стоек, расположенных в 4 ряда с междурядьями 100 мм, трех рядов спирально-планчатых катков, дополнительного оборудования для рыхления следа колес трактора и предварительного выравнивания поверхности почвы. Благодаря такому набору рабочих органов, агрегат в едином технологическом процессе выполняет рыхление, крошение, выравнивание и прикатывание почвы с созданием подуплотненного ложа на глубине высева семян. Агрегаты обеспечивают мелкокомковатую структуру взрыхленного на глубину 8 см слоя. На среднесуглинистой почве массовая доля комков диаметром до 25 мм составляет 95–98 %. Гребнистость поверхности поля не превышает 2 см, плотность почвы в слое 0–5 см (над семенным ложем) – 0,9–1,06 г/см³, а ниже семенного ложа – 1,1–1,3 г/см³.

Благодаря такой качественной обработке посевного слоя агрегаты АКШ, как показали полевые испытания и широкая производственная проверка, повышают урожайность зерновых на 1,5–4,4 ц/га. Кроме того, по сравнению с однооперационными машинами, они снижают расход топлива на 4–7 кг/га.

Наряду с агрегатами шириной захвата 3,6, 6,0 и 7,2 м освоено производство агрегата комбинированного для предпосевной подготовки почвы АКШ-9, шириной захвата 9 м.

Кроме агрегатов с пассивными рабочими органами типа АКШ, освоено производство агрегатов АКП-3, АКП-4 и АКП-6 с активными рабочими органами. В отличие от первых, их применение на тяжелых по механическому составу суглинистых и глинистых почвах, особенно в сухую погоду, позволяет за один проход более качественно подготовить посевной слой под крупно- и мелкосеменные культуры.

5.2 Посев

Посев в системе энергосберегающего растениеводства производится двумя способами: по минимальной обработке почвы – мульчированный посев и по нулевой обработке – прямой посев в стерню.

Современная посевная техника равномерно заделывает семена на уплотненное увлажненное семенное ложе, что способствует увеличению полевой всхожести семян. В связи с этим не рекомендуется завы-

шать норму высева семян и проводить их слишком глубокую заделку. Оптимальная глубина заделки семян составляет не более 3–4 см.

Для посева зерновых, зернобобовых, льна, трав, крестоцветных и других мелкосеменных культур используют навесные универсальные сеялки СПУ шириной захвата от 3 до 6 м, посевные агрегаты ПА-3 (с пассивными рабочими органами) и ПА-3М (с активными рабочими органами) (таблица 5.5).

Общее устройство сеялки. Сеялка состоит из вентилятора, рамы, приемника зерна, центрального трубопровода, распределительной головки, семяпроводов, бункера, ворошилки, высевающего аппарата, сошниковой группы с поводками, загортачами и сошниками, механизма регулирования глубины, рыхлителей, двух маркеров, ходовой части с приводным колесом, электронной системы управления и контроля за процессом высева.

Рама сеялки — сварная конструкция, служит для крепления основных узлов сеялки. В средней части расположено навесное устройство (автосцепка).

Бункер служит для содержания зерна и представляет короб в виде усеченной пирамиды внизу и прямоугольной призмы вверху, сварен из листовой стали. Бункер является основанием для крепления узлов системы высева, снабжен крышкой, которая открывается и закрывается вручную и фиксируется в закрытом положении резиновыми растяжками. Внутри бункера расположена вставная сетка для предохранения системы высева от попадания крупных предметов.

Таблица 5.5 – Технические характеристики сеялок

Показатели	СПУ-3	СПУ-3Д	СПУ-4	СПУ-4Д	СПУ-6	СПУ-6Д	ПА-3	ПА-3М
Рабочая ширина захвата, м	3	3	4	4	6	6	3	3
Конструкция сошника	анкерный	дисковый	анкерный	дисковый	анкерный	дисковый	анкерный	анкерный
Рабочая скорость, км/ч	5–12	5–12	5–12	5–12	5–12	5–12	5–7	5–7
Емкость бункеров, л	500	500	500	500	1000	1000	500	500
Норма высева, кг/га	1–1400	1–1400	1–1400	1–1400	1–1400	1–1400	1–1400	1–1400
Ширина междурядья, см	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Число рядков	24	24	32	32	48	48	24	24
Вес без загрузки, кг	540	650	750	950	1100	1500	1600	1980
Сменная производительность, га	25–30	25–30	35–40	35–40	50–60	50–60	15–20	15–20
Габаритные размеры в транспортном положении, мм								
длина	2000	2000	2000	2000	7250	7250	3000	3400
ширина	3000	3000	3000	3000	2200	2200	2800	3000
высота	2150	2150	2550	2550	2280	2280	2300	260
Агрегатируется с трактором класса	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	2; 3	2; 3

Привод высевающего аппарата цепочно-зубчатый, осуществляется от левого опорно-приводного колеса сеялки. Вентилятор приводится в движение от ВОМ трактора посредством карданной и клиноременной передач.

Подготовка сеялок к работе При подготовке сеялок к работе особое внимание следует обращать на состояние высевающих аппаратов и сошников.

Сошники должны располагаться на одном уровне по отношению к раме или опорной площадке. Давление сошников на почву определяет стабильность заделки семян и является важным условием качественного посева. В процессе эксплуатации изменяется жесткость прижимных пружин, и давление сошников на почву нарушается. В зависимости от типа применяемых пружин и натяжения усилие на отрыв сошника от почвы может составлять 30–160 Н. Для большинства полей достаточно стабильная заделка семян обеспечивается при усилении прижатия сошников 50–70 Н. Это усилие на сеялке необходимо проверить пружинным динамометром, и оно должно быть одинаковым для всего ряда сошников. При посеве рекомендуется давление сошников первого ряда ставить ниже, чем заднего. Иначе высеянные передним рядом сошников семена оказываются заделанными глубже. Требуемое усилие прижатия сошников следует обязательно уточнить в поле. Излишнее прижатие увеличивает износ наральников и повышает вероятность забивания растительными остатками. Недостаточное прижатие ведет к нестабильной глубине заделки семян.

Конструктивной особенностью сеялок СПУ является наличие системы централизованного высева и распределения семян в воздушном потоке. Однако малейшие неточности в изготовлении или сборе распределителя, а также работа сеялок на склонах приводит к нарушению равномерности поперечного распределения семян. Пневматическая сеялка СПУ чаще всего позволяет получить поперечную неравномерность 8,1–15,3 %, что значительно превышает допустимый показатель 3 %. Даже при самой тщательной регулировке сеялок бывает трудно получить равномерные всходы, это оказывает отрицательное влияние на развитие растений и итоговый урожай. В последнее время сеялки СПУ на крыше распределительной головки имеют конический распределитель высотой 50 мм, наличие которого способно оказывать существенное влияние на равномерность распределения потока подводимых семян по семяпроводам, что повышает равномерность поперечного распределения семян в 1,2–1,5 раза.

При настройке сеялок СПУ на заданную норму высева необходимо выбрать режим работы: «нормальный» высев (для большинства культур) или «мелкий» высев (для мелкосеменных культур), для чего рекомендуется ориентироваться на данные настроечной таблицы (таблица 5.6), при работе в режиме «нормального» высева необходимо: заслонку на вентиляторе поставить в положение «открыто»; шестерни в механизме привода ввести в зацепление; упор на валу шестигранного вала вывести из проточки. При этом будет работать катушка с глубокими желобками при повышенной частоте вращения и большей подаче воздуха. При настройке на режим «малого» высева необходимо: заслонку на вентиляторе поставить в положение «закрыто» с ограниченной подачей воздуха; шестерни в механизме привода вывести из зацепления; упор на шестигранном валу ввести в проточку (при полностью закрытой катушке).

Руководствуясь данными настроечной таблицы, необходимо выбрать требуемую норму высева семян и установить соответствующую ей длину рабочей части катушки, а потом при необходимости выдвинуть катушку больше. Выдвигать катушку при наличии в бункере семян запрещено – возможна поломка пластмассовых деталей высевающего аппарата.

Для проверки правильности установки заданной нормы высева следует установить рукоятку на вал механизма привода катушки и сделать 85 оборотов с частотой примерно 1 об/с. Количество высеянных семян будет соответствовать норме высева на 0,1 га (например, 20 кг для нормы высева 200 кг/га). Данную проверку необходимо произвести для обоих высевающих аппаратов сеялки СПУ-6.

Таблица 5.6 – Таблица для установки норм высева при настройке сеялок СПУ

«Нормальный» высев									
Культура		пшеница	рожь	ячмень	овес	фасоль	горох	люпин	вика
Деление по шкале дозатора	10	34	33	32	24	23	21	28	32
	20	69	66	64	47	61	59	62	70
	30	104	100	95	71	98	97	96	108
	40	140	134	127	94	135	136	130	146
	50	174	168	159	118	172	174	164	184
	60	210	200	190	141	209	213	198	222
	70	246	235	222	165	246	251	234	260
	80	281	269	253	189	283	289	268	299
	90	316	302	284	212	320	328	302	336
	100	352	337	316	236	356	366	337	374
110	387	371	348	260	393	404	371	412	
«Малый» высев									
Культура		рапс		клевер		злаковые травы	морковь, репа, брюква		
Деление по шкале дозатора	2,5	1,8	0,9	2,3	1,1	–	–	2,5	1,2
	5	4,6	2,3	5,3	2,7	–	–	5,0	2,5
	7,5	6,8	3,4	8,6	4,3	2,8	1,4	7,5	3,7
	10	9,1	4,5	12,0	6,0	5,2	2,6	10,0	5,0
	12,5	11,4	5,7	15,3	7,6	7,2	3,6	12,5	6,2
	15	13,7	6,8	18,0	9,0	9,2	4,6	15,0	7,5
	17,5	15,9	7,9	21,3	10,6	11,2	5,6	17,5	8,8
	20	18,2	9,1	24,0	12,0	13,2	6,6	20,0	10,0
	22,5	20,5	10,2	26,6	13,3	15,0	7,5	21,5	10,8
	25	22,8	11,4	27,5	13,7	16,2	8,1	23,0	11,5
Примечание – в режиме «малый» высев возможна работа при повышенных оборотах катушки (левый столбец) или при меньших оборотах (правый столбец) для получения требуемой нормы высева каждой культуры.									

При работе в поле следует опускать и поднимать сеялку только при движении агрегата на малой скорости. Это позволяет избежать забиваний полостей сошников почвой.

В разных условиях работы применяются соответствующие загортачи: пружинные зубья или цепи могут использоваться на более легких почвах. На более тяжелых почвах применяют куски прутковых транспортеров или шарнирно соединенные планки от списанного транспортера наклонной камеры зерноуборочного комбайна. Присоединять за сеялкой зубовые бороны не рекомендуется.

Посев при применении интенсивных технологий необходимо производить с оставлением технологической колеи. Только при ее наличии можно в последующем обеспечить равномерное внесение минеральных удобрений и средств защиты растений. Это стало правилом на полях Германии и других стран Европы, а также во многих передовых сельскохозяйственных предприятиях Беларуси.

Перед подготовкой сеялки на образование технологической колеи необходимо заранее учесть предполагаемую ширину захвата – обычно 12, 18 м (выбирается по захвату опрыскивателя и рассеивателя удобрений). Затем следует наметить схему работы на посевах – одной, двумя или тремя сеялками на одном поле. При работе одновременно трех сеялок лучше получается колея на ширину захвата 18 м. Для этого на средней сеялке отключают работу соответствующих сошников по колее трактора. При посеве одной сеялкой отключают справа или слева работу двух сошников, а в конце гона поворот агрегата производят в сторону неработающих сошников. Если одновременно работают две сеялки, то неработающие сошники находятся на них с разных сторон бруса.

Во всех случаях работы сеялок необходимо правильно выставить длину маркеров. Для определения их вылета необходимо от половины ширины захвата сеялки отнять половину расстояния между внутренними сторонами передних колес трактора. Этот размер должен соответствовать расстоянию от крайнего сошника до диска маркера. Следует еще прибавить около 6 см для стыкового междурядья, но с учетом возможных отклонений при вождении трактора и гарантии избежать «огрехов» можно приблизить стыковые рядки. Длина правого и левого маркеров выставляется одинаковой, а по маркерной линии направляют соответствующее (ближайшее) колесо трактора.

Технологический процесс работы сеялки СПУ Процесс посева начинается после заезда агрегата на поле и опускания сеялки и маркеров в рабочее положение. Засыпанные в бункер семена под действием ворошилки заполняют высевающий аппарат. Вращающаяся катушка дозирует семена и подает в приемник зерна, где они смешиваются с потоком воздуха, создаваемым вентилятором. Поток

воздуха из приемника транспортирует семена в гофрированный трубопровод, равномерно распределяя по сечению, и направляет в центральную часть головки. В головке имеются каналы, в которые поступают семена, и воздух направляет их в семяпровод и сошники. Сошники образуют в почве бороздки, на дно которых падают семена и частично присыпаются почвой. Окончательное закрытие борозд производится загортачами.

Фактическое отсутствие дробления семян, возможность применения устройства по технологической колее и высокая точность регулировок дозирования при использовании универсальных сеялок СПУ позволяет достигнуть 20 % экономии семян, а, учитывая высокую производительность и низкую энергоемкость агрегируемых тракторов, экономиться за смену еще и 20–30 литров топлива.

Возможна комплектация сеялок с рядовым посевом двух культур с различными нормами высева, а также с точным высевом двух культур с различными нормами высева двух культур в один ряд. Возможно уменьшение междурядья для таких культур, как лен.

Освоено производство новой пневматической зернотуковой сеялки С-6Т в полунавесном варианте к тракторам класса 1,4. Сеялка имеет 2 бункера и 2 типоразмера высевающих аппаратов, благодаря чему может одновременно высевать семена и минеральные удобрения с индивидуальной регулировкой нормы высева каждого материала. Она складывается в транспортное положение, оборудована автоматизированной системой контроля процесса сева и образования технологической колеи.

Сроки выполнения операций предпосевной обработки почвы должны быть максимально сокращены, разрыв между обработкой и посевом должен быть минимальным, чтобы семена укладывались во влажную почву, а сорные растения не обгоняли в своем развитии культурные.

Большого влаго- и ресурсосберегающего эффекта можно достичь при применении высокопроизводительных комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов, которые позволяют за один проход по полю выполнить все операции предпосевной обработки почвы и посева, что обеспечивает повышение производительности труда до 60 % и снижение расхода топлива на 1,5–2 кг/га по сравнению с применением однооперационных агрегатов. Для осуществления комбинированного посева освоены в производстве агрегаты почвообрабатывающе-посевные с пассивными рабочими органами АПП-3 (АПП-3-01) к тракторам класса 1,4, 2, агрегат АПП-4,5 к тракторам класса 2, 3. Агрегаты могут высевать зерновые, зернобо-

бовые, травы и их смеси, оборудуются сменными рыхлительными рабочими органами для работы на различных почвах, оснащены анкерными или дисковыми сошниками, системой автоматического контроля за основными рабочими параметрами: за работой вентиляторов, уровня зерна в бункере, за перебросом маркеров, засеваемой площади. Формируют технологическую колею для интенсивных технологий.

Технологический процесс работы почвообрабатывающе-посевных агрегатов включает в себя: рыхление почвы на необходимую глубину предпосевной обработки, дробление комков и выравнивание поверхности поля, уплотнение почвы и создание ложа для семян, дозированную подачу, укладывание на заданную глубину и заделку семян.

В отличие от агрегата АПП-3 в конструкцию агрегата АПП-3-01 внесены изменения: взамен S-образных рыхлительных органов – ножевые бороны с вращающимися плоскими ножами, вместо планчатых катков – катки с трубчатыми рабочими элементами, на двух сошниковых секциях взамен наральниковых сошников – дисковые сошники. Вышеуказанные изменения позволяют проводить предпосевную обработку почвы и посев различных культур на полях с наличием травяных остатков и запыренных участков.

Почвообрабатывающая часть почвообрабатывающе-посевного агрегата АПП-3 унифицирована с комбинированным почвообрабатывающим агрегатом АКШ-3,6, а посевная часть – с универсальной сеялкой С-6, ввиду этого он обладает их преимуществами и позволяет значительно сократить затраты труда в технологии выращивания зерновых, зернобобовых культур и трав за счет меньшего количества обслуживающего персонала.

На ряде заводов республики освоено производство комбинированных почвообрабатывающе-посевных навесных агрегатов с активными рабочими органами с использованием комплектующих импортного производства. К ним относятся агрегаты АПП-4А и АПП-6АБ, состоящие из роторного культиватора фирмы Kverneland (Норвегия) и сеялки СПУ-4 и СПУ-6 соответственно.

Мощный роторный культиватор постоянно сохраняет заданную рабочую глубину даже на тяжелой почве, независимо от того была ли почва вспахана, обработана культиватором или вообще не обработана, т. к. «зубья с агрессивным углом атаки» затягивают себя в почву сами и нарезают ее снизу (рисунок 5.5).



Рисунок 5.5 – Быстросменное приспособление для замены зубьев роторных рабочих органов

Отличительной особенностью агрегата АПП-6АБ является то, что бункер для семян устанавливается на переднюю навеску трактора, а роторный культиватор с сошниковым брусом — на заднюю. При

этом агрегат АПП-4А навешивается на трактор Беларус 2022 или УЭС-2-250А, а АПП-6АБ — на трактор Беларус 2522 или Беларус 3022.

Освоено производство полунавесных агрегатов к тракторам класса 5 с активными рабочими органами АПП-6А и пассивными рабочими органами АПП-6П, навесных агрегатов шириной захвата 3 м к тракторам класса 3 с использованием комплектующих фирмы Lemken (Германия).

При мульчирующем посеве не возникает плохих горизонтов, т. к. в результате эффекта разделения более грубые частицы земли укладываются на поверхности, а мелкий грунт остается в горизонте посева, что создает превосходные условия для прорастания семян (рисунок 5.6).

Посевной материал попадает в область, где находится мелкий грунт, а более грубые части на поверхности защищают от запыливания, высыхания и эрозии почвы (рисунок 5.7).

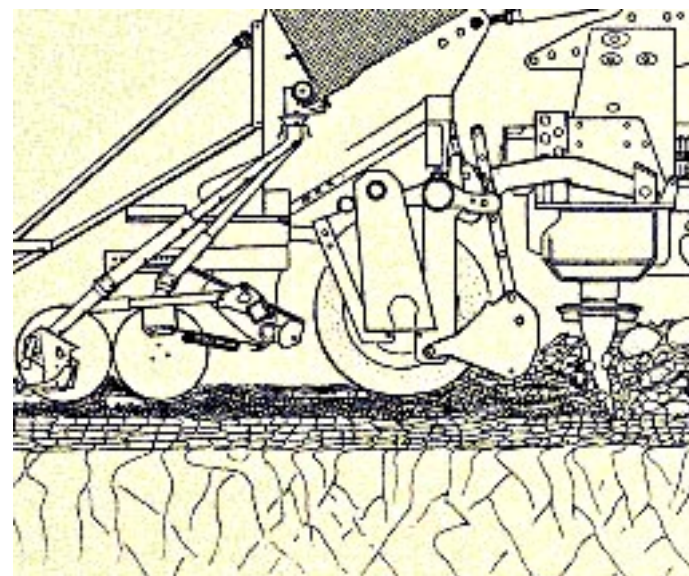


Рисунок 5.6 – Технологический процесс работы почвообрабатывающе-посевного агрегата

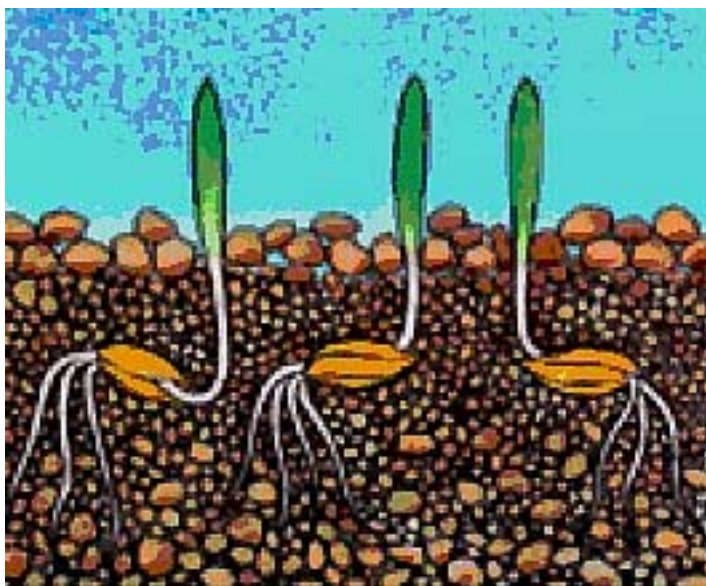


Рисунок 5.7 – Условия для прорастания семян при мульчирующем посеве

Прямой посев озимых и яровых зерновых культур осуществляется сеялкой СПП-3,6, которая обеспечивает одновременно с посевом внесение стартовой дозы гранулированных минеральных удобрений. Рабочие органы сеялки включают вырезные диски, двухдисковые сошники и прикатывающие катки. Благодаря такому набору рабочих органов посев обеспечивается за один проход по полю. Используется в первую очередь на посеве поукосных, пожнивных промежуточных, озимых зерновых культур и на подсеве трав в дернину.

Качественный посев при энергосберегающих технологиях позволяет создавать оптимальные параметры посева для формирования высоких урожаев. Тщательное соблюдение технологии в сочетании с использованием адаптированных сортов и качественных семян – важная составляющая успеха в освоении и применении системы энергосберегающего растениеводства.

Выбор сошников

Во многом параметры семенного ложа зависят от типа и конструкции сошников. Так, сошники с тупым углом вхождения (полозовидные и килевидные) образуют уплотненную бороздку путем раздвигания и вдавливания почвы. Сошники анкерные или дисковые форми-

руют бороздки более рыхлые. Кроме того, они выносят влажные нижние слои почвы на поверхность, что приводит к иссушению семенного ложа. Однако главное назначение любого типа сошника – обеспечить укладку всех семян на требуемую глубину и распределить их равномерно по площади поля. В процессе выполнения этой задачи накоплен большой опыт. Из множества решений здесь можно выделить следующие — главные и типичные (рисунок 5.8):

➤ **двухдисковые узкорядные сошники** механических сеялок СЗУ-3,6 наиболее неравномерно укладывают семена по глубине; семена подаются сзади в четвертый квадрант сошника, в результате часть из них попадает на стенки осыпавшихся бороздок, другие – на вращающиеся диски и выбрасываются на поверхность почвы;

➤ **двухдисковые однострочные сошники** сеялок СЗ-3,6 укладывают семена по глубине более равномерно, т. к. их подача осуществляется в передний квадрант сошника, в результате большая часть их попадает на дно бороздки. Но к недостаткам двухдисковых сошников можно отнести их сложность, металлоемкость, дороговизну. Они могут глубоко погружаться в почву, при обычных способах заделки требуют достаточно прикатанной почвы;

➤ **килевидный европейский сошник**, применяемый также и в Беларуси на сеялках типа СПУ, при качественной подготовке посевного слоя с созданием подуплотненного ложа способен равномерно укладывать семена по глубине, может применяться на всех типах минеральных почв, на посеве любых культур, при посеве трав и мелкосеменных культур оборудуется специальным ограничителем глубины хода каткового или чаще всего ползкового типа с простой и удобной регулировкой. Однако данный сошник неработоспособен, когда в посевном слое имеется большое количество растительных остатков;



а



б



в



г



д



е

Рисунок 5.8 – Сошники сеялки:

а – дисковый сошник RoTeC; б – дисковые сошники RoTeC и RoTeC+ с большим диаметром и из закаленной буровой стали для тяжелых условий эксплуатации; в – анкерный сошник с тупым углом вхождения; г – долотовидный сошник с агрессивным углом атаки; д – сошниковая группа сеялки прямого посева; е – долотовидный сошник со шпоровым колесом

➤ **однодисковые сошники** занимают промежуточное место между килевидными и двухдисковыми и в последнее десятилетие получают все большее распространение, имея ряд существенных преимуществ. В своей конструкции они объединяют лучшие свойства килевидных и дисковых сошников, т. к. бороздку образуют совместным действием вращающегося диска, установленного под углом атаки к направлению движения, и килевидного устройства. Благодаря такому устройству однодисковые сошники имеют более высокую универсальность и надежность работы на любых агрофонах, и даже с растительными остатками. Такие сошники выпускают большинство фирм, в том числе и белорусские заводы-изготовители сеялок;

➤ особую группу сошников занимают **дисковые сошники RoTeC** фирмы «Amazonen» и **СХ** фирмы «Kverneland». Они представляют собой двухдисковый сошник из одного металлического диска одного выпуклого эластичного диска. Диски, вращаясь на смещенных осях, самоочищаются и не забиваются даже при наличии большого количества соломенной массы и растительных остатков, а также в условиях повышенной влажности. Глубина заделки регулируется без применения дополнительных инструментов при помощи ограничительных и чистящих эластичных дисков. Для большой глубины заделки пластиковый диск снимается. Данные сошники имеют наиболее отработанную конструкцию по сравнению с сошниками других известных фирм.

➤ при прямом посеве для заделки семян в почву применяют **долотовидные сошники со шпоровыми колесами**, после прохода которых окончательное закрытие посевных борозд и выравнивание почвы производится выравнивателем. Устойчивость хода сошников по глубине обеспечивается шпоровым колесом. Кроме того, шпоровые колеса, поставленные под углом к направлению движения, заделывают посевные борозды. В подвеске шпоровых колес предусмотрено изменение угла атаки для случая использования сеялки на других видах посева. Параллелограммное крепление сошников с верхней и нижней тягами из пружинной стали и предохранитель обеспечивают сошникам отклонение в вертикальной и в горизонтальной плоскостях, защищая их тем самым от повреждений в случае попадания на глубокоосидающее препятствие.

Таким образом, анализ конструкций сошников, применяемых на сеялках ведущих стран Европы и Беларуси, показывает, что имеются оригинальные решения, обеспечивающие равномерность заделки семян по глубине и надежность работы на любых агрофонах.

5.3 Внесение удобрений

Для достижения как можно более высокой рентабельности необходимо использование сельскохозяйственных угодий и пашни с минимальными затратами. А это, в свою очередь, требует снижения стоимости каждой рабочей операции и расхода применяемых средств. Наряду с данными экономическими требованиями к сельскохозяйственной технике существуют еще и экологические: во многих странах аграрий должен вести свое хозяйство в соответствии со строгими природоохранными предписаниями. Например, существующие в Германии специальные предписания по применению минеральных удобрений требуют применение технологий, обеспечивающих фактически полное использование внесенных удобрений и предотвращение потерь. Таким образом, перед изготовителями тукоразбрасывающей техники стоит задача производить машины, которые должны обеспечивать достижение данных целей.

В соответствии с этим техника должна отвечать следующим требованиям:

- высокая точность внесения: высокая равномерность распределения по ширине разбрасывания и направлению движения независимо от рабочей скорости, дозы внесения, заполнения емкости, а также экспозиции машины по отношению к обрабатываемой поверхности поля;
- щадящие почву и растения способы внесения удобрений с минимальными потерями;
- предупреждение непосредственного попадания удобрений в водоемы, на склоны и дороги, а также на соседние площади.

Сюда же следует добавить и требования работников сельского хозяйства к туковысеивающей технике:

- большая ширина захвата, высокая рабочая скорость и, соответственно, экономичность работы;
- универсальность техники, т. е. пригодность разбрасывателя для различных видов удобрений;
- простота регулировки дозы внесения, очистки и удаления остатков;
- возможность изменения дозы внесения в процессе работы;
- как можно большая емкость бункера;
- простота настройки, установки и контроля внесенной дозы удобрения;
- медленный износ, простота технического обслуживания, ремонта и очистки;
- по возможности низкая стоимость.

Подавляющее большинство применяемых разбрасывателей минеральных удобрений – это машины с дисковыми рабочими орга-

нами (навесные или прицепные). Рабочими органами этих разбрасывателей являются диски, регулировку положения лопаток которых необходимо выполнять для каждого вида удобрений.

Внутри группы дисковых орудий двухдисковые все в большей степени вытесняют однодисковые разбрасыватели. Причинами этого являются ограниченная емкость бункера и ширины захвата (16 м), а также худшая равномерность распределения. Двухдисковый разбрасыватель обеспечивает при рабочей ширине захвата до 36 м и рабочей скорости до 15 км/ч высокую производительность.

На качество внесения удобрений этими машинами значительное влияние оказывает скорость ветра. Чем сильнее ветер, тем выше неравномерность распределения. В нашей республике 70 % времени в году скорость ветра превышает 3 м/с.

Исключительно важное значение для обеспечения высокого качества внесения всех видов удобрений по полю имеет строгое соблюдение стыковых проходов. В центробежных разбрасывателях количество возможных регулировок дисков велико, что всякий раз делает проблематичным вопрос соблюдения стыковых проходов, а зebroобразные посевы на полях – это во многом результат их несоблюдения. Исследованиями установлено, что при отсутствии следоуказателей, маркеров на широкозахватных машинах даже опытный добросовестный механизатор может оставлять огрехи и перекрытия стыковых проходов от 4 до 8 м.

Таким образом, для обеспечения лучшего качества распределения минеральных удобрений центробежными разбрасывателями необходимо правильно их навесить на трактор, поддерживать постоянную высоту от поверхности поля до диска (100–110 см), тщательно проверить соответствие фактической дозы внесения – расчетной, правильно определить рабочую ширину захвата (а не ширину разбрасывания) и с учетом этого обеспечивать стыковку смежных проходов. Точное выполнение этих операций в производственных условиях сельскохозяйственных предприятий весьма проблематично. Однако эти орудия позволяют варьировать ширину захвата в соответствии с условиями конкретного поля.

Дозу внесения и рабочую ширину захвата на дисковых разбрасывателях устанавливают путем изменения количества и места подачи удобрений на диски, а также регулировкой самих дисков. В зависимости от особенностей конструкции предлагаются различные решения.

Регулировка поступающей массы удобрений осуществляется:

- гидравлическим или механическим перемещением заслонки на дне бункерной воронки;

- кольцевыми дозаторами с различными выходными отверстиями;
- ленточным транспортером с механическим или гидравлическим приводом либо шнековым дозатором. С приводом от опорного колеса они обеспечивают довольно точную дозировку.

Для обеспечения непрерывного поступления удобрений внутри емкости каждого разбрасывателя должно быть установлено устройство для постоянного перемешивания.

Регулировка работы дисков осуществляется (рисунок 5.9):

- изменением числа оборотов дисков бесступенчато (гидравлически) или ступенчато (сменой шестерен);
- заменой разбрасывающих дисков;
- изменением длины и положения лопаток на дисках;
- установкой направляющих пластин под определенными углами к радиусу диска – изменяют рабочую ширину захвата разбрасывателя. Изменением положения поворачивающейся лопатки направляющей пластины – изменяют траекторию полета частиц.

При раннем внесении удобрений их устанавливают в нижнее положение, что дает пологую траекторию (рисунок 5.10). При позднем внесении поворачивающиеся лопатки устанавливают в верхнее положение, что дает более крутую траекторию.

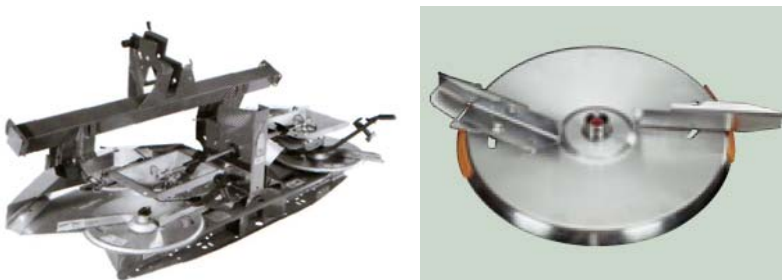


Рисунок 5.9 – Рабочие органы разбрасывателя центробежного

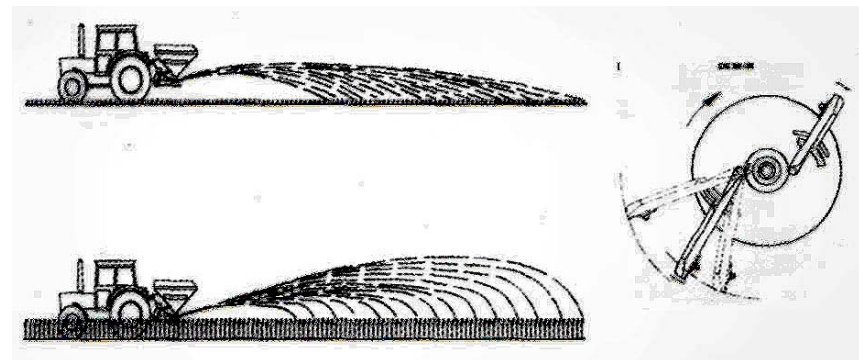


Рисунок 5.10 – Рабочий процесс разбрасывателя центробежного

Необходимой предпосылкой точной работы разбрасывателя является устройство для одностороннего ограничения ширины разбрасывания. Для этого имеется целый ряд конструктивных решений, эффективность работы которых на практике может значительно различаться. К ним относятся:

- устройство для изменения места подачи удобрений на диск ближе к центру или от центра;
- специальные диски или крылья для односторонней работы;
- устройства для изменения разбрасывающих крыльев или числа оборотов дисков;
- возможность снятия/выключения одного диска;
- гидравлическое устройство для наклона разбрасывателя влево или вправо;
- ограничительные козырьки или щитки.

Принцип работы центробежных разбрасывателей твердых минеральных удобрений. От вала отбора мощности трактора вращение 540 об/мин через карданный вал передается на центральный редуктор разбрасывателя. Для защиты от возможных перегрузок карданный вал крепится к редуктору с помощью срезного болта. Для защиты редуктора и вала от поломки при слишком длинном карданном вале редуктор подвешен на пружине и способен отклоняться вниз. Далее вращение передается на угловые редукторы. На них установлены разбрасывающие диски. Удобрения, пройдя через защитные решетки, поступают на заслонки. Одной заслонкой устанавливается размер выходного отверстия для регулировки нормы внесения. Для этого в комплект поставки входит инструкция с настройками разбрасывателя для внесения большинства удобрений, а также семян зерновых и трав. В соответствии с инструкцией по вно-

симому удобрению находят положение заслонки для заданной нормы и ширины захвата и положение разбрасывающих лопаток для обеспечения заданной ширины захвата. Открытие второй заслонки, удерживаемой гидроцилиндром, позволяет удобрениям поступать на разбрасывающие диски. Низкая частота вращения дисков (около 720 об/мин), а также подача удобрений не на лопатки, а на конус диска с последующей плавной подачей их на лопатки позволяет избежать травмирования или разрушения гранул. Благодаря этому разбрасывателем можно разбрасывать семена зерновых и трав.

В настоящее время в республике разработан комплекс высокоэффективных машин для внесения основных и подкормочных доз как твердых, так и жидких минеральных удобрений (таблица 5.7).

Для поверхностного внесения минеральных удобрений (100–1000 кг/га) разработана машина МТТ-4У. Она выполнена в виде одноосного полуприцепа, агрегируется с тракторами класса 1,4. Ее эксплуатационная производительность – 8–16 га/ч, расход топлива – 0,5–1 кг/га, рабочая скорость – до 12 км/ч, грузоподъемность – 4 т.

Для внесения гранулированных азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры, возделываемые по интенсивным технологиям, разработан штанговый навесной подкормщик РШУ-12.

Удобрения, поступающие в штанги-остовы, захватываются цепочно-шайбовыми транспортерами и перемещаются по трубе к дозирующим отверстиям, через которые вносятся на поверхность поля. Эксплуатационная производительность машины – 6–8 га/ч, грузоподъемность – 0,55 т, она обеспечивает дозу удобрений от 60 до 300 кг/га при равномерном их распределении (неравномерность – до 11 %).

Таблица 5.7 – Машины для внесения минеральных удобрений

Показатели	Марка машины										
	МТГ-4Ш	МТГ-4У	МСВД-0,5	СУ-1	РУС-0,7А	Л-116	АВУ-0,7 (АВУ-0,8)	РДУ-1,5	РШУ-12	РУ-1600	РУ-3000
1. Агрегатируется с трактором класса	1,4	0,9; 1,4	1,4	1,4	1,4	0,6	1,4; 2	2	1,4	2	0,9; 1,4
2. Рабочая ширина захвата, м	12	15–22* 8–10**	16–24* 8–10**	12	12–12,5	16–24* 8–10**	10–14	10–28	12	28	28
3. Грузоподъемность, т	4	3,9	0,5***	0,5***	700		0,7***	1,5***	0,55	1600	3000
4. Доза внесения, кг/га	80–300	100–1000	40–1000	10–240	45–1000	40–1000	40–1000	50–500	60–300	40–1100	40–1100
5. Масса, кг	2900	2500	400	650	200	200	215	450	650	500	1250
6. Габаритные размеры, м	5,4 × 12,55 × 1,9	5,4 × 2,5 × 1,9	2,1 × 1,44 × 1,53	12,03 × 1,97 × 2,3 (2,45)	1,17 × 1,39 × × 1,38	1,3 × 1,16 × 1,41	1,9 × 1 × 0,95	1,2 × 2,5 × 1,2	2,1 × 12,4 × 1,6	1,2 × 2,6 × 1,4	3,1 × 2,6 × 2,5
Примечание: * – при внесении гранулированных удобрений ** – при внесении кристаллических удобрений *** – в м ³											

На базе МТТ-4У и РШУ-12 разработана прицепная машина МТТ-4Ш для внесения основных и подкормочных доз твердых минеральных удобрений, имеющая высокую степень унификации с ними. Она обеспечивает высокоточное внесение не только азотных (неравномерность до 10 %), но и калийных, и фосфорных (неравномерность до 15 %) удобрений. Высокую точность их распределения и универсальность машины позволяет достичь установленный в приемном бункере датчик уровня удобрений, регулирующий действие гидропривода цепочно-прутковых транспортеров, подающих удобрения в штанги.

Особую актуальность для белорусского земледелия представляет применение жидких минеральных удобрений (КАС, ЖКУ). Их эффективное внесение во многом сдерживается отсутствием необходимой техники. Они, в сравнении с твердыми, более технологичны и в Беларуси производятся в достаточном объеме. Данную проблему решила разработка штанговой прицепной машины АПЖ-12, позволяющей с высокой равномерностью распределять основные и подкормочные дозы жидких минеральных удобрений.

Положительной особенностью АПЖ-12 является обеспечение дроселированного потока рабочей жидкости при ее поступлении на поверхность почвы и высокое качество распределения удобрений даже при их загрязнении посторонними включениями размером до 5 мм.

В основу работы современных туковых сеялок положены различные физические принципы. Целый ряд изготовителей делает ставку на пневматические распределители, другие фирмы используют шнековые и транспортерные аппараты.

В республике разработана штанговая пневматическая навесная сеялка для внесения минеральных удобрений СУ-12 (рисунок 5.20). Рабочая ширина захвата – 12 м, вместимость бункера – 0,5 м³, она обеспечивает дозу внесения удобрений от 10 до 240 кг/га при равномерном их распределении (неравномерность – 4–6 %).

Промышленностью предлагается широкий ассортимент систем для внесения удобрений. При выборе разбрасывателя особое внимание необходимо обращать на соответствие его размера и типа существующей в сельскохозяйственном предприятии технологии обработки и размерам обрабатываемой площади, а также на высокую равномерность распределения и простоту регулировки.

5.4 Защита растений

Наиболее распространенным способом применения различных пестицидов является их нанесение на обрабатываемые поверхности в жидкокапельном виде. При этом главной задачей является повышение эффективности обработок при снижении непроизводительных потерь препаратов.

Для повышения производительности опрыскивания с целью обработки больших площадей в оптимальные сроки (т. е. во время нахождения вредителей, сорняков, защищаемых растений и других видов, образующих агробиоценоз, в оптимальных для защиты стадиях развития) стремятся уменьшить расход жидкости при опрыскивании. В течение последних лет нормы расхода жидкости непрерывно уменьшаются. Прежде широко применяли высокообъемное опрыскивание, при котором расход исчислялся тысячами литров на гектар. Производительность труда была при этом крайне низкой. Постепенно стали переходить к среднеобъемному и малообъемному опрыскиванию. Эти методы в основном вытеснили высокообъемное опрыскивание.

Повышению эффективности действия пестицидов способствует мелкокапельное опрыскивание, которое может обеспечивать равномерное покрытие препаратами зон обработки. Однако время существования водяной капли и дальность ее полета до полного испарения зависит от размера капли, температуры и относительной влажности воздуха. При влажности воздуха 20 % и температуре 30 °С водяные капли диаметром 70 мкм до полного испарения пролетают всего 15 см, диаметром 150 мкм – 2,3 м. Скорость испарения капель удваивается при каждом снижении относительной влажности воздуха с 95 до 85 %, с 85 до 70 %, с 70 до 45 %. Она также удваивается и при повышении температуры воздуха на 10 °С в пределах от 10 до 30 °С.

По результатам исследований немецкой фирмы RAU время падения капли с высоты 0,5 м может достигать 8 с. В то же время известно, что капли воды размером меньше 50 мкм полностью испаряются за 3,5–12,0 с при любых метеорологических условиях. Поэтому излишне мелкое распыление рабочего раствора пестицида ведет к увеличению потерь и загрязнению окружающей среды (таблица 5.8). При типичных условиях работы – скорость ветра 2 м/с; высота установки штанги 0,5 м; влажность воздуха 65 %; температура 20 °С – до 30–40 % капель не долетают до обрабатываемых растений.

При использовании крупных капель снижается эффективность действия пестицидов, возрастают требуемые дозы применения рабочей жидкости и могут увеличиваться потери препарата из-за стекания капель с объектов обработки.

Таблица 5.8 – Влияние размера капель на показатели технологического процесса опрыскивания

Показатели		Диаметр капли, мкм						
		10	20	50	100	200	500	1000
Скорость осаждения капли, м/с		0,003	0,012	0,073	0,27	0,72	2,06	4,00
Расстояние сноса капли (м) при скорости ветра 1 м/с и высоте падения <i>h</i> , м:	0,4	167	41,6	6,85	1,85	0,70	0,25	
	1,0	333	83,4	13,7	3,70	1,39	0,49	–
	2,0	667	166	27,4	7,42	2,78	0,97	–
	5,0	1660	416	68,5	18,5	6,95	2,42	–
Время существования капли (с) при :								
$T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}; W = 80\%$		–		12,5	50	200		
$t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}; W = 50\%$		–	–	3,5	14	56	–	–
Расчетная норма расхода жидкости при густоте покрытия 100 капель/см ² , л/га		–	–	0,65	5,246	41,9	654	5236

Поэтому при определении режима работы опрыскивателя необходимо учитывать размеры образуемых капель и добиваться их оптимального диапазона. Для большинства условий работы рациональными считаются капли размером 100–350 мкм. Для практических целей обычно используют полидисперсные аэрозоли, состоящие из частиц с широким диапазоном размеров. Аэрозоли из частиц, имеющих одинаковые или близкие размеры, именуют монодисперсными. По размеру капель опрыскивание классифицируют как мелкокапельное, среднекапельное и крупнокапельное. Большинство исследователей пользуются следующей классификацией (в скобках – размер капель, мкм): термические аэрозоли (<20), механические аэрозоли (20–50), мелкокапельное опрыскивание (51–150), среднекапельное (151–300), крупнокапельное (>300). Обеспечивае-

мые размеры капель во многом зависят от конструкции распылителей и режимов работы

При испарении капель происходят прямые потери пестицида, пары которого смешиваются с воздухом и уносятся ветром. При этом загрязняется среда обитания людей, животных и растений. Капли пестицидного препарата, испаряясь, уменьшаются. Мелкие капли в меньшей мере осаждаются на растениях, значительные их количества уносятся ветром за пределы обрабатываемого поля, т. е. теряются и опять-таки загрязняют окружающую среду. Наконец, капли испаряются и после оседания на листья растений; при этом также (а иногда – главным образом) происходят потери пестицида. При испарении разбавителя (воды) капля раствора или суспензии пестицида превращается в кристаллическую или аморфную частицу. В таком виде пестицид не проникает в ткани растения (что необходимо для гербицидов, системных инсектицидов и фунгицидов), легче сдувается ветром или смывается дождем.

Испарение капель в условиях полевого опрыскивания – сложный физический процесс. Стандартных, рекомендованных для практики методов расчета испарения капель пестицида при опрыскивании не существует. По этим причинам вопрос об испарении часто просто игнорируется. Испарение капель при опрыскивании может происходить на трех этапах: при формировании факела распыленной жидкости или воздушно-капельной струи; при транспортировке капель ветром; после оседания капель на листьях растений. Первый и третий этапы свойственны опрыскивателям всех типов. Второй этап характерен только для опрыскивателей, работающих методом волны, и для авиаопрыскивателей.

В соответствии с этим с точки зрения испарения капель современные опрыскиватели можно разделить на следующие классы:

- гидравлические опрыскиватели, у которых факелы, образуемые распылителями, направляются непосредственно на листья растений (к этой группе могут быть отнесены и полевые штанговые опрыскиватели);
- вентиляторные садовые опрыскиватели, образующие воздушно-капельную турбулентную струю, направляемую в кроны деревьев или кустарников;
- вентиляторные полевые опрыскиватели, работающие методом волны (капли транспортируются на некоторое расстояние турбулентной струей, затем переносятся ветром). К этой категории могут быть отнесены и авиационные опрыскиватели.

Обычно при анализе процессов опрыскивания рассматривают период от распыления жидкости (средний размер капель, распределение их размеров) до осаждения капель на листьях растений. Исследуют распределение осевших капель на листовой поверхности: на верхней (адаксиальной) и нижней (абаксиальной) сторонах листьев, в наружной и внутренней частях кроны, и потери в виде капель, осевших на поверхность почвы под растениями и снесенных ветром за пределы обрабатываемого поля. Этот период имеет определяющее значение для качества опрыскивания. Однако важное значение имеет и второй период, которому обычно уделяется меньше внимания, – поведение капель после осаждения на листьях, «старение» отложений пестицида.

Частицы пестицида, осевшие на листьях, подвергаются воздействию инсоляции, ветра, кислорода воздуха, росы, дождя. При этом частицы пестицида могут скатываться или смываться с листьев, могут химически изменяться, испаряться, растекаться и перераспределяться по поверхности листьев. Одновременно пестицид может проникать с той или иной скоростью в ткани растения (насекомого). Если это проникновение определяет пестицидное действие (системные препараты), то происходит конкуренция процессов проникновения и старения, т. е. эффективность пестицида зависит от того, какой из этих процессов происходит быстрее.

Соударение капель с поверхностью листьев растений – сложный, мало изученный процесс. Он определяется размером и скоростью движущихся капель, свойствами жидкости и поверхности. В результате соударения капля может прилипнуть к поверхности, отскочить или скатиться с нее. Для обеспечения эффективного опрыскивания должно происходить прилипание, а не отскакивание или скатывание капель. На процесс соударения можно воздействовать изменением состава жидкости. Выравнивание отложений пестицида на листьях после опрыскивания может вызываться дождями, росой, неравномерность может компенсироваться также действием паров пестицидов.

При заданных условиях (скорость ветра, высота распылителя над землей, ширина захвата, размеры поля) расчеты позволяют выбрать оптимальный размер капель, обеспечивающий требуемую равномерность отложений, минимум потерь пестицида (снос ветром), требуемую производительность (ширину захвата). Следовательно, при помощи существующих методов расчета задача о выборе размера капель, оптимального с точки зрения равномерности обработки поля, величины потерь и производительности, решается однозначно.

Каков же оптимальный размер частиц аэрозоля с точки зрения степени и равномерности оседания его в поле при обработке пестицидами? Из сказанного следует, что постоянного оптимального размера частиц, пригодного для всех случаев и условий не существует. Оптимальный размер частиц по степени равномерности оседания пестицида может быть определен в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы.

Оптимальный размер частиц определяется, очевидно, не только равномерностью оседания пестицида, но, прежде всего, эффективностью пестицида, которая зависит от препарата и характера его действия. При практическом применении препаратов обязательно должны выполняться рекомендации фирмы-изготовителя, в которых по возможности учтены указанные выше условия.

Общее устройство опрыскивателей. Для внесения растворов пестицидов применяются опрыскиватели различных конструкций. Они отличаются способом агрегатирования (навесные, прицепные), количеством заправляемой рабочей жидкости, шириной захвата, расположением отдельных узлов и механизмов. Однако их общее устройство весьма сходно. Опрыскиватель имеет (рисунок 5.11) резервуар для рабочей жидкости, заправочную горловину с фильтром, всасывающую коммуникацию с фильтром, насосный агрегат, регулятор-распределитель или пульт управления, напорную коммуникацию со штангой и распыливающими наконечниками. Опрыскиватели оборудуются мешалками, устройством для самозаправки, системами контроля и управления.

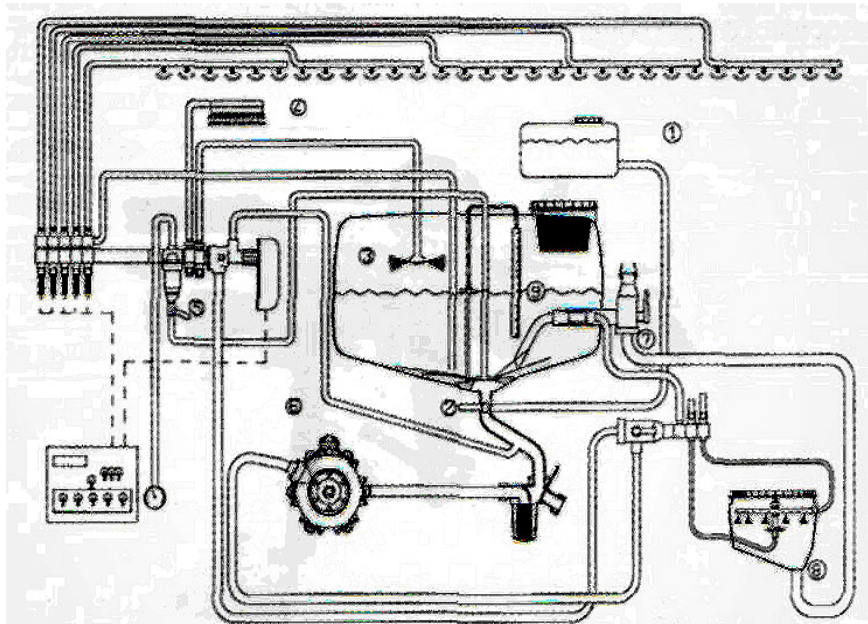


Рисунок 5.11 – Принципиальная схема опрыскивателя

При работе опрыскивателя насос засасывает жидкость из резервуара через всасывающий фильтр и нагнетает ее к регулятору давления. От него через нагнетательный фильтр и открытые клапаны распределителя жидкость подается в коллекторы штанги и через распылители – на обрабатываемые растения. Избыток жидкости через регулятор давления поступает обратно в резервуар. От пульта управления подача жидкости также может осуществляться к гидромешалкам и в устройство для перемешивания заправляемых порошковидных препаратов. Секционная подача позволяет повысить стабильность создаваемого в распылителях давления и отключать отдельные секции в зависимости от требуемой ширины захвата.

Подобным образом устроены большинство производимых и применяемых в Беларуси опрыскивателей (таблица 5.9). Новые опрыскиватели комплектуются насосом, регулятором, фильтром и распылителями белорусского, немецкого и польского производства.

Таблица 5.9 – Технические характеристики опрыскивателей

Марка опрыскивателя	Емкость бака, л	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Производительность га/ч	Тип насоса
Мекосан 2000/2500	2000-2500	12,18	4–12	12,5	мембранный
Мекосан 650 (навесной)	650	12	4–12	12,5	мембранный
Мекосан 2000 В (вентиляторный)	2000	1 ряд	4–12	8	мембранный
ОТМ2–3	2000	12,18	6–12	15-17	мембранный
ОП-2000	2000	18-22	8–12	9-11	центробежный
ОПШ-15М	1200	12-15	8–12	6-15	поршневой
ОМ-630	630	12	8–12		поршневой
ОП-3000-12	3000	12	–	–	диафрагменный
ОП-2000-12	2000	12	–	–	диафрагменный
ОМ-800-12	800	12	–	–	диафрагменный

В последние годы не вызывает сомнений эффективность применения высокопроизводительного самоходного опрыскивателя ОСШ-2500. Потребность только нашей республики в таких машинах – 1700 шт. При обеспечении определенных условий их эксплуатация позволит сэкономить труда в целом по республике более 110 тыс. ч, а также 631 т горючего в год.

Опрыскиватель построен на базе модернизированного самоходного шасси ШУ-356ПК «Беларусь» с увеличенным до 600 мм клиренсом и колес ходовых колес, регулируемой на 1800 и 2100 мм. Рабочая ширина захвата – 18 м, вместимость основного бака для рабочей жидкости – 2500 л. ОСШ-2500 выгодно отличается от прицепных опрыскивателей высокой проходимостью и маневренностью, что позволяет выполнять химзащитные работы с ранней весны, продолжая их до поздней осени. Рабочая скорость составляет 6–12 км/ч, производительность за один час основного времени 18–20 га. За полторасменную работу опрыскиватель может обработать 140–170 га

посевов при высоком качестве работ. В зимнее время на шасси устанавливается кузов самосвальный, и оно используется как транспортное средство для внутрихозяйственных перевозок.

Модели современных зарубежных опрыскивателей дополнительно снабжаются устройствами для заправки различных видов концентрированных препаратов, отдельной емкостью для промывки системы и другими устройствами.

Современному уровню развития техники соответствуют опрыскиватели, которые характеризуются следующими свойствами:

- надежность в работе;
- обеспечение достаточно точной дозировки и распределения препарата;
- детали, которые при применении опрыскивателя нагреваются, не должны быть в контакте со средствами защиты растений;
- безопасное заполнение, оснащение измерительными приборами;
- защищенность от загрязнений таким образом, чтобы не нарушалось функционирование опрыскивателей;
- отметки, указывающие на переполнение или недостаточное заполнение бака, должны быть хорошо видны;
- регулировка работы опрыскивателя должна быть легко доступной, достаточно точной и с нужной степенью воспроизведения;
- возможность надежного обслуживания, контроля и быстрого выключения (остановки) опрыскивателей из кабины трактора;
- легкое и полное опорожнение бака;
- обеспечение легкой замены быстроизнашивающихся деталей.

Фактическая вместимость бака должна не менее чем на 5 % превышать номинальную вместимость, которая указывается в характеристике бака. Указатель уровня заполнения бака должен быть хорошо виден из кабины трактора. У большинства машин для этой цели имеется измерительная шкала. Минимальный диаметр заливного отверстия бака вместимостью до 600 л – 200 мм, более 600 л – 300 мм.

Особое внимание уделяется заполняющему устройству. В новых опрыскивателях средства защиты растений заливают или подают в отдельный бак с помощью инжекторного устройства. Эти устройства обеспечивают хорошее смешивание препаратов с водой и, кроме того, применяются для простого и надежного заполнения бака опрыскивателя.

Таким же важным процессом, как заполнение, является опорожнение бака. Оптимальным является тот вариант, когда после опрыскивания в баке нет остатков рабочего раствора. Однако технически эта проблема решена не полностью. Согласно требованиям Федерального Биологического Центра (Германия), максимальное остаточ-

ное количество раствора пестицидов должно составлять от 3 % (вместимость бака до 400 л) до 4 % (более 400 л). Почти все фирмы-изготовители в программу выпуска продукции включают серии опрыскивателей, оснащенных баками с чистой водой. При этом остаточное количество пестицидов разбавляется и вносится на поле. Для уменьшения остаточного количества рабочей жидкости применяют баки клиновидной формы или баки с выпускным желобком, в который стекает рабочий раствор. Таким образом, можно полностью опорожнить бак в горизонтальном положении. Стенки бака изнутри и снаружи должны быть гладкими.

Таким образом, для применения в сельском хозяйстве могут быть допущены только те опрыскиватели, которые при соблюдении всех правил эксплуатации не оказывают вредного воздействия на здоровье людей и животных, а также в целом на окружающую среду.

Важной задачей при использовании опрыскивателей является качество выполнения технологического процесса. На равномерность и точность распределения рабочей жидкости по обрабатываемой поверхности большое влияние оказывают погрешности в дозировании и несоответствие изменяющейся скорости опрыскивателя постоянной подаче жидкости. Для контроля и управления данным процессом с целью поддержания постоянства заданной нормы применяется специальное электронное оборудование.

Электронные системы представляют собой контрольные приборы (мониторы) и приборы регулирования процесса опрыскивания (рисунок 5.12). Контрольные приборы состоят из датчика расхода и датчика скорости, который монтируется на колесе опрыскивателя или на ведущем колесе трактора. Датчики соединены с компьютером, размещенным в кабине трактора. В память системы вводятся значения ширины захвата штанги и окружности колеса, связанного с датчиком.

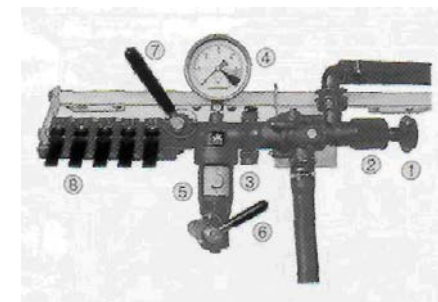
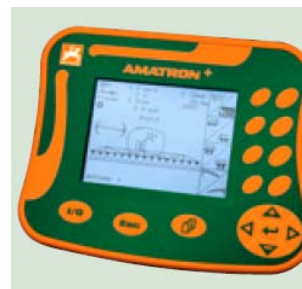


Рисунок 5.12 – Аппаратура управления опрыскивателя

Чаще всего в качестве датчика расхода используется осевой датчик, реже – датчик давления. Расход экстраполируется в зависимости от используемых распылителей, т. е. надо знать их пропускную способность. Не следует считать, что расходомер более точен, чем датчик давления. Каждый имеет свои преимущества: расходомер отличается простотой калибровки; датчик давления – быстротой реакции, т. к. давление изменяется с изменением в квадрате расхода. Датчик давления требует меньше внимания. Для измерения скорости применяются электромагнитный диск и намагниченные контакты, закрепленные на колесе. Точность измерения возрастает с увеличением количества контактов. Калибровка колеса должна производиться в полевых условиях. Датчик вращения может заменяться радаром. Такое решение позволяет избежать ошибок из-за пробуксовки колеса.

Приборы контроля регулирования содержат, кроме перечисленных элементов, электроклапан, воздействующий на возврат в бак. Он регулирует подачу в соответствии с запрограммированным расходом независимо от скорости движения. Кроме того, они обеспечивают постоянную индикацию расхода рабочей жидкости на гектар или индикацию таких необходимых параметров, как общий расход, площадь, скорость и т. д. Некоторые приборы показывают уровень остатка рабочей жидкости в баке. Приборы электронного контроля и регулировки рабочей жидкости не рекомендуется устанавливать на неисправные опрыскиватели, т. к. это не может компенсировать возможные неполадки в работе.

Настройка опрыскивателей на качественную работу. Работы по химической защите растений в сельском хозяйстве по важности и ответственности сравнимы с медициной. Поэтому все этапы подготовки опрыскивателей к работе и настройку необходимо выполнять тщательно и в полном соответствии с существующими правилами.

Важным этапом подготовки к работе является выбор требуемого типа распылителей, правильная их установка на штанге и проверка качества работы. От качества работы распылителей в решающей степени зависят результаты использования пестицидов.

Наиболее высокие и устойчивые показатели работы обеспечивают щелевые распылители различной конструкции. Эти распылители имеют выходное отверстие с разными размерными характеристиками. Используемые ранее щелевые распылители имели металлокерамические сопла, запрессованные в пластиковые корпуса. В зависимости от параметров выходного отверстия использовалась следующая маркировка распылителей: РЩ-

110-0,6 (желтый); РЩ-110-1 (оранжевый); РЩ-110-1,6 (красный); РЩ-110-2,5 (синий). По группам селективной подборки каждый тип подразделялся на три группы и маркировался точками на корпусе вставки. Первая цифра в марке распылителя 110 означает угол факела распыла в градусах. Вторая цифра показывает расчетный минутный расход жидкости при стандартном давлении 0,4 МПа.

В настоящее время номенклатура используемых щелевых распылителей значительно расширилась. Поставляются распылители фирм: Teejet, Hardi, Delavan, Lurmark, Kowex, Lechler, Jacto и др. В Беларуси поставлены на производство пять типоразмеров новых щелевых распылителей. Они могут быть установлены в любые корпуса и снабжаются фильтром.

В зависимости от размера выходного отверстия и создаваемого рабочего давления щелевые распылители могут обеспечивать мелко- или крупнокапельный распыл жидкости. Меньший размер отверстия и большее давление позволяют получить повышенную степень дробления жидкости. Щелевые распылители обычно имеют равномерную эпюру распределения жидкости по ширине факела распыла, что в свою очередь способствует получению равномерного внесения пестицидов по всей ширине захвата штанги. Они способны качественно вносить растворы любых типов пестицидов.

Для более грубого распыла пестицидов и внесения жидких удобрений могут использоваться *дефлекторные* распылители. При их работе через подводящее отверстие (диаметром 1,6; 2,0 или 4,0 мм) подается струя жидкости, которая ударяется в отражательную поверхность и сходит в виде плоской тонкой пленки. Пленка жидкости на небольшом расстоянии от распылителя распадается на капли диаметром 250–400 мкм, обеспечивая плоский факел распыла с углом до 135–140°. Эпюра распределения жидкости по ширине факела имеет «всплески» по краям и для достижения равномерного внесения пестицидов необходима тщательная регулировка высоты установки штанги при работе.

Вихревой тип распылителя наиболее прост по устройству и имеет шайбу с калиброванным отверстием. Обычный полевой вариант распылителя данного типа имеет завихритель в виде резьбового стержня с шагом 8 мм. У полевых экономичных распылителей диаметр выходного отверстия 1,25 мм и шаг резьбы завихрителя 3 мм. Распылители данного типа обеспечивают конусный распыл без капель посередине. Данная форма факела обеспечивает при работе не-

равномерное «двухвершинное» распределение жидкости по ширине захвата и повышает общую неравномерность внесения пестицидов.

Варианты центробежных распылителей (центробежно-дисковых, струйных) обеспечивают выход жидкости в виде заполненного круглого конуса с равномерным распределением по ширине факела. Однако устройство подобных распылителей более сложно, они склонны к забиванию и находят весьма ограниченное применение.

Конструкции современных распылителей совершенствуются.

Одним из перспективных направлений является использование *двухцелевых* широкозахватных распылителей. Многие совершенствования направлены на получение монодисперсного распыла с регулируемым размером образуемых капель. Известны распылители, работающие с подсосом воздуха в струю пестицида. При этом образуется пенная струя, а пузырьки жидкости дробятся на мелкие капли после падения на обрабатываемую поверхность. В качестве материалов распылителя используются керамика, нержавеющая сталь и другие материалы. Относительная устойчивость в работе различных материалов следующая (таблица 5.10).

Таблица 5.10 – Относительная износостойкость различных материалов распылителей

Материал распылителя	Время работы в часах	Относительный показатель износостойкости
Спекшийся глинозем	400	300
Закаленная нержавеющая сталь	400	77
Нержавеющая сталь	–	19
Пластмасса	200	3
Латунь	100	1

Однако приведенные показатели в значительной мере условны и зависят от конкретного вида материала. Например, для пластмассовых распылителей установлен допустимый срок работы в 50 часов.

Распылители устанавливаются в корпусах различной конструкции с отсечным приспособлением в виде подпружиненного клапана. Он перекрывает подачу рабочей жидкости с коллектора штанги после отключения или снижения давления до установленной величины. Это позволяет предотвратить «ожоги» растений на поворотах и при остановках агрегата.

При подготовке опрыскивателя к работе важно правильно выбрать высоту установки штанги. Она зависит от типа распылителя, угла факела распыла. В общем случае факелы распыла должны перекрываться для получения равномерного внесения по всей ширине захвата. Для большинства типов распылителей целесообразна высота установки 0,6–0,7 м от распылителя до обрабатываемой поверхности (почвы, среднего яруса листьев). При этом очень важно при работе поддерживать горизонтальное положение штанги. Провисание концов штанги ведет к резкому (до 40–50 %) повышению неравномерности внесения пестицидов. Существуют системы автоматического поддержания горизонтального положения штанги независимо от колебаний опрыскивателя.

Перед работой опрыскивателей и работающих с ним тракторов необходимо осмотреть машины и убедиться в том, что они правильно собраны и прицеплены, давление в шинах колес 0,2 МПа, все штанговые и болтовые соединения затянуты. Необходимо залить в бак воду и плавно включить ВОМ трактора при пониженной частоте вращения коленчатого вала двигателя, предварительно установив ручку крана включения в закрытое положение. Сначала проверяют работу опрыскивателя без подачи жидкости через распылители. Убедившись, что насос, карданная передача, регулятор давления и все коммуникации работают нормально, при помощи органов управления открывают подачу жидкости.

Учитывая заданную норму вылива и скорость движения агрегата, необходимо настроить органы управления опрыскивателя и затем проверить правильность настройки. Настройка машин для защиты растений проводится до начала работы с использованием чистой воды. Необходимо подсчитать расход жидкости через один распылитель за минуту (q):

$$\text{Расход за минуту через 1 распылитель} = \frac{\text{Заданная норма, л/га} \times \text{Ширина захвата, м} \times \text{Скорость агрегата, км/ч}}{600 \times \text{Количество распылителей}}$$

Пример расчета: опрыскиватель ОТМ2-3 шириной захвата 12 м, двигаясь со скоростью 8 км /ч, должен вносить 150 л/га рабочей жидкости:

$$q = \frac{150 \times 12 \times 8}{600 \times 24} = 1,0 \text{ л/мин.}$$

С другой стороны, расход q пестицида через один распыливающий наконечник:

$$q = \mu S_c \sqrt{\frac{2P_{bx}}{\rho}},$$

где μ – коэффициент расхода (0,45–0,82);

S_c – площадь выходного отверстия, м²;

P_{bx} – давление жидкости на входе в наконечник, МПа;

ρ – плотность жидкости, кг/м³.

Сопоставляя два расчетных значения, можно определить рабочее давление, подобрать соответствующий распыливающий наконечник, определить количество распыливающих наконечников.

Настройкой машины необходимо добиться, чтобы фактический расход за минуту был равен расчетному. Для этого по справочным данным, пользуясь линейкой-селектором или инструкцией к машине, подбирают распылители и устанавливают рабочее давление. Перед работой необходимо отрегулировать расположение штанги по высоте с таким расчетом, чтобы обеспечивалось наиболее равномерное распределение рабочей жидкости по ширине захвата. Опрыскивание следует проводить на скорости, которая была использована в расчетах перед настройкой машины на заданный минутный расход пестицидов. В процессе работы надо регулярно следить за показаниями манометра, т. к. отклонение давления от установленного приводит к изменению расхода жидкости. Следует периодически контролировать работу распылителей, промывать фильтры, периодически прочищать жиклеры, гидравлические мешалки, проходные отверстия которых могут забиваться. При выполнении всех работ следует строго выполнять установленные правила и соблюдать технику безопасности.

Следует использовать спецодежду и средства индивидуальной защиты. Для очистки распылителей нельзя продувать их ртом или проковыривать, необходимо использовать специальную щетку или струю сжатого воздуха.

Современный уровень развития машин для защиты растений характеризуется непрерывно возрастающими требованиями к их параметрам и конструкции, качеству выполнения технологического про-

цесса, улучшению условий труда операторов и снижению загрязнения окружающей среды токсичными препаратами. Для выполнения этих требований на опрыскиватели устанавливают все более современные высокопроизводительные рабочие органы, точную дозирующую и контролирующую аппаратуру, а также различные устройства, уменьшающие или исключаящие контакт обслуживающего персонала с ядохимикатами и облегчающие труд.

Проверка качества работы опрыскивателей требует специального оборудования для замера равномерности распределения жидкости по ширине штанги, фиксации размеров капель. Однако даже при визуальном контроле за работой распылителей можно устранить многие возможные погрешности. Не допускается подтеканий и подкапываний жидкости, все факелы должны иметь одинаковую форму и не пересекаться (щелевые распылители устанавливаются под углом 5–7° относительно оси штанги). Следует также произвести контрольные замеры минутного расхода жидкости из нескольких распылителей на разных участках штанги и убедиться, что они не отличаются более чем на 5%. В дальнейшей работе особенно важно поддерживать постоянную (использованную в расчетах) скорость движения агрегата с опрыскивателем.

Совершенствование техники применения пестицидов. Основной задачей в химической защите растений является снижение доз применения пестицидов при одновременном сохранении эффективности их действия. Значительные возможности в этом направлении можно реализовать путем совершенствования технических средств внесения растворов пестицидов при малообъемном (МО) и ультрамалообъемном (УМО) опрыскивании. В 60–70 годах появился метод ультрамалообъемного опрыскивания неразбавленными препаратами. При таком методе норму расхода жидкости удалось снизить до нескольких литров или даже долей литра на гектар, чем обеспечивается ряд преимуществ. В 70-х годах методы МО и УМО существенно рационализировали благодаря созданию новой опрыскивающей аппаратуры, обеспечивающей дробление жидкости на капли приблизительно одинакового регулируемого размера. Новый метод ультрамалообъемного (микрообъемного) опрыскивания с использованием этой аппаратуры получил название ММО (микрообъемное монодисперсное опрыскивание; английское название метода – controlled drop application). Метод ММО в конце 70-х – начале 80-х годов получил практическое применение.

Однако методам МО, УМО и ММО присущи существенные недостатки:

- низкая удерживаемость капель;
- сильная зависимость качества обработки от метеорологических условий;
- значительный снос и потери капель;
- необходимость сложной аппаратуры для внесения растворов;
- сложность работы с высококонцентрированными препаратами с высокой биологической активностью.

Из-за высокой стоимости препаратов и машин возрастает себестоимость обработок. Визуальный контроль за работой подобных машин практически невозможен, поскольку факел распыла не различим. В силу этих и других обстоятельств большого практического распространения методы УМО и ММО не получили, хотя сохраняется тенденция к уменьшению количества применяемой воды при внесении растворов пестицидов.

Для снижения сноса пестицидов и улучшения качества обработки растений за рубежом применяют в полевых опрыскивателях устройства для наклона растений Grop Tilter и пневмоштанговый рабочий орган.

Устройство Grop Tilter представляет собой гладкую трубку, закрепленную на штанге опрыскивателя. Во время движения машины это устройство прижимает стебли зерновых культур вниз и тем самым создает свободное пространство в посевах, в которое с помощью плоскоструйных насадок вносится раствор рабочей жидкости. При этом штанга опрыскивателя проходит на расстоянии около 20 см над верхним краем посевов культуры. Это устройство значительно снижает снос капель рабочей жидкости ветром.

В полевом опрыскивателе с пневмоштангой несущая конструкция штанги выполнена в виде оболочки из полихлорвиниловой пленки, надуваемой воздухом с помощью вентилятора. В нижней части оболочки имеются отверстия, сквозь которые воздушный поток от вентилятора подается на обрабатываемые растения. При этом он захватывает распыленные частицы рабочей жидкости, т. к. коллектор с распылителями установлен под оболочкой и обеспечивает их проникновение вглубь растений.

По данным исследований, проведение опрыскивания с дополнительным использованием воздушного потока на машине ОПО-18 позволяет снизить нормы внесения рабочей жидкости с 200–300 л/га до 100–130 л/га, работать при скорости ветра до 6 м/с и за счет качественного нанесения препаратов по всему растению сократить дозы внесения в среднем на 15 %. Для обеспечения эффективного применения данного метода обра-

ботки пестицидами скорость воздуха на выходе из пневмоштанги должна составлять от 25–45 м/с, а у поверхности почвы скорость воздуха равна 5–9 м/с. При этом важным параметром является массовое потребление воздуха для продувания обрабатываемых растений. Для большинства культур необходимо подавать 1600–2500 м³/час на каждый метр ширины захвата штанги.

Нормы расхода препаратов можно снизить и совершенствуя способы их применения. Один из таких путей – токсикация растений путем предпосевной обработки семян. Такой прием защищает всходы от хлебной жужелицы, озимой совки, личинок почвообитающих вредителей, различных мух. Расход пестицидов можно сократить в 5–7 раз по сравнению с двукратным опрыскиванием посевов. Кроме того, способу присуще и почти полное отсутствие потерь препаратов, тогда как при опрыскивании они могут достигать 50–70 %.

Известны способы снижения потерь пестицидов при опрыскивании за счет подвода электростатического заряда к вносимой жидкости. Работы в этом направлении велись за рубежом с конца 50-х годов и первые положительные результаты были получены в 70-х годах. В таких устройствах жидкость искусственно заряжается в сильном электрическом поле. Вариантами способа зарядки капель могут быть индукционный, коронный, контактный. При зарядке на электроды в распыливающих устройствах подается от 1 до 100 кВ. Электрические силы действуют на заряженные частицы и притягивают их к растениям, за счет чего существенно снижаются потери препаратов.

Некоторые задачи по снижению экологической опасности применения растворов пестицидов могут быть решены при использовании инжекторных опрыскивателей. У них основной бак наполняется водой. Пестицид в концентрированном виде находится в отдельной емкости и подается в штангу или распылитель только во время опрыскивания. Подобным образом можно вносить смеси из нескольких пестицидов различного назначения. Преимущество инжекторных опрыскивателей заключается в ограниченном контакте рабочих узлов с растворами пестицидов. Концентрированный пестицид может оставаться в заводской таре и использоваться в нужном количестве. Облегчается переход к опрыскиванию другими пестицидами. Основная проблема при использовании инжекторных опрыскивателей – регулирование и поддержание заданного расхода активного вещества.

В последнее время получают развитие способы химической защиты растений с применением препаративных форм готовых к применению. Разработаны новые препаративные формы пестицидов: теку-

щие суспензии, сухие текущие суспензии, микрогранулы, микрокапсулы, нитевидные составы, таблетки и др. Микрокапсулирование предохраняет действующее вещество от быстрого разложения в воде, разрушения его под действием солнца и почвенных микроорганизмов, позволяет соединять в капсулах два или несколько действующих веществ, увеличить их концентрацию.

Применяются микрогранулированные пестициды. В качестве гранул используют минеральные удобрения, песок, глину, гели из морских водорослей. Диаметр микрогранул до 2 мм (в 1 г их содержится до 16 тыс. шт.). Норма внесения – 20–25 кг/га. Оптимальным считается равномерное распределение микрогранул по площади из расчета 3–4 шт/см². Для внесения микрогранул используют приспособления (адаптеры) к сеялкам и сажалкам, специальные пневматические машины. В Англии, США, Франции, ФРГ и других странах серийно выпускаются такие машины. Они обеспечивают распределение микрогранул по 2–5 шт/см².

Некоторые фирмы выпускают пестициды в форме суспензий (эмульгосуспензия, концентрированная суспензия, суспензионный концентрат), которые предназначены для обработки вегетирующих культур и готовятся на основе твердых действующих веществ, плохо растворимых в воде. По консистенции они напоминают масляную краску (вязкость 250–1000 сР). В их состав входят также и инертные составляющие, главным из которых является поверхностно-активное вещество (ПАВ), повышающее стабильность суспензии. При разбавлении текучей суспензии водой ПАВ обеспечивают однородность рабочей жидкости, хорошую удерживаемость капель на обработанной поверхности.

Для обработки вегетирующих культур применяют и сухую текучую суспензию (сухая концентрированная суспензия), растворимый пестицид, вододиспергируемые гранулы, получаемые на специальном оборудовании при заданных режимах сушки и имеющие диаметр около 350 мкм.

Для приготовления рабочей жидкости их смешивают с водой в баке опрыскивателя. Из пестицидов в такой препаративной форме легко готовить рабочую жидкость. Их удобно перевозить и хранить. Упаковывают их в мешки одноразового использования. Концентрация действующего вещества в них больше, чем в смачивающихся порошках. Сухая текучая суспензия совместима с другими пестицидами, хорошо смешивается с жидкими удобрениями.

При приготовлении микрокапсул частицы действующего вещества размером до 50 мкм заключают в пористую инертную оболочку, затем суспендируют в воде. При погружении микрокапсул в воду последняя служит разделяющей средой и препятствует выходу действующего вещества, которое может медленно выделяться из капсулы только при потере водной пленки после опрыскивания. Скорость выхода зависит от размеров частиц, толщины стенок и их проницаемости. Одновременно происходит и постепенное разрушение пористой оболочки. В микрокапсулы заключают летучие пестициды, это снижает потери действующего вещества от испарения, и отпадает необходимость в их немедленной заделке в почву. В результате медленного выделения действующего вещества срок действия пестицида значительно увеличивается, снижается кратность обработки, уменьшается расход топлива, уплотнение почвы колесами агрегатов.

6 АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

6.1 Навигационные приборы AgGPS

Техника для внесения минеральных удобрений и средств защиты растений оснащается навигационными приборами, которые имеют ряд преимуществ перед различными маркерами, полностью их заменяя (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Сравнительная оценка навигационных приборов

Помехи	AgGPS	Механический маркер	Пенный маркер
Погодные условия	+	+	—
Препятствия в виде камней, деревьев и	+	—	—
Плохая видимость	+	—	—
Затраты на расходные	+	—	—

Использование навигационных AgGPS приборов позволяет решить следующие задачи:

- ✓ максимально сократить пропуски и перекрытия;
- ✓ уменьшить расход топлива и расходных материалов за счет точного параллельного вождения;
- ✓ выполнить операции в максимально короткий срок.

AgGPS EZ-Guide Plus – это навигационный прибор точного управления техникой (прибор параллельного вождения) использует сигналы навигационных спутников системы GPS для точного определения текущего положения агрегата. Система обеспечивает 30-ти сантиметровую точность параллельного вождения, поддерживает прямые, изогнутые и круговые шаблоны движения, жидкокристаллический дисплей упрощает вождение по кривой и развороты. Вождение по кривой линии позволяет осуществить точное движение параллельно предыдущей кривой с заданной шириной ряда, что применяется при вождении по полю с различными помехами.

Встроенный приемник сигналов GPS позволяет выводить информацию о текущем местоположении по протоколу NMEA для

вывода во внешние устройства. Внешний GPS-приемник AgGPS 252 позволяет увеличить точность вождения до 2,5 см.

Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer использует данные, поступающие от системы точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus для управления специальным электрическим мотором, соединенным с помощью фрикционного ролика с рулевым колесом транспортного средства. Программное обеспечение AgGPS EZ-Map добавляет возможность записывать и визуализировать данные. Полевой компьютер AgGPS 170 превращает систему AgGPS EZ-Guide Plus в полноценный инструмент для сбора и использования полевых данных. Система AgGPS Autopilote DGPS – добавляет системе AgGPS EZ-Guide Plus функцию автоматического вождения.

Дооснащение EZ-Guide Plus полевым компьютером AgGPS 170 превращает его в прибор, позволяющий принимать обоснованные управленческие решения в процессе механизированных работ, и значительно расширяет возможности записи и хранения информации, картирования поля, процесса контроля, мониторинга, нормирования, взятия пробы почвы. Использование AgGPS 170 дает дополнительные возможности:

- расширения свойств вождения, такие как отслеживание движения;
- использования высокоточного GPS RTK для записи топографической информации, которая пригодна для просмотра и анализа в прикладных программных пакетах ГИС;
- поддержки различных приложений по контролю над выполнением нормы, запись информации по которому осуществляется в различные сопутствующие приложения;
- импортирования карты, границы полей;
- экономии времени вследствие использования ордеров на выполнение операций, которые позволяют операторам тракторов просто выбирать уже спланированные заранее операции;
- использования встроенных портов для подключения периферийных устройств и сенсоров.

Дооснащение навигационного прибора EZ-Guide Plus автопилотом AgGPS позволяет осуществлять автоматическое вождение по прямым рядам и работать на большинстве тракторов и опрыскивателей.

6.2 Полевой компьютер AgGPS 170

Полевой компьютер AgGPS 170 в комплекте с AgGPS приемниками и опцией AgGPS (опция для движения сельскохозяйственных транспортных средств по параллельным маршрутам) обеспечивает сбор данных и картографической информации для выполнения различных сельскохозяйственных работ.

Данный полевой компьютер также доступен как модернизация системы AgGPS. Полевой компьютер AgGPS 170 специально разработан для фермеров и различных пользователей, занятых в агробизнесе с целью модернизации их прецизионных сельскохозяйственных систем и возможности инвестирования в приемник AgGPS 170 с опцией AgGPS. Полевой компьютер AgGPS 170 является наилучшим решением для выполнения полевых прецизионных задач в сельском хозяйстве. Его прочная конструкция, совместимость с различным сельскохозяйственным оборудованием и современное программное обеспечение соответствуют разнообразному применению в сельском хозяйстве.

Полевой компьютер AgGPS 170 разработан для применения в самых тяжелых условиях, сопутствующим сельскохозяйственным работам. Его основными конструктивными характеристиками являются:

- цветной 5.5" дисплей, легко читаемый даже при ярком солнце;
- компактные габариты (180x229x89 мм);
- полностью герметичный, алюминиевый корпус;
- широкий диапазон рабочих температур (от -30°C до 60°C);
- система работа от 12 и 24 В. Входное напряжение 9–32 В;
- сохранение всех данных при отключении питания;
- противоударная обшивка и шарнирный кронштейн для установки;
- клавиатура с подсветкой;
- простой обмен данных с помощью 8 Мб съемного картриджа памяти Compact Flash (16 Мб картридж может поставляться дополнительно);
- операционная система Windows CE.

Программное обеспечение полевого компьютера AgGPS 170, дополненное опцией AgGPS, обеспечивает обработку сбора данных и картографической информации. Все данные для легкой интеграции с новыми и уже существующими хранятся в Shape (*.shp) и Dbase(*.dbf) форматах. Для AgGPS 170 не требуется дополнительного офисного программного обеспечения, т. к. SHP файлы совместимы с основными офисными программными пакетами.

6.3 Опция автоматического управления для системы AgGPS EZ-Guide Plus

Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer использует данные, поступающие от системы точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus для управления специальным электрическим мотором, подключенным к рулевому колесу транспортного средства. Таким образом, система EZ-Steer осуществляет управление машиной и снижает утомляемость водителя. Поскольку система EZ-Steer берет на себя задачу удержания машины на заданном маршруте, можно сосредоточиться на более важных делах, таких как контроль работы навесного оборудования или опрыскивателя, что позволит повысить качество полевых работ.

Система EZ-Steer применяется при обработке почвы, внесении удобрений, опрыскивании и уборке урожая. При посеве используется система EZ-Steer совместно с приемниками AgGPS 252 и AgGPS 332 и дифференциальным сервисом Omnistar HP/XP. Система EZ-Steer максимально проста в установке, настройках и использовании. Установка системы занимает, как правило, менее 30 минут с использованием одного гаечного ключа. Настройка проводится в меню систем EZ-Guide. Туда необходимо лишь ввести размеры транспортного средства и система готова к работе. Для передачи управления системе EZ-Steer нужно всего лишь вывести трактор на прямой или изогнутый ряд и нажать кнопку «Подключить», и система приступит к автоматическому управлению маневрированием. Если необходимо взять управление на себя, достаточно всего лишь слегка повернуть рулевое колесо и система EZ-Steer автоматически отключится.

Технические характеристики

1. Точность управления:

- динамическая точность 15–30 см (от ряда к ряду) в течение 15 минут с использованием системы EZ-Guide Plus с интегрированным приемником GPS;
- динамическая точность 5–10 см (от ряда к ряду) в течение 15 минут с использованием системы EZ-Guide Plus с приемником AgGPS 332 или AgGPS 252;

2. Мотор:

- размер.....127x101x259мм;
- вес.....4,1 кг;
- диапазон рабочих температур.....от -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- диапазон температур хранения.....от -30°C до $+80^{\circ}\text{C}$;

- питание.....12 В номинально, 16 В максимум;
- защита корпуса.....IP40;
- соответствие.....FCC часть 15, Класс А;
- 3. Контроллер:
- размер136x37x227мм;
- вес.....0,55 кг;
- диапазон рабочих температур от.....–20° С до +60° С;
- диапазон температур хранения от.....–30° С до +80° С;
- напряжение питания.....12 В номинально, 16 В максимум;
- потребляемый ток.....5 А пиковый, < 2 А средний;
- соответствие.....FCC часть 15.

6.4 Почвопробоотборник

Пробоотборник позволяет производить отбор проб почв для лабораторного анализа с глубины от 0 до 900 мм без перемешивания соседних слоев. Рабочий орган представляет собой полый цилиндр диаметром от 8 до 10 мм.

Пробоотборник имеет гидравлический привод, соединяющийся с гидросистемой трактора или автономным гидравлическим агрегатом. Трехточечная навеска и дополнительный комплект крепления позволяет использовать в качестве носителя трактор или вездеход. Автономный гидравлический агрегат представляет собой двигатель внутреннего сгорания с гидронасосом. Агрегат может комплектоваться электрическим стартером.

Для перевозки пробоотборника и гидропривода предназначен одноосный прицеп. Прицеп имеет крепления для фиксации пробоотборника и гидравлического агрегата, а так же дополнительное опорное колесо. Автоматический приемник проб обеспечивает максимально простое и быстрое выполнение работ. Все действия по отбору почв выполняются одним работником непосредственно из кабины транспортного средства.

Использование пробоотборника совместно с навигационной системой GPS позволяет получить детальную карту распределения питательных веществ.

6.5 Почвенная лаборатория

Мобильная почвенная лаборатория Fritzmeier полностью подготовлена к определению содержания азота, аммиака, а также показателя кислотности рН в почве и компосте, в воде и жидкостях, в удобрениях.

Инструменты и тесты, входящие в состав лаборатории, позволяют в короткое время определить, сколько килограммов минерального азота содержится на гектаре поля в заданном слое почвы в форме нитратов и аммиака. Таким образом, это позволяет определять потребность в удобрениях в оптимальном для усвоения растениями виде. Это позволит защитить окружающую среду от загрязнения и уменьшить затраты на удобрения. Изучение верхнего слоя почвы (0–30 см) на содержания азота занимает приблизительно 15 минут, включая отбор пробы, и зависит от типа почвы. При работе не создается грязи и все измерения могут проводиться в домашних условиях.

Анализ производится автоматически рефлектометрическим методом. Дополнительные комплекты тестов могут быть заказаны для увеличения количества анализов.

6.6 Датчик растительности MiniVeg Mobile N

Датчик растительности MiniVeg Mobile N измеряет интенсивность флуоресцентного света от листьев в красном и ближнем инфракрасном диапазоне. В результате анализа света определяется концентрация хлорофилла, а по частоте сигнала можно определить относительную плотность растений. В зависимости от частоты импульсов сигнал может содержать информацию о состоянии растений. Переносной прибор позволяет измерять содержание хлорофилла как на открытых полях, так и в закрытых теплицах.

Свет от лазера поглощается листьями и вызывает флуоресценцию (переизлучение света) хлорофилла. Анализ этого специфического для каждого вида растений излучения, позволяет судить о снабжении растений азотом и соответственно о стрессовой ситуации. Благодаря новым принципам измерения и особенностям конструкции внешние помехи, такие как солнечные лучи или облачность, не оказывают влияние на работу прибора.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Экономическая эффективность и устойчивость растениеводства неразрывно связана с техническим и технологическим уровнем производства, а также с уровнем производственного и финансового менеджмента.

Высокопроизводительное агропроизводство выполняет роль стратегического фактора для достижения конкурентоспособности предприятия в рыночных условиях. Именно используемые современные технологии с применением высокопроизводительной техники определяют уровень продуктивности в растениеводстве, «отдачу» от технических, материальных, энергетических, кадровых, финансовых и других ресурсов, обеспечивают требуемое качество продукции, гарантируют более высокий рост доходов, профессиональный рост обслуживающего персонала, охрану окружающей среды и в конечном итоге позволяют получить прибыль.

Получившие признание во всем мире энергосберегающие и почвозащитные технологии с применением универсальной техники отвечают всем вышеперечисленным требованиям: они дают возможность значительно улучшить почвенное плодородие, повысить урожайность сельскохозяйственных культур, производительность труда и при этом снизить расход топлива, семян и трудовых затрат, следовательно, повысить экономическую эффективность производства.

Преимущества энергосберегающих технологий подтверждаются расчетом экономической эффективности, путем сравнения показателей производства озимых (рожь и тритикале) и яровых (ячмень и пшеница) по традиционной, минимальной и нулевой технологиям.

Экономическая эффективность энергосберегающих технологий рассчитывается на основе технологических карт, отражающих агрономическую и техническую сущность применяемых технологий.

Технологическая карта представляет собой модель сравниваемых технологий и содержит:

- определенный набор технологических операций;
- перечень сельскохозяйственных агрегатов и другой техники, заданный рекомендуемыми классами тракторов, пропускной способностью комбайнов, грузоподъемностью транспортных средств, шириной захвата сельскохозяйственных машин, технической производительностью погрузочных средств;
- производительность агрегатов по видам операций;
- режим работы техники и обслуживающего персонала;

- нормы расхода дизельного топлива и всех расходных материалов (семян, удобрений, средств защиты растений).

В технологических картах, представленных в приложении, приведен расчет статей затрат, формирующих себестоимость сельскохозяйственных культур. Данные приложений могут быть использованы как справочный материал.

Обеспечить энергосбережение можно путем снижения затрат на обработку почвы как наиболее трудоемкого процесса. Результат может быть достигнут путем объединения технологических операций и сокращения их количества при эксплуатации почвообрабатывающих машин нового поколения. Выпуск высокопроизводительной универсальной техники, позволяющей вести внедрение энергосберегающих технологий, организован на предприятиях Республики Беларусь.

Традиционная технология возделывания сельскохозяйственных культур с многочисленными операциями по подготовке почвы к посеву и борьбы с сорной растительностью требует множество специализированных орудий и тракторов для их агрегатирования. Сокращение технологических операций и использование высокопроизводительной техники приводит к значительному сокращению проходов техники по полю. Для выполнения всех работ технологического цикла, от предпосевной подготовки почвы до уборки урожая, в сравнении с традиционной технологией требуется сделать количество проходов техники по полю по нулевой технологии меньше в 2 раза или на 9–12 проходов, что ведет к уменьшению давления на почву, предотвращению ее деформации и уплотнению подпочвенных горизонтов.

Кроме того, техника, применяемая в рамках минимальной и нулевой технологии возделывания сельскохозяйственных культур, отвечает требованиям энергоресурсосбережения, сокращает потребность в тракторах, горючих и смазочных материалах, позволяет на 7–10 дней раньше обычных агротехнических сроков проводить посевные работы, а сельскохозяйственным предприятиям в 2 раза снизить нагрузку на использование техники.

Одновременно с сокращением нагрузки на технику снижается трудоемкость выполнения сельскохозяйственных работ (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Сравнение трудоемкости выполнения сельскохозяйственных работ в зависимости от применяемой технологии

Показатели	Технология		
	традиционная	минимальная	нулевая
Озимая рожь			
Прямые затраты труда, ч:			
на 1 га	11,50	10,73	10,59
на 1 т основной продукции	2,88	2,68	2,65
Озимое тритикале			
Прямые затраты труда, ч:			
на 1 га	12,44	11,65	11,51
на 1 т основной продукции	2,76	2,59	2,56
Ячмень			
Прямые затраты труда, ч:			
на 1 га	11,50	10,50	10,46
на 1 т основной продукции	2,88	2,62	2,61
Яровая пшеница			
Прямые затраты труда, ч:			
на 1 га	12,44	11,43	11,39
на 1 т основной продукции	2,76	2,54	2,53

При этом рост производительности труда при возделывании озимой ржи по минимальной технологии относительно традиционной технологии составляет – 6,6 %, по нулевой технологии обработки почвы относительно традиционной – 7,8 %; при возделывании озимого тритикале соответственно – 7,3 и 8,5 %; ячменя – соответственно 9,1 и 9,5 %; яровой пшеницы – соответственно 9,4 и 9,8 %. Таким образом, решается проблема дефицита механизаторских кадров, а приведенные данные подтверждают значительные преимуще-

ства энергосберегающих технологий и техники как наиболее высокопроизводительных и менее трудоемких.

При традиционной технологии удобрения (хлористый калий и суперфосфат) вносятся один раз после уборки предшественника под вспашку, твердые азотные – под предпосевную культивацию и в течение периода вегетации проводятся подкормки жидкими азотными удобрениями (КАС).

При минимальной обработке основное внесение удобрений (хлористый калий и суперфосфат) – после уборки предшественника, подкормку производят жидкими азотными удобрениями (КАС).

При нулевой технологии внесение удобрений (аммофос) производится одновременно с посевом, подкормка – жидкими азотными удобрениями (КАС) или карбамидом.

При возделывании озимых ржи и тритикале обязательным является протравливание семян способом инкрустации с применением фунгицида Максим – 2 л/т; при возделывании ячменя – Раксил – 1,5 л/т, яровой пшеницы – Байтан – 2,0 л/т.

Предусматривается обязательная химическая защита культурных растений против сорняков, болезней и вредителей:

- озимая рожь: гербицид диален-супер – 0,7 л/га, фунгицид тилт – 0,5 л/га, инсектицид фастак – 0,1 л/га;
- озимое тритикале: гербицид диален-супер – 0,7 л/га, фунгицид рекс Дуо – 0,6 л/га, инсектицид фастак – 0,1 л/га;
- ячмень: гербицид дезормон – 1,0 л/га, фунгицид импакт – 0,5 л/га, инсектицид фастак – 0,1 л/га;
- яровая пшеница: гербицид дезормон – 1,0 л/га, фунгицид рекс Дуо – 0,6 л/га, инсектицид шарпей – 0,15 л/га.

На фоне применения высокоэффективных пестицидов и использования соответствующих доз удобрений урожайность зерна озимой ржи и ячменя находится на уровне 4 т/га, озимого тритикале и яровой пшеницы – 4,5 т/га.

При нулевой обработке почвы для уничтожения сорняков дополнительно применяется гербицид глисол – 2 л/га, который увеличивает стоимость средств защиты растений по сравнению с применяемыми при традиционной обработке. Однако принятая в расчет норма расхода гербицида глисол характерна для периода освоения энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур, когда следует уделять особое внимание очищению полей от многолетних сорняков. При использовании рекомендуемых севооборотов для борьбы с сорняками в течение следующих 3–4 лет необходимое количество гербицида глисол сокращается, а через 5 лет потенци-

альная засоренность полей сводится к минимуму и их фитосанитарное состояние позволяет вообще отказаться от его использования. Таким образом, в недалеком будущем снижение количества и применение более дешевых средств защиты растений при энергосберегающих технологиях не будет являться столь значительным удорожающим фактором.

При сравнении отдельных статей затрат по исследуемым технологиям видно, что при возделывании озимой ржи требуется топлива при традиционной технологии 94,97 кг/га, при минимальной технологии – 77,15 кг/га, при нулевой технологии – 66,65 кг/га. Таким образом, наблюдается снижение энергозатрат по сравнению с традиционной технологией на 18,8 % при минимальной и на 29,8 % при нулевой обработке почвы.

При возделывании озимого тритикале по трем исследуемым технологиям потребность в топливе соответственно составляет 99,80, 81,94 и 71,42 кг/га, снижение энергозатрат по сравнению с традиционной технологией 17,9 и 28,4 % соответственно.

При возделывании ячменя по трем исследуемым технологиям потребность в топливе соответственно составляет 96,87, 75,46 и 65,83 кг/га, снижение энергозатрат по сравнению с традиционной технологией 22,1 и 32,0 % соответственно.

При возделывании яровой пшеницы по трем исследуемым технологиям потребность в топливе соответственно составляет 102,29, 80,29 и 70,63 кг/га, снижение энергозатрат по сравнению с традиционной технологией 21,5 и 31,0 % соответственно.

При сравнении затрат по технологической цепочке возделывания рассматриваемых сельскохозяйственных культур видно, что экономия достигается за счет сокращения операций по основной и поверхностной обработке почвы. Сводные показатели по всему технологическому циклу: обработка почвы, уход за растениями (с учетом стоимости применяемых расходных материалов), уборка урожая также доказывают эффективность энергосберегающих технологий (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Эффективность производства сельскохозяйственных культур

Показатели	Технология		
	традиционная	минимальная	нулевая
Озимая рожь			
Себестоимость продукции, у.е./т	100,31	98,91	77,99
Прибыль, у.е./га	10,76	16,38	100,04
Уровень рентабельности производства продукции, %	2,69	4,14	32,07
Озимое тритикале			
Себестоимость продукции, у.е./т	101,73	95,29	71,96
Прибыль, у.е./га	46,23	75,17	180,18
Уровень рентабельности производства продукции, %	10,10	17,53	55,64
Ячмень			
Себестоимость продукции, у.е./т	112,90	103,33	78,53
Прибыль, у.е./га	32,40	70,69	169,89
Уровень рентабельности производства продукции, %	7,18	17,10	54,08
Яровая пшеница			
Себестоимость продукции, у.е./т	111,15	102,07	75,23
Прибыль, у.е./га	152,32	193,19	313,97
Уровень рентабельности производства продукции, %	30,45	42,06	92,74

Таким образом, приведенные расчеты свидетельствуют о превышении уровня эффективности применения минимальной технологии перед традиционной и нулевой, по сравнению с традиционной и минимальной технологиями.

Поскольку посевная площадь озимых ржи и тритикале в Беларуси в последние годы находится на уровне 0,9–1,0 млн га, а удельный вес, по данным Госкомзема, благоприятных для земледелия пахотных земель составляет 64,2 %, то можно предположить, что прямой посев этих культур при соответствующем материально-техническом обеспечении будет возможен на площади около 580–640 тыс. га.

Прямой посев в необработанную почву с помощью почвообрабатывающе-посевных агрегатов яровых зерновых культур, размещаемых в севообороте после пропашных культур (картофель, свекла) с учетом площади их возделывания и степени пригодности пашни можно осуществлять на 120 тыс. га. Вероятно, что прямой посев в необработанную почву возможен также при повторном возделывании кукурузы на постоянных участках (110 тыс. га), где обычно применяются высокоэффективные гербициды.

Суммарный объем посевных площадей для посева в необработанную почву может составить в республике 800–860 тыс. га, т. е. 18–19 % пашни. Кроме того, энергосберегающие технологии пригодны и для возделывания кукурузы после уборки озимой ржи на зеленый корм, а также большинства других промежуточных культур, суммарная площадь возделывания которых составит в республике 350 тыс. га. Однако указанные предположения требуют уточнения путем постановки соответствующих полевых опытов.

Актуальность и значимость энергосбережения для отечественного земледелия настоятельно требуют широкомасштабного внедрения энергосберегающей и природоохранной системы обработки почвы. Сдерживающими факторами при этом являются низкая техническая оснащенность и сложное экономическое состояние большинства сельскохозяйственных предприятий республики. Для решения этой проблемы, наряду с техническим переоснащением предприятий, требуются соответствующие научные исследования, основной задачей которых должно стать определение в конкретных почвенно-климатических условиях минимально допустимого в севообороте объема отвальной вспашки и максимально возможного объема применения посева в необработанную почву с помощью почвообрабатывающе-посевных агрегатов, имея в виду, что оставшаяся площадь будет обрабатываться с помощью консервирующей

(мульчирующей) безотвальной и мелкой обработки. Определенное место в этих исследованиях должна найти и нулевая обработка почвы. Не менее значимой задачей таких исследований должно стать уточнение для каждой почвенной разности и применяемой системы обработки почвы уровня использования азотных удобрений и гербицидов, который позволит не допустить снижения продуктивности пашни. Такая информация даст возможность избежать ошибок и негативных последствий минимализации обработки почвы, обеспечив при этом существенную экономию производственных затрат.

Снижая затраты на производство сельскохозяйственных культур и стабилизируя урожайность, применение энергосберегающих технологий является альтернативой для выживания сельскохозяйственных товаропроизводителей в рыночных условиях и способствует сохранению устойчивого финансового положения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 гг. – Минск, 2005. – 86 с.

2. Булавин, Л.А. Минимализация обработки почвы: возможности и перспективы / Л.А. Булавин, С.С. Небышинец // Белорусское сельское хозяйство. – 2007 г. – № 5 (61). – с. 26–31.

3. Булавин, Л.А. Минимализация обработки почвы: возможности и перспективы / Л.А. Булавин, С.С. Небышинец // Белорусское сельское хозяйство. – 2007 г. – № 6 (62). – с. 34–38.

4. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород РБ / отв. ред. А.М. Старовойтов. – Минск, 2004. – 109 с.

5. Добыш, Г.Ф. Потенциальные резервы экономии топливно-энергетических ресурсов в агропромышленном комплексе: метод. пособие / Г.Ф. Добыш [и др.]. – Минск : ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2005. – 137 с.

6. Интегрированная система защиты с.-х. культур от вредителей, болезней, сорняков : рекомендации : кн.1 / НИРХП «БелИЗР»; под ред. С.В. Сороки. – Минск : УП «ИВЦ Минфина», 2003. – 71 с.

7. Кадыров, М.А. Научно-методические, организационные и правовые аспекты оптимизации семеноводства в современных условиях / М.А. Кадыров // НТИ и рынок. – 1996. – № 6.

8. Каталог пестицидов, разрешенных для применения в Республике Беларусь на 2000–2010 гг. / авт.-сост. А.В. Будько [и др.] – Минск : Ураджай, 2000. – 295 с.

9. Лепешкин, Н.Д. Весенний сев под урожай 2008 г. : рекомендации по подготовке почвы и посеву / Н.Д. Лепешкин, А.А. Точицкий, С.Ф. Лойко // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 2 (70) – с. 23–28.

10. Лепешкин, Н.Д. Осенний сев под урожай 2008 г. : рекомендации по подготовке почвы и посеву / Н.Д. Лепешкин, А.А. Точицкий, С.Ф. Лойко // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 9 (65) – с. 46–53.

11. Клочков, А.В. Подготовка техники к севу : рекомендации по настройке сеялок / А.В. Клочков, О.С. Клочкова // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 3 (59). – с. 57–60.

12. Кондратьев, В.Н. Современные сеялки зерновых и овощных культур / В.Н. Кондратьев, М.Н. Гурнович // Белорусское сельское хозяйство. – 2002. – № 6. – с. 16–19.

13. Мухаметов, Э.М. Технология производства и качество продовольственного зерна / Э.М. Мухаметов, М.А. Казанина, Л.К. Тупикова, О.Н. Макасева. – Минск : Дизайн ПРО, 1996. – 256 с.

14. Новиков, А.В. Техническое обеспечение процессов в земледелии. Проектирование механизированных процессов в растениеводстве : нормативно-справочные материалы / А.В. Новиков [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2005. – 116 с.

15. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Бел. наука, 2005. – 460 с.

16. Отраслевой регламент. Возделывание озимой ржи в смеси с крестоцветными культурами. Типовые технологические процессы. – Минск : Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2003. – 21 с.

17. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. научных материалов / под общ. ред. д-ра с.-х. наук М.А. Кедырова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2005. – 304 с.

18. Сельскохозяйственная техника, выпускаемая в Республике Беларусь : каталог. – Минск : УП СКТБ БелНИИМСХ, 2002. – 88 с.

19. Сенченко, В.Г. Возделывание пивоваренного ячменя в Республике Беларусь: Аналитический обзор. – Минск, 2002. – 28 с.

20. Семененко, Н.Н. Прогрессивные системы применения азотных удобрений. – Минск : Бел. изд. тов-во «Хата», 2003. – 162 с.

21. Система машин на 2006–2010 гг. для реализации научно обоснованных технологий производства продукции основных сельскохозяйственных культур. – Минск, 2005. – 75 с.

22. Система удобрений ячменя в интенсивном земледелии. – Минск : Ураджай, 1992. – 24 с.

23. Смеян, Н.И. Почвы и структура посевных площадей. – Минск : Ураджай, 1990. – 150 с.

24. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. научных материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – 2-е изд., доп. перераб. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.

25. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / сост. Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов; под ред. В.Г. Гусакова. – 2-е издание перераб. и доп. – Минск : БелНИИаграрной экономики, 200. – 440 с.

26. Справочник по зерновым культурам. – Минск : Ураджай, 1986. – 304 с.

27. Новиков, А.В. Техническое обеспечение земледелия : учеб. пособие / А.В. Новиков [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2006. – 384 с.

Учебное издание

Шило Иван Николаевич,
Кузьмицкий Александр Васильевич,
Новиков Анатолий Васильевич,
Непарко Татьяна Анатольевна,
Шейко Людмила Гавриловна

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Пособие

Ответственный за выпуск *В.А. Новиков*
Редактор *М.А. Макрецкая*
Верстка *М.А. Макрецкая*

Подписано в печать 10.09.2008 г. Формат 60×84¹/₁₆
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 8,6 + 1,4 вкл.
Уч.-изд. л. 7,6 + 0,8 вкл. Тираж 350 экз. Заказ 790.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный аграрный технический университет
ЛИ № 02330/0131734 от 10.02.2006. ЛП № 02330/0131656 от 02.02.2006.
220023, г. Минск, пр. Независимости, 99, к. 2