УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Факультет механизации сельского хозяйства

Кафедра механизации растениеводства и практического обучения

Согласовано:
Председатель методической комиссии ФМСХ
_____/ К. Л. Пузевич
«25» сентября 2023 г.

Согласовано:
Декан факультета механизации сельского хозяйства
_____/В. В. Гусаров
«25» сентября 2023 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве

для специальности (специализации) 7-06-0812-01 – Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции;

Составители: В. С. АСТАХОВ, профессор кафедры механизации растениеводства и практического обучения, доктор технических наук;
О. В. ГОРДЕЕНКО, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин, кандидат технических наук, доцент;
Г. О. ИВАНЧИКОВ, магистр технических наук.

Рассмотрен и утвержден
на заседании научно-методического совета академии
(протокол № 4 от 27 декабря 2023 г.). Рег. номер _____.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. П. ЧЕБОТАРЁВ, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор технических наук, профессор;

А. Е. МАРКЕВИЧ, главный инженер ООО «Ремком», кандидат технических наук, доцент.

Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве: учебно-методический комплекс / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Сост.: В. С. Астахов, О. В. Гордеенко, Г. О. Иванчиков. – Горки: БГСХА, 2023. – 368 с.

© Учреждение образования
«Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА……..……3
1. ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ……5
1.1. Тематические планы лекционно-практических занятий..... 5
1.2. Опорный конспект лекционно-практических материалов…….7
Тема 1. Свойства сельскохозяйственных материалов и сред……7
Тема 2. Энергетические средства механизации сельскохозяйственного производства……27
Тема 3. Технологии и средства механизированной обработки почвы……..…….....36
Тема 4. Технологии и средства механизированного внесения удобрений…….……47
Тема 5. Технологии и средства механизированного внесения средств защиты растений…78
Тема 6. Технологии и средства механизации посева и посадки сельскохозяйственных культур……..... 93
Тема 7. Интеллектуальные системы в точном земледелии……...105
Тема 8. Технологии и средства механизации уборки зерновых культур и трав……. 173
Тема 9. Технологии и средства механизации уборки корне- и клубнеплодов…….……...241
Тема 10. Технологии и средства механизации уборки льна…….……....251
Тема 11. Направления развития технологий и средств механизаци сельскохозяйственного производства……259
1.3. Тематика реферативных работ……294
1.4. Литература……. 295
2. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ……301
2.1. Вопросы промежуточной аттестации……... 301
2.2. Критерии оценки результатов учебной деятельности……302
3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ……303
3.1. Учебная программа……....303
ПРИЛОЖЕНИЯ…….320

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве» является одной из базовых составляющих для формирования у магистранта по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции компетентности в решении профессиональных задач по оценке технического уровня средств механизации и формирования системы машин; организации производства сельскохозяйственной продукции на основе перспективных ресурсосберегающих машинных технологий; совершенствовании конструкций машин и их рабочих органов, поиске методов повышения эксплуатационных показателей технических средств.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование у магистранта системы знаний, умений и профессиональных компетенций в области механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве с законченными циклами производства и особенностям эксплуатации системы машин.

Задачи учебной дисциплины – сформировать устойчивые знания по всем технологическим процессам и техническим средствам в сельском хозяйстве; уяснить особенности применения машин и приспособлений в различных почвенно-климатических условиях; научить составлять рациональные технологические комплексы машин в зависимости от почвенно-климатических условий и видов технологических процессов с законченными циклами производства; научить производить технико-экономические расчеты, обосновывающие эффективность внедрения технологических комплексов машин; научить применять полученные знания для практической и научной деятельности; привить умения решения научно-исследовательских и инженерных задач, возникающих в процессе деятельности.

Содержание учебной дисциплины опирается на компетенции, приобретенные ранее при изучении учебных дисциплин общего высшего образования «Тракторы и автомобили», «Машины и оборудование в растениеводстве» и др. В свою очередь знания, приобретенные при изучении учебной дисциплины «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве», будут востребованы при изучении таких учебных дисциплин, как «Проектирование перспективных механизированных процессов в животноводстве», «Статистические методы анализа и планирования эксперимента», «Инновационные направления развития сельскохозяйственной техники», «Оптимизация параметров и режимов работы сельскохозяйственных машин в растениеводстве», «Технические системы точного земледелия».

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен закрепить и развить следующие компетенции:

универсальную компетенцию (УК-5): быть способным к прогнозированию условий реализации профессиональной деятельности и решению профессиональных задач в условиях неопределенности;

углубленную профессиональную компетенцию (УПК-1): использовать современные достижения науки и техники, инновационные процессы в агропромышленном комплексе при проектировании и реализации механизированных процессов в растениеводстве.

Указанные компетенции формируются с помощью использования современных педагогических и информационных технологий, способствующих самостоятельному поиску магистрантами необходимых знаний.

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен:

знать:

- технологические основы производства продукции растениеводства по перспективным технологиям, основы рационального комплектования и использования перспективных машинно-тракторных агрегатов; передовые технологии и методы организации механизированных сельскохозяйственных работ и меры по сокращению трудовых и энергозатрат на единицу выполненной работы и полученной продукции;

уметь:

- выполнять расчеты по рациональному комплектованию и обоснованию оптимальных режимов работы перспективных машинно-тракторных агрегатов и контролировать качественные показатели технологического процесса; внедрять в производство прогрессивные ресурсосберегающие технологии производства продукции растениеводства; решать актуальные задачи комплексной механизации сельскохозяйственного производства с разработкой производственно-технологических линий и комплексов машин в растениеводстве; анализировать работу отдельных агрегатов и в целом машинно-тракторного парка предприятия, итоги производственной деятельности инженерных подразделений и совершенствовать их работу; вести техническую документацию;

- устанавливать и эксплуатировать современные системы точного земледелия на различных сельскохозяйственных операциях;

владеть:

- навыками рационального использования и технической эксплуатации машин и оборудования в различных почвенно-климатических условиях работы при производстве продукции растениеводства;

- навыками использования современных информационных технологий для сбора, обработки и распространения инноваций сельскохозяйственной техники.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине магистрант должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны

На изучение учебной дисциплины «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции для дневной формы получения углубленного высшего образования всего отводится 198 часов, в том числе 68 часов аудиторных, из них лекции – 18 часов, практические занятия – 50 часов. На самостоятельную работу отводится 130 часов. Учебная дисциплина изучается на 1-м курсе в 1-м семестре. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

На изучение учебной дисциплины «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции для заочной формы получения углубленного высшего образования всего отводится 198 часов, в том числе 16 часов аудиторных, из них лекции – 4 часа, практические занятия – 12 часов. На самостоятельную работу отводится 182 часа. Учебная дисциплина изучается на 1-м курсе. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

1. ТЕОРЕТИКО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Тематические планы лекционно-практических занятий

Форма получения углубленного высшего образования: <u>дневная</u>

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Формы контроля знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Свойства сельскохозяйственных материалов и сред	4	–	4	–	10	Устный опрос
1.1	Условия работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов.	2	–	2	–	5	
1.2	Почва как основное средство производства продукции растениеводства	2	–	2	–	5	
2	Энергетические средства механизации сельскохозяйственного производства	4	–	4	–	10	Уст. опрос
3	Технологии и средства механизированной обработки почвы	6	2	4	–	10	Уст. опрос
4	Технологии и средства механизированного внесения удобрений	8	2	6	–	10	Уст. опрос
5	Технологии и средства механизированного внесения средств защиты растений	6	2	4	–	12	Уст. опрос
6	Технологии и средства механизации посева и посадки сельскохозяйственных культур	6	2	4	–	12	Уст. опрос
7	Интеллектуальные системы в точном земледелии	6	2	4	–	12	Уст. опрос
8	Технологии и средства механизации уборки зерновых культур и трав	6	2	4	–	12	Уст. опрос
9	Технологии и средства механизации уборки корне- и клубнеплодов	6	2	4	–	12	Уст. опрос
10	Технологии и средства механизации уборки льна	6	2	4	–	10	Уст. опрос
11	Направления развития технологий и средств механизации сельскохозяйственного производства	6	2	4	–	10	Уст. опрос
	Итого	68	18	50	–	130	Экзам

Форма получения углубленного высшего образования: <u>заочная</u>

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Формы контроля знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	Свойства сельскохозяйственных материалов и сред	–	–	–	–	10	Устный опрос
1.1	Условия работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов	–	–	–	–	5	
1.2	Почва как основное средство производства продукции растениеводства	–	–	–	–	5	
2	Энергетические средства механизации сельскохозяйственного производства	–	–	–	–	20	Уст. опрос
3	Технологии и средства механизированной обработки почвы	1	–	1	–	14	Уст. опрос
4	Технологии и средства механизированного внесения удобрений	2	1	1	–	14	Уст. опрос
5	Технологии и средства механизированного внесения средств защиты растений	2	1	1	–	14	Уст. опрос
6	Технологии и средства механизации посева и посадки сельскохозяйственных культур	2	1	1	–	14	Уст. опрос
7	Интеллектуальные системы в точном земледелии	2	–	2	–	19	Уст. опрос
8	Технологии и средства механизации уборки зерновых культур и трав	2	–	2	–	14	Уст. опрос
9	Технологии и средства механизации уборки корне- и клубнеплодов	1	–	1	–	14	Уст. опрос
10	Технологии и средства механизации уборки льна	2	–	2	–	14	Уст. опрос
11	Направления развития технологий и средств механизации сельскохозяйственного производства	2	1	1	–	25	Уст. опрос
	Итого	16	4	12	–	182	Экзам

1.2. Опорный конспект лекционно-практических материалов

Тема 1. СВОЙСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И СРЕД

Сельскохозяйственными называют материалы, с которыми взаимодействуют рабочие органы сельскохозяйственной техники при выполнении технологических процессов. К таким материалам относятся почва, удобрения, химикаты и растительные материалы. Последние образуются при возделывании сельскохозяйственных культур – это зерно, семена, колосья, корни, стебли, клубни, плоды, ягоды, ветки, мякина, полова, листья, цветки и др. Свойства и особенности всех этих материалов следует учитывать при проектировании и эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования.

Очень важно знать механико-технологические свойства материалов, т.е. свойства, которые проявляются при возделывании на материалы нагрузок и их механической обработке с целью выполнения технологических процессов сельскохозяйственного производства. Эти свойства характеризуются совокупностью показателей, учитывающих строение материалов, их сопротивление воздействующим на них нагрузкам, поведение материалов при деформации и разрушении, их плотность, содержание влаги, трение о рабочие органы и внутренние трение, липкость, связность, прочность и др.

1.1. Условия работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов

Общая характеристика основных видов машинно-тракторных агрегатов

Машинно-тракторный агрегат - это основная разновидность сельскохозяйственного машинного агрегата, энергетическим средством для которого служит трактор, самоходное шасси или универсальное энергетическое средство.

Ряд машин работает на стационаре или при ограниченных перемещениях с приводом от электродвигателя, приводного шкива или вала отбора мощности трактора. Если двигатель вместе с рабочими органами смонтирован на раме, имеющую ходовую часть, такой агрегат называется самоходным.

В общем случае МТА для выполнения полевых работ состоит из энергетического средства- тягача, сцепки. МТА должен удовлетворять агротехническим, техническим, экономическим и экологическим требованиям, соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

Механизированные работы в растениеводстве выполняют МТА, представляющие собой сочетание энергетического средства, рабочих машин, вспомогательных механизмов и дополнительных устройств. К дополнительным устройствам, облегчающим управление или обслуживание агрегата, относятся маркеры, следоуказатели, визирные и сцепные устройства, а также загрузочные, грузоподъемные и другие приспособления.

Простой агрегат. Составляется из машин одного вида, например посевной агрегат.

Смешанный агрегат. Имеет часть машин навесных, а часть полунавесных или прицепных.

Комбинированный агрегат. Одновременно выполняет две или несколько разновидных технологических операций. Его составляют из машин разных видов. Например, современный посевной комплекс выполняет предпосевную обработку почвы рабочими органами различных типов, посев, внесение твердых и (или) жидких минеральных удобрений, прикатывание посевов.

Направляющие устройства. К направляющим устройствам агрегатов относятся маркеры, пенные или другого типа следоуказатели, позволяющие сохранять прямолинейность рабочих проходов, с необходимыми перекрытиями между соседними проходами агрегата или стыковыми междурядьями.

В зависимости от того, работают ли машины агрегата перемещаясь по полю, на стационаре или во время кратковременных остановок, агрегат называют соответственно передвижным, стационарным или стационарно-передвижным.

Простые агрегаты (бороновальные, посевные и т.д.) выполняют одну технологическую операцию. Комбинированные агрегаты составляют из двух и более различных по назначению машин (культиватор и борона, сеялка и катки) для выполнения за один проход агрегата нескольких последовательных технологических операций.

Сложные (комбинированные) агрегаты представляют собой одну машину для выполнения ряда последовательных технологических и вспомогательных операций. В настоящее время наибольшее распространение получили почвообрабатывающие и почвообрабатывающие-посевные агрегаты, выполняющие одновременно по нескольку операций. Они обрабатывают почву, подготавливая ее за один проход для посева или посадки (предпосевная комбинация), а также совмещают обработку почвы с посевом и внесением удобрений (посевной комплекс).

Применение комбинированных МТА сокращает число проходов машин по полям и уменьшает уплотнение почвы их ходовым аппаратом, создает более благоприятные условия для повышения качества работ и проведения их в сжатые агротехнические сроки, позволяет полнее использовать тяговые возможности трактора, уменьшить трудовые и денежные затраты на выполнение полевых механизированных работ, повысить урожайность СХ культур.

Технологические характеристики машинных агрегатов (показатели технологических возможностей рабочих машин) – это количественные показатели, характеризующие их способность выполнять требуемые технологические операции.

Условия и особенности использования сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов

Использование машинно-тракторных агрегатов (МТА) при возделывании

различных сельскохозяйственных культур происходит в различных почвенных, производственных и климатических условиях и имеет ряд специфических особенностей.

Во-первых, выполнение технологических операций связано с определенными воздействиями рабочих органов сельскохозяйственных машин на объекты живой природы: растения, семена, микроорганизмы и другие биологические объекты, находящиеся в почве. В результате взаимодействия культурные растения или другие биологические объекты могут быть повреждены или уничтожены, что приводит к нежелательным последствиям. Микротрещины в зернах снижают всхожесть семян, повреждение корнеплодов, плодов или фруктов ведет к инфицированию и загниванию, подрезание или засыпание культурных растений при междурядной обработке - к их гибели и уменьшению густоты растений, а в итоге к снижению урожайности. Переуплотнение почвы и применение химических препаратов влекут за собой изменения в протекании биохимических процессов в почве, что непременно скажется на росте и развитии растений.

Во-вторых, длительный технологический цикл возделывания сельскохозяйственных культур связан с выполнением различных технологических операций, проводимых в строго определенные моменты времени на больших площадях. Так, возделывание озимой пшеницы по типовой технологии требует проведения 43 технологических операций, возделывание овса - 36, многолетних трав 1 года пользования до первой уборки - 13, а льна-долгунца - 60. Механизатору в течение года приходится выполнять до 15 различных видов работ, что требует восстановления соответствующих навыков управляющих действий и ведет к потерям времени на адаптацию к работе.

Несоблюдение сроков выполнения работ приводит к недобору продукции. Характер зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от сроков показан на рис. 1.1. Оптимальная продолжительность выполнения работ зависит от стоимости потерь продукции и дополнительных затрат на эксплуатацию техники при увеличении ее числа для выполнения работ в заданные сроки. Экономически обоснованные оптимальные сроки приведены в таблице 1.1. Для различных природно-климатических зон оптимальные сроки изменяются в довольно широких пределах. Так, для нечерноземной зоны оптимальный срок уборки свеклы составляет 25-30 дней, картофеля 15, семенников трав - 5 дней. Закрытие влаги весной необходимо провести за 3 дня, междурядную обработку картофеля - 5 дней, вспашку зяби - 15 дней. Разница в оптимальной продолжительности выполнения одинаковых технологических операций для разных зон составляет от 1-2 (подготовка почвы к посеву) до 5-6 дней (вспашка зяби).

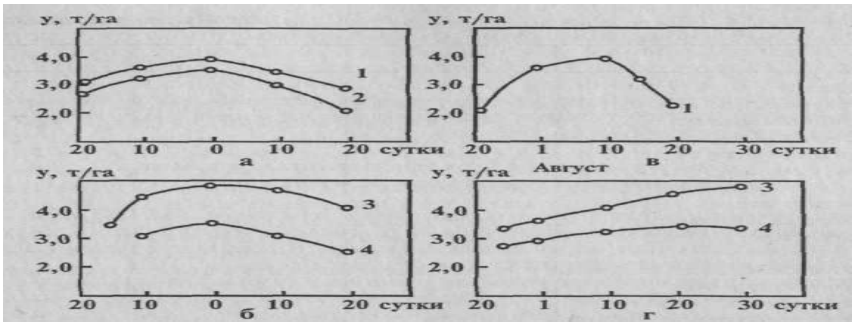


Рис. 1.1. Зависимость урожайности озимой пшеницы - 1, кукурузы - 2, сахарной свеклы - 3 и картофеля - 4 от сроков посева, посадки (а, б) и уборки (в, г)

Таблица 1.1. Оптимальные сроки проведения полевых работ для различных природно-климатических зон

Виды работ	**Продолжительность работ по зонам (в *днях*)**		
	Степная	**Лесостепная**	**Нечерноземная**
Закрытие влаги	2	2	3
Культивация	4	5	6
Посев:			
яровых колосовых	4	5	6
кукурузы	4	5	-
трав	5	6	7
озимых колосовых	10	9	8
сахарной свеклы	3	4	5
льна	-	4	6
овощных культур	5	4...5	4...5
Посадка:			
картофеля	10	10	10
овощных культур	6...8	5...7	5...7
Прореживание:			
сахарной свеклы	4	5	5
кукурузы	5	5	6
Междурядные рыхления:			
кукурузы	8	8	7
сахарной свеклы	4	5	6
картофеля	5	5	5
Вспашка пара	10	10	-
Вспашка зяби	20	18	15
Уборка колосовых:			
скашивание в валки	7	6	-
подбор и обмолот валков	9	8	-
прямое комбайнирование	8	7	7
уборка соломы	19	18	16...17
Уборка:			
зеленого горошка	3	3	3
силосных культур	12	10	10
трав	8	8	9
кукурузы на силос	8	7	-
семенников трав	6	б	5
сахарной свеклы	20...25	25...30	25...30
картофеля	15	15	15

Третьей особенностью использования МТА является высокая степень влияния на качество выполнения технологического процесса и урожайность сельскохозяйственных культур метеорологических условий, которые существенно различаются для разных природно-климатических зон и даже в пределах одного района.

Четвертой особенностью использования МТА является большое разнообразие почвенных и производственных условий.

Полевые работы проводят на больших равнинных массивах и на склонах, на легких супесчаных и тяжелых суглинистых почвах, на каменистых почвах (табл. 1.2). Размер и конфигурация полей различна от сложной формы и маленькой площади до правильных прямоугольников и большой площади.

Поля могут иметь препятствия: овраги, линии электропередач или связи, отдельно стоящие деревья или кустарники. Разнообразие почвенных и производственных условий для эффективного использования техники требует создания МТА одного назначения, но с различными параметрами.

Таблица 1.2. Распределение почв по удельному сопротивлению.

Тип почвы	**Доля**	**Доля почв с удельным сопротивлением, кН/м^2**			
	%	до 30	30...50	50...70	более 70
Подзолистые	19,5	26,2	47,0	24,0	2,8
Черноземные	73,0	10,0	36,8	41,0	12,2
Каштановые	5,0	26,7	24,0	29,0	20,3
Сероземы	2,5	-	10,0	20,0	70,0

Пятая особенность использования сельскохозяйственной техники связана с необходимостью перемещения рабочих машин по полям на значительной площади, что приводит к огромному грузообороту и большому расходу топливно-энергетических ресурсов. Работы выполняются мобильными машинно-тракторными агрегатами. В связи с этим, организация работ требует особых методов управления МТП. В течение технологического цикла мобильные энергосредства используются на выполнении различных технологических операций, различающихся энергоемкостью, сложностью технологического процесса и различными способами составления агрегата.

Шестая особенность механизированных производственных процессов связана с задержкой проявления результатов соответствующих технологических воздействий, что объясняется малой скоростью биохимических процессов, происходящих в биологических объектах. Появление отрицательного результата после выполнения полевой работы (пропуски при посеве, огрехи, повреждения, потери и т.д.) сложно исправить в пределах технологического цикла.

Сельскохозяйственная техника постоянно работает в абразивной среде, что ускоряет износ рабочих органов. Из-за крупных габаритов и большого количества сельскохозяйственная техника хранится на открытом воздухе в лучшем случае на площадках с твердым покрытием, а это ускоряет процессы старения лакокрасочных покрытий и увеличивает коррозию машин.

Многообразие почвенных, климатических и производственных условий, различие в требованиях к факторам жизни разных культур и индивидуальные особенности сортов требуют научно-обоснованного подхода к выбору агротехнологических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур, создания системы машин, способных адаптироваться к разным условиям и дающим широкий спектр выбора способов реализации.

Требования к комплектованию агрегатов

Для производства сельскохозяйственных работ применяется большое число МТА различных типов и видов. К ним предъявляются определенные требования, которые необходимо соблюдать при комплектовании.

МТА должен удовлетворять агротехническим, техническим, экономическим и экологическим требованиям, соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии. Требования задают количественные требования к качеству работы или получаемой продукции. Обеспечение заданных показателей качества работы в конкретных природно-климатических, почвенных, ландшафтных условиях позволяет приблизиться к созданию наиболее благоприятных условий выращивания сельскохозяйственных культур, способствует увеличению урожайности, повышает эффективность использования МТА. На их основе подбирается сельскохозяйственная машина и набор рабочих органов. Выполнение агротехнических требований способствует созданию благоприятных условий для работы сельскохозяйственных машин, выполняющих последующие операции, способствует обеспечению требуемой равномерности глубины хода рабочих органов, что в итоге влияет на равномерность всходов и урожайность возделываемых культур. Агротехнические требования определяют, какие регулировки рабочих органов сельскохозяйственных машин необходимо выполнять. Проведение регулировок зависит от устройства рабочих органов.

Технические требования направлены на полную загрузку трактора при работе и на выбор режимов работы, обеспечивающих выполнение агротехнических требований и наивысшую производительность МТА. Полная загрузка трактора обеспечивается при комплектовании МТА: производится определение параметров сельскохозяйственной машины (ее ширина захвата и возможная рабочая скорость), проводятся необходимые установки и регулировки трактора и соединенной с ним сельскохозяйственной машины перед выездом в поле на специальной площадке, которые уточняются при первых проходах по полю. Повышение производительности и сменной выработки МТА происходит за счет сокращения потерь времени на простои при заправке агрегатов семенами и удобрениями, уменьшения длины пути поворотов на концах гонов за счет выбора наилучших способов движения агрегатов, более эффективного использования тракторов, рационального соотношения между скоростью движения и ши-

риной захвата агрегата, улучшения использования сцепных свойств движителей, снижения численности обслуживающего персонала (путем внедрения более совершенных машин, комбинированных агрегатов и их автоматизации).

Экономические требования состоят в том, чтобы обеспечить наибольшую урожайность и качество собранной продукции при меньших затратах всех ресурсов (расхода топлива, затрат труда и т. д.). Это достигается в первую очередь выбором технологии производства зерна, картофеля, кормов и другой продукции.

Большое значение имеет повышение производительности МТА, так как это ведет к снижению затрат труда, топливо-смазочных материалов и запасных частей на единицу выполненных механизированных работ и на 1 кг полученного урожая.

Обеспечение безопасности, удобства работы и обслуживания для механизаторов и вспомогательных рабочих должно быть обусловлено соблюдением требований охраны труда, наличием прямой и обратной связи между механизаторами, обслуживающими агрегат, правильным размещением осветительных средств для работы в ночное время, возможностью удобно и быстро провести технологическое и техническое обслуживание агрегата на стационаре и в полевых условиях.

Выполнение перечисленных требований правильного комплектования МТА зависит в значительной степени от знаний эксплуатационных свойств тракторов и сельскохозяйственных машин, а также от конкретных условий их использования.

Возможность качественно выполнять сельскохозяйственные работы во многом зависит от схемы комплектования МТА. Схемы комплектования МТА зависят от приспособленности трактора к различным видам его соединения с сельскохозяйственными машинами, состава машин, их расположения относительно трактора и друг друга, способа привода рабочих органов в действие.

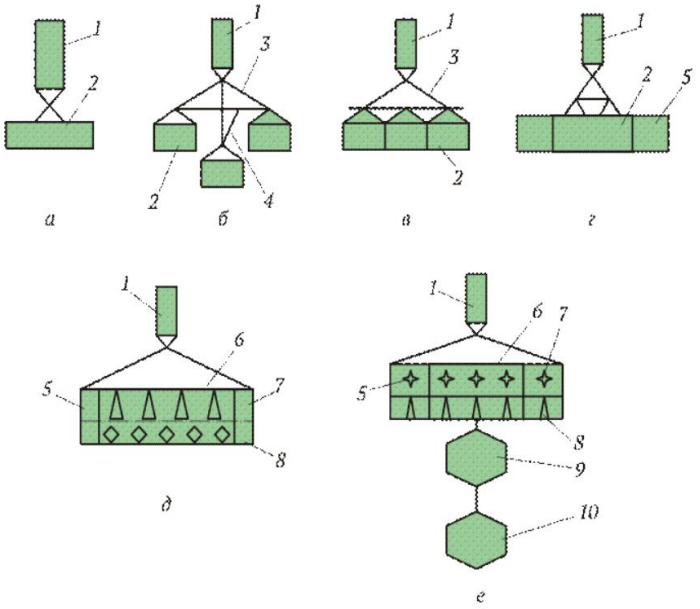


Рис. 1.2. Наиболее распространенные схемы МТА

а — одномашинный МТА с одной узкозахватной машиной; *б* и *в* — многомашинный эшелонированный и шеренговый агрегаты на базе прицепной сцепки; *г* — МТА из одной широкозахватной машины, боковые секции которой поднимаются в транспортном положении; *д* — комбинированный МТА с набором различных рабочих органов; *е* — модульный комбинированный МТА.

1 — трактор; *2* — сельскохозяйственная машина; *3* — сцепка; *4* — удлинитель; *5* — боковые секции широкозахватной машины, поднимаемые в транспортном положении; *6* — рама сельскохозяйственной машины с набором различных рабочих органов, обычно называемая комбинированным агрегатом; *7* — первый ряд рабочих органов; *8* — второй ряд (другие рабочие органы); *9* и *10* — дополнительные модули для семян и удобрений.

Элементы МТА и сельскохозяйственной машины можно разделить по назначению на несколько групп: источник энергии — Э, механизмы соединительные — Н, технологические — Т, передаточные и исполнительные — М, транспортирующие — П, механизмы обслуживания — О, управления — А, сервиса (удобства) — У, транспортные — Д.

В МТА сельскохозяйственные машины являются технологическими элементами, так как именно они выполняют технологический процесс. В сельскохозяйственной машине технологическими элементами будут являться рабочие органы.

Так как в технологическом процессе участвуют только технологические элементы, то целесообразно уменьшать долю всех других элементов в машине. Долю элементов А, О, У едва ли можно уменьшить в связи со стремлением снизить время на обслуживание, облегчить управление, улучшить условия труда и внедрить автоматизацию и компьютеризацию. Доля и сложность элемента М в машинах, выполненных на основе существующих рабочих органов, существенно уменьшена быть не может, поэтому большие резервы совершенствования заложены в совершенствовании элементов Н и П — соединительных и транспор-

тирующих. Это направление совершенствования МТА привело к изменению его структуры — переходу от использования агрегатов из набора машин с использованием сцепок к использованию комбинированных широкозахватных машин (рис. 1.2, г, д) и модульных комбинированных МТА (рис. 1.2, в).

Для наглядности далее на рис. 1.3 представлены общие виды различных МТА.



а



б

Рис. 1.3. Общий вид различных МТА



в



г



д

а — пахотный; *б* — посевной одномашинный; *в* — посевной модульный (посевной комплекс); *г* — комбинированный; *д* — комбинированный с боковыми секциями, поднятыми в транспортное положение.

1.2. Почва как основное средство производства продукции растениеводства

Почва – природное образование, состоящее из генетически связанных почвенных горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под воздействием воды, воздуха и живых организмов. Обладает плодородием, что позволяет ей в воспроизводстве биомассы, в т.ч. урожая с/х культур.

Почва обрабатывается машинами для создания благоприятных условий развития культурных растений, а также сохранения и повышения плодородия.

Вещества, составляющие почву, находятся в трех физических состояниях (фазах): твердом, жидком и газообразном, частицы которых взаимно перемешаны.

Твердая фаза. В нее входят минеральные частицы различных размеров и органические вещества (гумус, микроорганизмы).

Жидкую фазу составляет капиллярная и гравитационная влага. Она позволяет усваивать растениями питательные вещества в растворенном виде.

Газообразная фаза. В нее входит воздух, обеспечивающий корни растений кислородом.

Твердость почвы – способность почвы сопротивляться внедрению с нее твердых тел (деформаторов).

Трение почвы – сопротивление скольжению почвы по поверхности рабочих органов (внешнее трение) или скольжение почвы по почве (внутреннее трение).

Липкость почвы – способность почвы прилипать к поверхности различных тел. Липкость зависит от влажности и наибольшая при влажности 45...70%.

Влажность почвы – отношение массы влаги к массе почвы, насыщенной водой (относительная влажность).

Мелиорация земель – система организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению пахотно-пригодных земель.

Гидротехническая мелиорация направлена на регулирование водного режима почвы путем осушения переувлажненных и орошения засушливых.

Культуртехническая мелиорация направлена на улучшение почв и освоение новых путем расчистки полей от древесной растительности, кочек, камней, ликвидации мелкоконтурности полей.

Химическая мелиорация предусматривает мероприятия по улучшению почв путем известкования кислых и гипсования солонцовых.

Технология – совокупность сведений о закономерностях, способах, последовательности выполнения операций, работ и процессов.

Технология производства с/х продукции – это перечень механизированных работ (операций), выполняемых в определенной последовательности с учетом технологических нормативов и обеспечивающих получение заданного количества продукции с заданным качеством.

Почва, обладающая плодородием - природная производительная сила. В сельском хозяйстве она служит важнейшей материальной основой, от правильного использования которой зависит удовлетворение потребностей страны в продовольствии и сельскохозяйственном сырье.

Особенность почвы как основного средства производства заключается в том, что при правильном использовании она не изнашивается, а улучшается.

Под плодородием подразумевают способность почвы удовлетворяет потребность растений в элементах корневого питания и воде при соответствующих воздушном и тепловом режимах и создавать урожаи сельскохозяйственных культур.

Различают следующие виды плодородия: естественное (природное), искусственное, потенциальное, эффективное и экономическое.

Естественное (природное) плодородие – плодородие, которым обладает почва в естественном состоянии.

Искусственное плодородие– плодородие, которым обладает почва в результате хозяйственной деятельности человека.

Потенциальное плодородие – способность почв обеспечивать определенный урожай или продуктивность.

Например, высоким потенциальным плодородием обладают черноземные почвы, низким – подзолистые, однако в засушливые годы урожайность культур на черноземах может быть ниже, чем на подзолистых почвах.

Экономическое плодородие – эффективное плодородие, измеряемое в экономических показателях, учитывающих стоимость урожая и затраты на его получение.

Плодородие почвы – понятие относительное определяется ее свойствами и особенностями выращиваемых сельскохозяйственных культур. Например, на кислых почвах плохо растет пшеница, а рожь, овес, гречиха, люпин дают хорошие урожаи.

Агрофизический состав почвы. Классификация почвы по гранулометрическому составу

Почва представляет собой сложную саморегулирующуюся, многофазную систему. Выделяют четыре физические фазы: твердую, жидкую, газовую и живую.

Твердая, жидкая, газовая и живая фазы находятся в тесном взаимодействии, составляя единую систему – почву.

Живая фаза почвы представлена живыми организмами, населяющими почву и участвующими в почвообразовательных процессах. Это в первую очередь различные микроорганизмы (бактерии, микроскопические грибы, водоросли), а также простейшие, насекомые, черви и прочие.

Классифицируется по составу глинистых частиц в твердой фазе почвы (частицы размерами 0,01–0,05 мм).

Таблица 1.3. Содержание глинистых частиц в твердой фазе почвы, %

Песок	Суглинок	Глина
рыхлый 0…5%	легкий 20…30%	легкая 50…65%
связный 5…10%	средний 30…40%	средняя 65…80%
супесь 10…20%	тяжелый 40…50%	тяжелая > 80%

Знание гранулометрического состава позволяет до известной степени характеризовать почвы и их плодородие.

Песчаные и супесчаные почвы легко поддаются обработке, обладают хорошей водопроницаемостью и благоприятным воздушным режимом, но бедны гумусом, элементами питания и имеют низкую влагоемкость.

Лучшие в агротехническом отношении – легко и среднесуглинистые почвы. Они характеризуются таким сочетанием глинистых и песчаных частиц (фракций), при котором создаются более благоприятные условия газообмена и режима влажности почвы, обеспечивающие оптимальные условия для роста и развития растений.

По степени влияния гранулометрического состава на износ рабочих органов обрабатывающих.

Физико-механический состав почвы

Физические свойства почвы подразделяют на общие физические и физико-механические.

К общим физическим свойствам почвы относятся плотность твердой фазы, плотность и пористость (скважность), к физико-механическим – пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке.

Плотностью почвы называется масса абсолютно сухой почвы, находящаяся в естественном состоянии, в единице объема.

Плотность почвы – важнейшее условие высокой продуктивности сельскохозяйственных растений. Для большинства культур она составляет от 1,1 до 1,3 г/см^3. При увеличении или уменьшении плотности почвы на 0,1–0,2 г/см^3 по сравнению с оптимумом урожай снижается, а при значительном уплотнении резко падает. Особенно чутко реагируют на уплотнение черноземы.

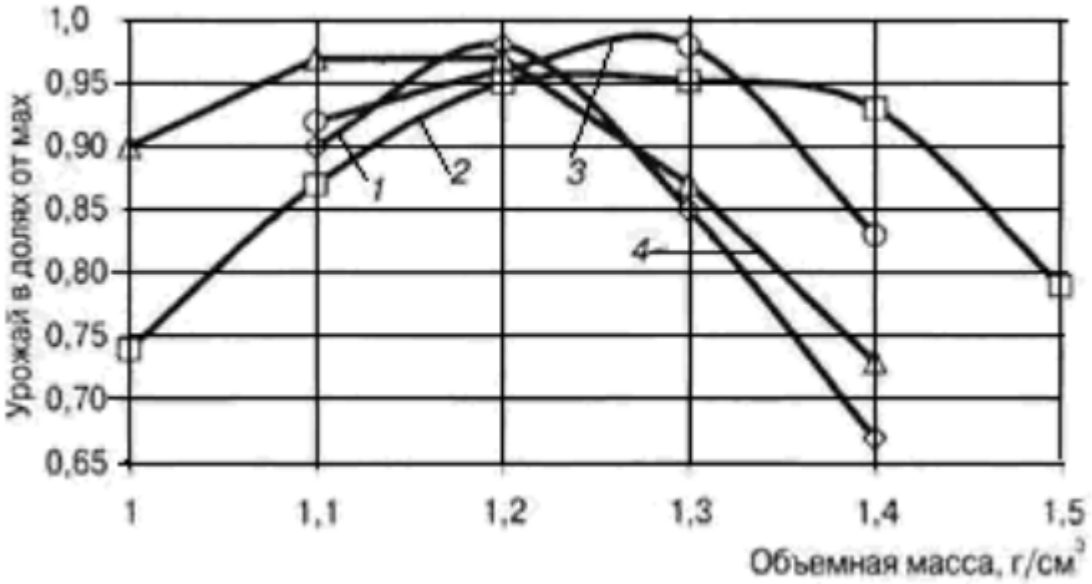


Рис. 1.4. Экспериментальная зависимость " урожай от плотности почвы - " : на сахарную свеклу - 1, кукурузу - 2, пшеницу озимую - 3, сено люцерна - 4.

При повышении плотности выщелоченного чернозема на 0,1 г/см^3 урожай зерновых колосовых культур снижается на 15 %, а при повышении на 0,2 г/см^3 – на 50 %. Вред избыточного уплотнения проявляется в повышенном сопротивлении почвы проникновению в глубь ее профиля растущих корней растений в результате увеличения объемной массы, снижения общей и некапиллярной скважности, ухудшения водного, воздушного, пищевого и теплового режимов, снижения биологической активности почвы, нарушения оптимальных условий жизни растений.

С интенсификацией полевых процессов с/х. производства возникла проблема уплотняющего воздействия МТА на почву. Многократные проходы по полю тракторов, комбайнов и другой мобильной техники привели к распылению верхнего и уплотнению нижнего слоев почвы, что отрицательно повлияло на ее плодородие и урожайность с/х культур. При проведении с/х работ ходовые системы МТА покрывают следами от 40 до 80 % поверхности поля, а поворотные полосы подвергаются 8–10-кратному воздействию. Из-за увеличения массы тракторов и сельхозмашин уплотняется не только пахотный, но и подпахотный горизонты на глубину 1 – 1,5 м. В результате уплотнения усиливаются эрозионные процессы, объемная масса почвы и ее сопротивление обработке повышаются соответственно в 1,5–2 и 1,3–1,9 раза, снижается общая и капиллярная пористость плодородного слоя.

Повышение плотности и твердости почвы ведет к снижению жизнедеятельности почвенной микрофлоры и в конечном результате к недобору 20–40 % урожая.

Величина равновесной плотности почвы – важнейшая характеристика условий роста и развития культурных растений. Для большинства культурных

растений оптимальная плотность 1,1–1,3 г/см^3. Любые отклонения от оптимальной величины плотности приводят к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Сравнение оптимальной плотности с равновесной помогает определить направленность механического воздействия на почву (рыхление, уплотнение) или полностью исключить его.

Пористость, или скважность, почвы – это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы.

Между плотностью почвы и пористостью существует обратная зависимость. Чем больше пористость, тем меньше плотность почвы. От общей пористости зависят такие важные свойства почвы, как водопроницаемость и воздухопроницаемость, влагоемкость и воздухоемкость, газообмен между почвой и атмосферой.

Спелость – готовность почвы к обработке. Состояние почвы, при котором в процессе механической обработки она хорошо крошится и не прилипает к орудиям обработки, характеризуется физической спелостью, то есть при таком состоянии влажности почва физически спелая, созревшая и пригодна для качественной механической обработки.

Твердость почвы – механическая прочность, сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела. От величины твердости почвы зависят затраты на ее обработку.

Удельное сопротивление почвы – усилие, затрачиваемое на осуществление технологических процессов (подрезание пласта, оборачивание его) и преодоление при обработке почвы трения, ее о рабочую поверхность почвообрабатывающих орудий. Оно выражается в кг/см^2. Величина удельного сопротивления почвы сильно зависит от агротехнического фона. На целинных и старозалежных почвах удельное сопротивление на 45–50 % выше, чем на старопахотных. На полях, сильно засоренных сорняками, особенно корневищными, удельное сопротивление значительно возрастает. Почвы с хорошей структурой оказывают меньшее сопротивление при обработке, чем бесструктурные.

Мероприятия по улучшению плодородия почвы

Проблема улучшения физико-механических свойств почвы – одна из главных в земледелии, так как от этого зависят увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение производства продукции растениеводства.

Существует множество приемов регулирования физико-механических свойств и восстановления почвенной структуры. Их можно объединить в три большие группы: механические, химические, биологические.

К механическим приемам относят интенсивную механическую обработку почвы, почвоуглубление, щелевание и т. д. Эти приемы позволяют существенно улучшить физико-механические свойства почвы. Однако действие их кратковременное, и поэтому для достижения продолжительного эффекта необходимо систематическое многократное применение их. А это, в свою очередь, имеет отрицательный эффект, так как систематические интенсивные механические обработки способствуют увеличению доли микроструктуры (илистых фракций) в структуре почвы и снижают водопрочность.

К химическим приемам относят известкование кислых почв и гипсование солонцов. В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность. Известкованные почвы отличаются более благоприятными физико-механическими свойствами. Гипсование устраняет щелочную реакцию солонцовых почв, улучшает их физические свойства и структурное состояние. Однако применением известкования и гипсования нельзя полностью решить проблему улучшения физико-механических свойств и структуры почвы.

К биологическим приемам регулирования физико-механических свойств почвы относят совершенствование севооборотов, включающее увеличение доли многолетних трав в структуре посевных площадей; применение сидеральных культур; увеличение объема вносимых органических удобрений; оптимизацию обработки почвы, направленную на уменьшение интенсивности и глубины рыхлений в разумных пределах с целью снижения темпов минерализации органического вещества почвы и распыления структуры.

Биологические приемы направлены на повышение содержания органического вещества (гумуса) в почве. С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются физико-механические, химические свойства и почвенные режимы: пищевой, водный, воздушный. При содержании гумуса в почве 3,7 % и более равновесная плотность почвы устанавливается на уровне оптимальной величины для культурных растений. Такие почвы даже после принудительного уплотнения способны к разуплотнению под действием естественных факторов и не требуют рыхления с целью регулирования физических свойств. Почвы с содержанием гумуса менее 3,7 % после принудительного уплотнения не восстанавливают исходную плотность. На таких почвах необходима механическая обработка как средство регулирования физико-механических свойств.

Кислотность почвы

Реакция почвенного раствора характеризуется величиной pH, представляющей собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в растворе (при pH 7 реакция нейтральная, при pH < 7 – кислая, при pH > 7 – щелочная).

Почва бывает структурной и бесструктурной. В структурном состоянии

масса почвы разделена на агрегаты различной формы и величины. Бесструктурное состояние почвы, когда отдельные механические элементы, слагающие ее, не соединены между собой в более крупные агрегаты, а существуют раздельно или залегают сплошной сцементированной массой.

Агрономическую ценность представляет комковато-зернистая структура, то есть комочки диаметром от 0,25 до 1,0 мм.

Структурные почвы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с бесструктурными.

Основные из них следующие:

1. Структурные почвы меньше испаряют влаги, обладают большей водопроницаемостью и водоудерживающей способностью. Они больше накапливают влаги и продуктивнее ее используют.
2. В структурных почвах создаются более благоприятные условия для микробиологических процессов и перехода питательных веществ из недоступной в усвояемую форму.
3. Структурные почвы отличаются повышенной устойчивостью к водной эрозии и дефляции.
4. Структурные почвы требуют меньших затрат труда и средств на механическую обработку. Тяговое сопротивление структурных почв при обработке намного меньше, чем бесструктурных почв.
5. В структурных почвах создаются лучшие условия для прорастания семян, роста и развития возделываемых культур.

Органическая часть почвы

Важнейшая составная часть почвы, определяющая ее свойства и плодородие – гумус. Это темное аморфное вещество сложного химического состава, образующееся в результате разложения мертвых остатков растений и животных.

Образование гумуса – сложный процесс биологических и биохимических превращений остатков растительных и животных организмов в результате деятельности главным образом бактерий и грибов. Содержание гумуса в почвах неодинаково: в дерново-подзолистых – 1,8–3 %, в черноземах – более 10 %. Запасы гумуса в пахотном слое в мощных черноземах – 224 т/га.

Органические вещества улучшает структуру почвы. Увеличения гумуса способствует многолетние бобовые травы, накапливающие наибольшее количество органического вещества. Кроме того, бобовые обогащают почву биологическим азотом благодаря способности фиксировать его из воздуха. Однолетние зерновые и зернобобовые культуры сплошного посева оставляют в почве значительно меньше органического вещества, чем многолетние травы. В

третью группу входят пропашные культуры, оставляющие после уборки наименьшее количество органического вещества.

Водный, воздушный, тепловой режимы почвы

Вода в почве представляет собой жидкую фазу, или почвенный раствор.

Почвенная вода имеет огромное значение для жизнедеятельности организмов (прежде всего растений, микробов и др.) и для почвообразования.

Вода в почве во многом определяет уровень эффективного плодородия, поскольку именно почвенная влага – основной, а нередко и единственный источник воды для произрастающих на этой почве растений.

Вода обусловливает развитие всех жизненных процессов в почве и на ее поверхности.

Почвенная влага выступает и в качестве терморегулятора, влияя на тепловой баланс и режим почвы.

Избыток воды в почве приводит к заболачиванию, а поднятие по капиллярам и испарение воды, содержащей соли, вызывает засоление.

Все величины прихода и расхода воды выражаются в мм или в $м^3$/га. Обычно рассчитывают годовой баланс влаги.

От воздушного режима почвы в большой степени зависит продуктивность растений. Основные факторы его – почвенный воздух, его состав и газообмен между почвой и приземным слоем атмосферы.

Улучшение аэрации почвы способствует развитию корней, более интенсивному поглощению воды и питательных веществ растениями, усилению их роста и повышению урожая.

К тепловым свойствам относятся: теплопоглотительная способность, теплоемкость и теплопроводность почв.

Теплоемкость – свойство почвы поглощать теплоту. Теплоемкость зависит в основном от влажности, содержания органического вещества, пористости аэрации.

Теплопроводность плотных и влажных почв выше, чем рыхлых, хорошо оструктуренных и сухих.

Тепловой режим почвы – это совокупность и последовательность явлений поступления, переноса, аккумуляции и отдачи теплоты. Он характеризуется температурой на разных глубинах почвенного профиля, которая имеет суточный и годовой ход.

Суточный ход температур почвы определяется зональным положением почвы, климатическими и погодными условиями, сезонностью, особенностями рельефа и растительного покрова, составом и свойствами почв. Наиболее резко суточный ход выражен в пределах 50-сантиметрового слоя.

Плодородие почвы. Методы исследования

Плодородие почвы - это способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и т.д.

Обладая свойством плодородия, почва выступает как основное средство производства в сельском хозяйстве. Используя почву как средство производства, человек существенно изменяет почвообразование, влияя как непосредственно на свойство почвы, ее режимы и плодородие, так и на природные факторы, определяющие почвообразование. Посадка и вырубка лесов, возделывание сельскохозяйственных культур изменяют облик естественной растительности; осушение и орошение меняют режим увлажнения и т.п. не менее резкие воздействия на почву вызывают приемы ее обработки, применение удобрений и средств химической мелиорации (известкование, гипсование).

Как основное средство производства в сельском хозяйстве почва характеризуется следующим важными особенностями: незаменимостью, ограниченностью, неперемещаемостью и плодородием. Эти особенности подчеркивают необходимость исключительно бережного отношения к почвенным ресурсам и постоянной заботой о повышении плодородия почв.

Методы исследования:

- сравнительно-географический
- морфологический метод
- стационарный метод
- картографический метод
- метод моделирования

Профильный метод предусматривает использование наиболее распространенных приемов, методов и анализов, характеризующих твердую фазу почвы. При этом изучаются в каждом генетическом горизонте: морфология, микроморфология, физические свойства, гранулометрический состав, агрегатный и микроагрегатный состав, валовой химический состав, формы химических соединений, физико-химические свойства, состав и свойства органического вещества, минералогический состав и др.

Стационарный метод, или метод почвенно-режимных наблюдений. Сущность его заключается в изучении почвенных режимов: водного, теплового, солевого, газового, реакции среды, окислительно-восстановительных условий, биологической активности и др. Этот метод лежит в основе биосферного мониторинга. Под почвенным режимом какого-либо соединения понимается динамика его качественного содержания и состава, связанная с процессами его образования, передвижения, распада, поступления в почву и выноса из почвы. Критерием возможности полного изучения режима какого-либо соединения является возможность определения полного его баланса за определенное время. Режимы соединений в почвах имеют разную степень изученности. Многие из

них играют большую роль в плодородии и являются предметом изучения агрономического почвоведения.

Стационарный метод включает большое разнообразие способов и приемов исследований, специфических методов почвоведения более низкого порядка и методов смежных наук. Широкое распространение получили методы почвенных лизиметров и стоковых площадок, сущностью которых явилось изучение состава почвенных растворов, внутрипочвенного и поверхностного стока, собираемых с определенного объема или площади за определенное время.

Метод моделирования. Сущность метода заключается в экспериментальном воспроизведении различных явлений и процессов, совершающихся или гипотетических, в обстановке контролируемого эксперимента в полевых или лабораторных условиях. Моделирование может производиться как на естественных, так и на искусственных объектах. В последние годы все большее распространение получают математическое и физико-химическое моделирование с использованием компьютерной техники.

Картографический метод. Применяется для изображения на картах почвенного покрова определенных территорий. Он использует методы картографии и топографии, специфические методы почвоведения, такие как сравнительно-географический, метод почвенных ключей, а также и аэрокосмические методы с использованием аэро - и космических снимков.

Сравнительно-исторический метод, базирующийся на принципе актуализма, дает возможность исследовать прошлое почв и почвенного покрова на основании изучения современной ситуации. Детальное изучение погребенных почв и почвенных горизонтов, реликтовых признаков почв и их сопоставление с современными процессами лежат в основе палеопочвоведения — науки о прошлых почвах и о признаках прошлых эпох в современном почвенном покрове.

Метод почвенных ключей, основанный на детальном генетико - морфологическом анализе небольших репрезентативных участков и интерполяции полученных таким путем заключений на иные территории с однотипной структурой почвенного покрова позволяет познать большие территориальные единицы с экономией средств и ресурсов.

Метод почвенных монолитов базируется на принципе физического моделирования почвенных процессов (передвижения влаги, солей, обмена ионов и т. д.) на почвенных колонках (монолитах) ненарушенного строения, взятых особым образом из почвенного разреза.

Метод почвенных лизиметров широко используется для изучения процессов вертикальной миграции веществ в природных почвах. При этом почвенный монолит того или иного объема, в зависимости от целей исследования, погруженный в водонепроницаемую оболочку, помещается на свое место в природную почву, а исследованию подвергаются вытекающие из его нижней части растворы.

Метод почвенно-режимных наблюдений применяется для исследования кинетики современного почвообразования на основе измерения тех или иных параметров (влажность, температура, содержание солей, гумуса, азота, других элементов минерального питания и т. п.) в одной и той же почве в течение длительного времени (вегетационный сезон, год, несколько лет) через заданные временные промежутки. Этот метод лежит в основе биосферного мониторинга.

Заключение

Почва играет большую роль в природе и в жизни человеческого общества. С одной стороны, благодаря тому, что растения усваивают воду и элементы питания из почвы. Она является необходимым условием развития растений, с другой – сами растения служат пищей для животных и человека. Следовательно, почва как продукт жизни одновременно служит условием дальнейшего развития жизни на земле.

Почва – основное средство сельскохозяйственного производства и объект труда. Сельское хозяйство целиком построено на использовании почвы. В растениеводстве это среда для развития растений. Животноводство развивается на основе продукции растениеводства. В земледелии, которое создаёт благоприятные условия для роста и развития растений, почва служит объектом труда.

Таким, образом, все отрасли сельского хозяйства связаны с использованием почвы, поэтому знание её состава, свойств, распространения и путей повышения плодородия – необходимое условие развития сельскохозяйственного производства.

Тема 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цели механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства - повышение производительности машинно-тракторных агрегатов и качества работы или продукции, облегчение условий труда, уменьшение загрязнений окружающей среды. Задачами механизации являются все действия и мероприятия, направленные на достижение этих целей.

Предметами обработки в сельском хозяйстве являются почва с микроорганизмами, семена и растения, состояние которых непрерывно изменяется.

Сроки выполнения технологических операций ограничены во времени и связаны с природно-климатическими условиями и биологическими законами развития растения.

Периоды использования многих машин в течение года непродолжительны.

Во время работы сельскохозяйственные машины взаимодействуют с живыми организмами — растениями, которые легко повреждаются, и брак в работе в большинстве случаев является неисправимым (срезанные растения нельзя приживить, а плоды лишить повреждений). Почва имеет сложное строение и населена множеством живых организмов. Поэтому при работе необходимо максимально уменьшить вредное воздействие машин на почву и растения.

Машинно-тракторные агрегаты (МТА) при работе должны перемещаться по полю (быть мобильными), их ходовые системы взаимодействуют с рыхлой, в меру влажной почвой, поэтому они должны обеспечивать повышенную проходимость машинам, но как можно меньше уплотнять почву

Классификация энергетических средств

Энергетическая база сельского хозяйства основывается на использовании традиционных и возобновляемых источников энергии.

Традиционные источники энергии включают в себя различные энергетические средства, работающие на твердом, жидком или газообразном топливе, а также от линий электропередач.

Возобновляемые источники энергии основаны на использовании энергии солнца, ветра, геотермальных вод, органических отходов.

По сравнению с традиционными, возобновляемые источники энергии обладают рядом преимуществ, к которым относят их практическую неисчерпаемость, отсутствие необходимости добычи, экологическую чистоту. В то же время большинство из них представляет собой низкопотенциальные энергоресурсы, так как преобразование их энергии связано со значительными затратами. Поэтому совершенствование и дальнейшее развитие возобновляемых

источников энергии наряду с традиционными являются основой дальнейшего роста энергетической базы сельского хозяйства.

Обычно энергия как традиционных, так и возобновляемых источников в энергетических средствах преобразуется в тепловую, световую, кинетическую энергию или в механическую работу.

Все многообразные энергетические средства, применяемые для механизации процессов производства сельскохозяйственной продукции в растениеводстве и животноводстве, подразделяются на мобильные (подвижные), ограниченно-подвижные и стационарные.

Мобильные энергетические средства широко используются при выполнении технологических процессов обработки почвы (пахоты, боронования, дискования), посева сельскохозяйственных культур, уборки урожая, а также на транспорте. К ним относятся тракторы и автомобили, самоходные шасси и различные моторизованные машины (самоходные зерноуборочные комбайны и др.).

Ограниченно-подвижные энергетические средства включают в себя канатные или канатно-тракторные тяговые лебедки, а также мобильные мостовые системы, передвигающиеся по рельсам или по специально выделенным участкам поля.

Стационарные энергетические средства применяют для получения теплоты, электрической энергии, а также для привода различных сельскохозяйственных машин и орудий. Они используют электрическую энергию сетей, а также электрических или тепловых двигателей внутреннего сгорания.

Электрические двигатели работают в качестве привода различных машин в кормоприготовлении, водоснабжении и т. д. Для таких же целей служат и тепловые двигатели внутреннего сгорания. Их широко применяют в автономных источниках электрической энергии (дизель-электростанциях), которые используют для организации резервного питания во время аварийных отключений сетей или в качестве источника электрической энергии.

В общем балансе энергопотребления сельскохозяйственного производства на долю мобильных энергетических средств, основу которых составляют тракторы и автомобили, приходится более 35%.

Классификация тракторов

Основными энергетическими средствами сельскохозяйственного производства являются двигатели тракторов, комбайнов, автомобилей, мобильных модулей и др. Основные энергетические средства в сельском хозяйстве – это тракторы.

Трактор –это мобильное энергетическое средство на колесном или гусеничном ходу, предназначенное для выполнения работ с прицепными,

полунавесными и навесными сельскохозяйственными, дорожными, строительными, транспортными, мелиоративными и другими машинами и орудиями.

Область применения тракторов чрезвычайно широка. Поэтому для выполнения различного вида работ необходимы трактора разных типов. Современные сельскохозяйственные тракторы классифицируют по следующим основным признакам:

ПО НАЗНАЧЕНИЮ:

- общего назначения – используемые для выполнения основных сельскохозяйственных работ, общих при возделывании большинства культур (вспашки, культивации, боронования, посева и уборки);
- универсально-пропашные – для междурядной обработки и уборки пропашных культур (сахарная свекла, кукуруза, подсолнечник, хлопок и др.), однако ими можно выполнять и общие работы (универсальные);
- специализированные – предназначены для выполнения работ в определенных условиях или для возделывания одной культуры, подразделяются на овощеводческие, садоводческие, свекловодческие, рисоводческие, горные, болотоходные и др.

ПО КОНСТРУКЦИИ ХОДОВОЙЧАСТИ:

- колесные – ходовая часть имеет колесные движетели;
- гусеничные – ходовая часть имеет гусеничные движетели;
- полугусеничные – колесные и гусеничные движетели используются одновременно.

ПО ТИПУ ОСТОВА (ОСНОВЫ):

- рамные – остов представляет собой клепанную или сварную раму;
- полурамные – остов образуется корпусом трансмиссии и двумя продольными балками прикрепленными к корпусу;
- безрамные – остов состоит из корпусов отдельных механизмов.

ПО ТЯГОВОМУ КЛАССУ:

Типаж тракторов – это минимальный технически обоснованный ряд выпускаемых промышленностью или намеченных к выпуску тракторов. Классификационный показатель типажа тракторов –тяговый класс.

Каждый класс содержит одну основную (базовую) модель трактора и несколько ее разновидностей (модификации), которые используют для выполнения специальных работ. Любая модификация представляет собой видоизмененную модель базового трактора, сохраняющую его основные сборочные единицы.

Для удовлетворения нужд сельского хозяйства техника производится в десяти тяговых классах. В последнее время стало актуальным применять в описании тракторной техники не только номинальный тяговый класс, но и мощность двигателя.

Номинальное тяговое усилие – это усилие, которое трактор развивает на стерне (чернозем или суглинок) нормальной плотности и влажности. Буксование колесных тракторов допускается при этом не более 17...18%, а гусеничных – 5%.

Таблица 2.1.Тяговые классы тракторов

Тяговый класс, т	0,2	0,6	0,9	1,4	2	3	4	5	6	8
Номинальное тяговое усилие, кН	2	6	9	14	20	30	40	50	60	80
Диапазон тягового усилия, кН	0,8-5,4	5,4-8,1	8,1-12,6	12,6-18	18-27	27-36	36-45	45-54	54-72	72-108

ТЕХНИКА С НОМИНАЛЬНОЙ ТЯГОЙ ПО КЛАССУ 0,2. К данному классу можно отнести мотоблоки и минитракторы. В основном применяются в сельском хозяйстве на небольших участках, в основном для проведения работ с целью выведения новых сортов и отработки новых методов обработки почвы. Широко применяются фермерами на различных участках, в зависимости от имеющегося навесного оборудования. К данному классу можно отнести ХТЗ (Т - 012), Гомсельмаш (АМЖК - 8), Минский тракторный завод (МТЗ - 082, Беларус - 132Н) , Алтайский тракторный завод(МТ - 15) , Курганский машиностроительный завод (КМЗ - 012Ч), ЧТЗ (Т - 0,2 Уралец).

ТЯГОВЫЙ КЛАСС 1,4. С данного класса становится возможным использовать технику в сложных дорожных условиях. Представители данного класса наиболее эффективны при выполнении вышеперечисленных работ предыдущих классов и, учитывая их исключительные свойства, стало возможным их применение для: вспашки легких и средних почв, культивации, боронования, внесения удобрений, гербицидов и т.д. К данному классу можно отнести АГРОМАШ(85ТК), МТЗ(МТЗ - 80.1, МТЗ - 82, Беларус - 923, «Беларус» 900 - й серии) ЮМЗ - 6АКМ, ЮМЗ - 6ДМ, ЛТЗ - 60АБ , ЮМЗ – 6.

ТЯГОВЫЙ КЛАСС 2,0. В данном классе начитают появляться гусеничные тракторы. Связано это и с мощностью агрегатов и с условиями, в которых приходится выполнять поставленные задачи. К данному классу относятся как садовые тракторы, так и сельскохозяйственные общего и специального назначения. К вышеперечисленным видам работ добавились работы по: уходу за виноградниками, свекловодческие работы, садоводческие, работа в горных районах. К данному классу можно отнести АГРОМАШ (160 ТК), ЛТЗ (ЛТЗ - 155, ЛТЗ - 95), ХТЗ (Т - 90С), МТЗ (МТЗ - 1221, Беларус 1220 - й, ШУ-356) КТЗ(Т-54, Т-70, Т-70СМ).

ТЯГОВЫЙ КЛАСС 3,0-5,0. В данных классах появляется возможность применения колесной базы 6к6, применяемой вплоть до 5 класса включительно. С третьего класса появились болотоходные гусеничные машины. Применяются такие высокопроизводительные тракторы в общих сельскохозяйственных целях на больших участках земли различной степени сложности.

ТЯГОВЫЙ КЛАСС 3,0 - АГРОМАШ (ТГ150, 180ТК, 90ТГ), МТЗ («Беларус» 1500, МТЗ 1523), ХТЗ (ХТЗ-150К, ХТЗ-17221, Т-150К, Т-150), ЗАО «Агротехмаш» (АТМ 3180), ОАО «НПК «Уралвагонзавод»» (РТМ-160).

ТЯГОВЫЙ КЛАСС 4,0 - АТЗ (Т-4А, Т-4), ХТЗ (ХТЗ-201), МТЗ (МТЗ 2022, МТЗ-2103, Беларус 2022).

ТЯГОВЫЙ КЛАСС 5,0 - ПТЗ (К-744Р1, К-700), АТЗ (Т-501), МТЗ (Беларус 3023, МТЗ-3022).

ТЯГОВЫЕ КЛАССЫ 6,0...8,0. Относятся к наиболее продуктивным машинам сельскохозяйственного назначения. Применяются в наиболее сложный условиях и на наиболее протяженных участках. 6,0 т ПТЗ (К-744Р2), ЧТЗ (Т-170М), АГРОМАШ (Руслан). 7,0 т - ПТЗ (К-744Р3). 8,0 т - ПТЗ (К-744Р4), ООО «КЗ «Ростсельмаш» («Versatile» 535).

В зарубежной практике, в соответствии со стандартом Международной организации по стандартизации (ISO), применяют классификацию сельскохозяйственных ракторов по категориям мощности, измеренной на ВОМ трактора при номинальной частоте вращения вала двигателя.

Таблица 2.2. Категории мощности

Категория по мощности двигателя	I	II	III	IV
Значение мощности на ВОМ, измеренной по стандарту ISO, кВт	До 48	До 92	80... 185	150 ...350

Классификации по тяговому усилию (страны СНГ) и по категориям мощности (ISO) могут быть соотнесены друг с другом, если принять одинаковыми агротехнические и энергетические ограничения по величине рабочих скоростей трактора на энергоемких операциях.

Таблица 2.3. Классификация по тяговому усилию

Тяговый класс трактора	Ниже 0,6	0,6; 0,9	0,9; 1,4; 2	2; 3; 4	5; 6; 8
Категория трактора по мощности двигателя по ISO 730/1-77, ISO 730/2-79, ISO 730/3-82	1		II	III	IV

Стационарные средства - электрические и тепловые установки и двигатели, ветряные и гидравлические двигатели.

Основа энергетики сельского хозяйства при выполнении технологических операций по возделыванию культур - тракторы и самоходные машины, а при выполнении транспортных работ - автомобили и тракторы. На долю тракторного парка приходится более 40% энергетических мощностей, которыми располагает сельское хозяйство нашей страны.

Вооруженность сельского хозяйства энергетическими средствами в

последние годы растет медленными темпами.

Современные тракторы и автомобили по своему назначению и эксплуатационным качествам подразделяются на соответствующие классы и типы (по силе тяги, грузоподъемности, типу ходового аппарата и др.).

Тракторы как основные энергетические средства растениеводства по сравнению с другими средствами имеют ряд преимуществ: они маневренны, имеют сравнительно высокую стабильность тяговых качеств, достаточно надежны в эксплуатации и экономичны.

В основу конструирования и эксплуатации тракторов положено правило: для каждого диапазона природно-производственных условий и видов работ применять определенный тип трактора, дающий в совокупности с машинами-орудиями наибольший технико-экономический эффект, наибольшую производительность, высокое качество работ, наименьшие затраты труда и средств на единицу продукции. Это правило не должно противоречить требованиям уменьшения типов машин за счет внедрения универсальных и унифицированных тракторов, а также других машин и рабочих органов к ним.

Классификация автомобилей

Автомобиль представляет собой самодвижущуюся машину, предназначенную для перевозки пассажиров, а также грузов или специального оборудования.

По назначению автомобили разделяют на транспортные и специальные.

Транспортные автомобили, предназначенные для перевозки грузов и пассажиров, в свою очередь подразделяют на следующие типы:

- легковые - для перевозки нескольких пассажиров;
- грузовые - для перевозки различных грузов;
- полугрузовые (грузо-пассажирские) - для перевозки пассажиров и небольшого количества грузов;
- автобусы - для массовых пассажирских перевозок.

Основной показатель легковых автомобилей и автобусов - число перевозимых пассажиров, а для грузовых автомобилей - номинальная грузоподъемность.

Специальные автомобили предназначены для выполнения каких - либо определенных работ и оборудованы соответствующими приспособлениями и устройствами. К ним относятся санитарные, пожарные автомобили, автокраны, автомастерские и др. Как правило, они являются видоизмененными моделями транспортных автомобилей.

По типу остова (несущего элемента) автомобили подразделяют на рамные (грузовые автомобили) и безрамные (ряд легковых автомобилей и автобусов).

По приспособляемости к дорожным условиям различают автомобили нормальной (обычной) и высокой проходимости. Первые имеют привод на заднюю ось (осевая формула 2х1), вторые - на все оси, то есть на две

или три оси (осевая формула 2х2, 3х3), что позволяет им преодолевать бездорожье или плохие участки дороги.

По типу двигателя автомобили подразделяют на автомобили с тепловыми двигателями и автомобили с электродвигателями (электромобили). В настоящее время наибольшее распространение получили автомобили с тепловыми поршневыми двигателями внутреннего сгорания.

Модель отечественного автомобиля состоит из марки (букв, обозначающих завод - изготовитель) и цифр, присваиваемых каждой модели.

Как правило, на каждом заводе - изготовителе (ГАЗ, ВАЗ, МАЗ, КамАЗ и др.) выпускают одну базовую модель и ее модификации.

Мобильные энергетические средства, применяемые в сельском хозяйстве

В современных условиях идет непрерывное совершенствование материально-технической базы сельского хозяйства и прежде всего мобильной энергетической техники сельскохозяйственного назначения. Структура мобильных энергетических средств (МЭС) в общем представлении включает в себя тракторы, самоходные шасси и автомобили.

Тракторы и автомобили — сложные мобильные энергетические и транспортные средства, используемые для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства, а также для перевозки сельскохозяйственных грузов и пассажиров. К основным требованиям, предъявляемым к тракторам и автомобилям, относятся, прежде всего, обеспечение высокой производительности и экономичности, выполнение всего комплекса сельскохозяйственных работ качественно, в наилучшие агротехнические сроки. Важными являются также требования агроэкологического характера, связанные с засорением атмосферы вредными компонентами, содержащимися в выхлопных газах двигателей, и воздействием ходовой части этих машин на почву. Ходовая часть уплотняет и истирает почву, что отрицательно влияет на ее плодородие и урожайность культур, поэтому снижение отрицательного воздействия тракторов и автомобилей на почву является одним из важнейших эксплуатационных требований.

Производительность трактора, работающего в агрегате с сельскохозяйственными машинами, зависит от их ширины захвата, мощности тракторного двигателя, тягового сопротивления машин, средней скорости движения машинно-тракторного агрегата. В связи с этим производительность определяется энергонасыщенностью и тяговосцепными свойствами тракторов. Кроме того, производительность обусловлена степенью утомляемости тракториста, которая, в свою очередь, зависит от плавности хода трактора, защищенности его кабины от шума, газов, пыли, температуры окружающей среды, легкости управления и обслуживания, обзорности с рабочего места, т.е. от так называемых эргономических свойств тракторов. Интегральным показателем производительности и экономичности является себестоимость выполняемых МТА работ.

Производительность автомобиля определяется массой перевозимого груза или численностью пассажиров, а также средней скоростью движения.

Следовательно, этим она зависит от мощности двигателя, проходимости, плавности хода автомобиля и его надежности, состояния дорожного покрытия, легкости управления и других факторов, характеризующих условия труда шофера. Интегральным показателем производительности и экономичности автомобиля является себестоимость автотракторных перевозок. Кроме автомобилей на перевозке сельскохозяйственных грузов заняты и тракторы, особенно колесные, в агрегате с прицепами и полуприцепами. Так, колесные тракторы до 50% всего времени использования заняты на транспортных работах. В связи с этим к тракторам предъявляется ряд требований, свойственных автомобилям (например, обеспечение безопасности движения и хорошей плавности хода на повышенных скоростях, наличие средств сигнализации автомобильного типа и т.п.

Требования, направленные на обеспечение высокой производительности, должны выполняться совместно с агротехническими требованиями. Эти две группы требований взаимосвязаны. Агротехнические требования к тракторам сельскохозяйственного назначения сводятся в основном к обеспечению: проходимости машин на ровной и неровной местности, по склонам, в междурядьях пропашных культур; необходимых для всего комплекса сельскохозяйственных агрегатов диапазонов тягового усилия и скорости движения, а также маневренности; возможно меньшего вредного воздействия ходовой части на почву (уплотнения почвы, разрушения ее структуры, нарушения капиллярности и т.п.); высококачественного выполнения технологических процессов.

Далее приведены количественные характеристики основных агротехнических требований.

Буксование движителей должно составлять не более 3, 14 и 16% соответственно для гусеничных тракторов и колесных с двумя (4К2) и четырьмя (4К4) ведущими колесами.

Среднее удельное давление движителей на почву допускается по агротребованиям не более 45 кПа для гусеничных машин и не более 90 – 110 кПа – для колесных.

Дорожный просвет (наименьшее расстояние по вертикали от опорной поверхности до элементов конструкции трактора) должен составлять не менее 36 см у гусеничных тракторов и 47 см под задним мостом – у универсально-пропашных.

Агротехнический просвет (расстояние по вертикали от опорной поверхности до наименее удаленных элементов конструкции трактора под рядком культурных растений) должен составлять: для основных низкостебельных культур (картофель, свекла и др.) – 40 –50 см; для высокостебельных (кукуруза, подсолнечники др.) – 45 – 65 см.

Защитные зоны, определяемые расстоянием по горизонтали от середины рядка до края колеса или гусеницы трактора, зависят от фазы развития растений и вида обработки. Минимальная защитная зона при возделывании пропашных культур должна быть не менее 12 – 15 см.

Колея и габаритные размеры трактора должн ы обеспечивать взаимную конструктивную увязку с агрегатируемыми сельскохозяйственными машинами, а также возможность работы универсально-пропашных тракторов в междурядьях 45,60,70,90 см и на транспортных работах.

Наименьший радиус поворота трактора в среднем не должен превышать 4,2 м (колесные универсально-пропашные тракторы); 7,0 м (колесные тракторы

общего назначения); 2,5 м (гусеничные тракторы).

Целью данного направления является разработка концепций и инновационных конструкций мобильных энергосредств и транспортно-технологических средств для сельскохозяйственного производства, а также прогнозирование их развития. Разработка системы перспективных мобильных энергосредств и транспортно-технологических средств для комплексной механизации сельскохозяйственного производства.

В рамках поставленной цели решаются следующие задачи:

- разработка концепций мобильных энергосредств и транспортно-технологических средств, в т.ч. интеллектуальных и научно-методическая оценка путей их развития;
- разработка систем адаптации дизельного двигателя для работы на альтернативных видах топлива, в т.ч. газодизельных технологий;
- разработка концепции применения перспективных силовых приводов (электрических, гибридных и др.) на сельскохозяйственных машинах;
- мониторинг состояния, оценка технологического уровня, определение потребности и разработка типажа мобильных энергосредств и транспортно-технологических средств для различных технологий сельскохозяйственного производства и почвенно-климатических зон;
- разработка агротехнических и конструкторско-технологических требований на создание мобильных энергосредств и транспортно-технологических средств;
- разработка специальных технических и технологических решений для использования в создании мобильных энергосредств и транспортно-технологических средств с оценкой их применимости;
- разработка алгоритмов и программного обеспечения реализации оптимальных энергетических и технологических режимов работы машинно-тракторных агрегатов на основе интеллектуальных наукоемких элементов: двигатель, трансмиссия, движитель, система балластирования, навесная система;
- разработка экологически безопасных и всесезонных, в т.ч. съемных гусеничных ходовых систем.

Заключение

Во время работы сельскохозяйственные машины взаимодействуют с живыми организмами — растениями, которые легко повреждаются, и брак в работе в большинстве случаев является неисправимым (срезанные растения нельзя приживить, а плоды лишить повреждений). Почва имеет сложное строение и населена множеством живых организмов. Поэтому при работе необходимо максимально уменьшить вредное воздействие машин на почву и растения.

Машинно-тракторные агрегаты (МТА) при работе должны перемещаться по полю (быть мобильными), их ходовые системы взаимодействуют с рыхлой, в меру влажной почвой, поэтому они должны обеспечивать повышенную проходимость машинам, но как можно меньше уплотнять почву.

Тема 3. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В современных условиях самым распространенным способом создания благоприятных условий для произрастания культурных растений остается механическая обработка почвы. Повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции и обеспечение населения продуктами питания требует использования современных высокопроизводительных и экономичных сельскохозяйственных машин.

Затраты на основную обработку почвы составляют значительную долю (до 40%) в себестоимости сельскохозяйственной продукции и в основном определяют конкурентоспособность конечного продукта. Основная обработка почвы - наиболее энергоемкая и трудоемкая операция при возделывании сельскохозяйственных культур, является распространенным способом воздействия на почву с целью создания условий наиболее благоприятных для произрастания культурных растений.

Основными задачами совершенствования почвообрабатывающих орудий являются повышение качества обработки почвы и снижение затрат энергии и материалов на её проведение.

Одним из направлений совершенствования конструкций почвообрабатывающих орудий с целью снижения энергоемкости и материалоемкости обработки почвы является оптимизация технологических и конструктивных параметров рабочих органов с учетом реальных сил, действующих на них.

При выполнении технологического процесса обработки вспаханной дернины многолетних трав необходимо не только разрезать отваленный плугом пласт, но и прижать их к дну борозды, обеспечив тем самым возможность разложения.

Задачи механической обработки почвы

Механическая обработка почвы в сочетании с внесением удобрений и другими агротехническими приемами - одно из основных условий получения высоких и устойчивых урожаев. Способы обработки почвы многообразны. Они зависят от ее качества, зоны и биологических особенностей возделываемой культуры [22].

Основная задача механической обработки почвы - создание благоприятных условий для развития культурных растений с целью получения высоких и устойчивых урожаев.

Положительное воздействие обработки на биологические, биохимические и физико-механические процессы, происходящие в почве, и на развитие культурных растений состоит в следующем:

пахотный слой поддерживается в таком состоянии, при котором культурные растения имеют наиболее благоприятные условия для высокой продуктивности;

активизируются микробиологические процессы в корнеобитаемом слое почвы, поэтому в период вегетации происходит постоянный приток питательных веществ к корням растений;

наиболее полно уничтожаются сорняки, вредители и возбудители болезней растений, которые запахиваются в почву и подвергаются разложению;

заделываются в почву удобрения, стерня, дернина и другие растительные остатки и сидеральные растения, которые превращаются в перегной и служат новым резервом плодородия почвы и пищи растений; регулируется водный режим почвы.

в корнеобитаемом слое усиливается приток кислорода к семенам и корням растений и выделение из почвы углекислоты, что улучшает условия для фотосинтеза, микробиологических процессов, роста и развития растений;

регулируется тепловой режим почвы: теплоемкость, теплопроводность, лучепоглощение; корнеобитаемый слой почвы летом предохраняется от сильного перегрева, а зимой в некоторой степени -- от глубокого промерзания;

создаются наилучшие условия для посева и заделки семян в почву на требуемую глубину, во влажный слой, чем обеспечивается быстрое прорастание и дружное появление всходов;

облегчается появление всходов, усиливается вегетация растений; создаются наилучшие условия для развития корневой системы, корней сахарной свеклы, клубней картофеля и других корнеклубнеплодов;

специальной обработкой почвенный покров предохраняется от водной ветровой эрозии; увеличивается пахотный слой путем применения почвоуглубителей с одновременным внесением органических и минеральных удобрений.

При создании новых почвообрабатывающих машин и орудий, а также при механической обработке почвы учитываются технологические свойства почвы, ее удельное сопротивление и влияние на износ рабочих органов. [2].

Наиболее важными способами основной обработки почвы являются вспашка, безотвальная (в том числе плоскорезная) обработка и фрезерование.

Вспашка - это основной прием обработки почвы. При этом происходит оборачивание и рыхление пласта почвы на глубину 20-25 см. Обычно вспашку производят плугом с предплужником. Предплужник способен срезать лишь поверхностный слой почвы около 10-12 см толщиной.

Безотвальная обработка производится плугом без оборачивания пласта почвы. Глубина вспашки достигает 30-40 см.

Обычно этот способ применяют в засушливых районах, подверженных ветровой эрозии.

Плоскорезную обработку почвы осуществляют с помощью специальных плоскорезов, при этом остается нетронутой значительная часть стерни (стерня - срезанные стебли злаков, оставшиеся на корню после жатвы). Зимой стерня задерживает снег, снижает скорость ветра в приземном слое и тем самым предохраняет почву от выдувания и повышает в ней запасы продуктивной влаги.

Фрезерование - обработка почвы с применением вращающихся фрез на глубину до 20 см, что позволяет тщательно перемешивать и измельчать как

верхний плодородный слой почвы, так и более глубинные бесполезные слои. Обычно его применяют на подзолистых и серых лесных почвах для более интенсивного их окультуривания.

Существуют также способы поверхностной обработки почвы: лущение, культивация, боронование и прикатывание.

Лущение почвы проводят на глубину - 6-16 см, при этом подрезают стерню и сорняки, а также крошат и частично оборачивают почву. Иногда применяют лущение на уже вспаханных участках с целью сохранения влаги. Для лущения используют лемешные или дисковые лущильники.

Культивация - это рыхление почвы на глубину от 5 до 10 см без оборачивания верхнего слоя. С помощью культивации подрезают сорняки, обрабатывают пропашные культуры, а также готовят почву к посеву. Культивацию проводят с использованием культиваторов или окучников.

Боронование - рыхление почвы боронами конструкции на глубину от 2 до 8 см. Боронование применяют для обработки почвы после дождей или зимы с целью перемешивания и выравнивания поверхности почвы с частичным уничтожением сорняков.

Прикатывание - способ уплотнения почвы, например, после вспашки, осуществленной в сухую погоду. Прикатывание позволяет разбить глыбистые части почвы. Для этого используют различные катки.

Сочетание различных приемов и способов обработки почвы создает систему обработки почвы под яровые, озимые культуры.

В последнее время внимание уделяется прогрессивным системам минимальной обработки почвы, которые предусматривают совмещение или одновременное выполнение нескольких различных операций за проход агрегата. Для этого создаются комбинированные почвообрабатывающие орудия и машины.

Анализ почвозащитных систем обработки почв позволяет выделить наиболее распространенные [3].

Нулевая обработка (no tillage) предусматривает в течение вегетационного периода лишь один контакт почвообрабатывающих орудий с почвой - во время посева. Посев производится, как правило, в узкие бороздки шириной 2,5-7,5 см одновременно с одной или несколькими дополнительными операциями. Для борьбы с сорняками интенсивно используются гербициды. При нулевой системе обработки экономия топлива может достигать 70-80%.

Гребневая обработка (ridge tillage). В этом случае почва не обрабатывается до посева. Одновременно с посевом примерно 1/3 поверхности почвы обрабатывается стрельчатыми лапами или очистителями рядков, формирующими гребни. Посев производится в гребни обычно на 10-15 см выше рядка. Для борьбы с сорняками применяются гербициды в сочетании с культивацией.

Полосная обработка (strip tillage). Как и в случае гребневой обработки при полосной обрабатывается около 30% поверхности почвы фрезерными, дисковыми рабочими органами или пассивными рыхлителями. Как правило, обработка совмещается с посевом. Сорняки уничтожаются гербицидами в

сочетании с культивацией.

Мульчирующая обработка (mulch-tillage). Перед посевом производится рыхление почвы с одновременным измельчением и сохранением на поверхности почвы крупностебельных остатков пропашных предшественников. Глубина обработки почвы при этом способе обработки определяется типом возделываемой культуры.

Сокращенная обработка (reduced tillage) - любая система обработки почвы, кроме четырех перечисленных, удовлетворяющих определению почвозащитной обработки. Термин минимальная обработка (minimum tillage) носит обобщающий характер. Это понятие включает в себя все виды почвозащитной обработки за исключением нулевой.

Основой всех разновидностей почвообрабатывающих технологий (минимальной, нулевой, гребневой, полосной и т.д.) являются сокращение числа и глубины обработок, регулирование стока дождевых и талых вод, повышение стойкости поверхности поля к дефляции (выдуванию) путем сохранения на ней крупных почвенных комков и части стерни [23].

Существующие способы и применяемые плуги для вспашки дернины многолетних трав

Из всех агротехнических мероприятий, направленных на получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, основное значение имеет правильная подготовка почвы.

При правильной подготовке почвы создаются оптимальные условия для физических, химических и биологических процессов и этим повышается эффективность других агротехнических приемов (севооборот, удобрение, борьба с сорняками и болезнями).

Важнейшими общими вопросами механической обработки почвы являются также ее способы (с оборачиванием - отвальная, без оборачивания обрабатываемого слоя - безотвальная) и глубина обработки (поверхностная, мелкая, нормальная, средняя, глубокая), углубление и окультуривание пахотного слоя, разноглубинная обработка почвы в севооборотах, сроки, техника (всвал, вразвал, контурная, гладкая), скорости движения почвообрабатывающих агрегатов и качество обработки почвы [4].

Почва из-под многолетних трав значительно отличается от полей, на которых возделывали однолетние растения как сплошного, так и широкорядного сева. Верхняя часть пахотного слоя задернена и имеет повышенную связность. Верхний слой почвы, густо переплетенный корнями многолетних трав, называют дерниной. Если многолетние травы дают высокий урожай, то почва выходит из-под них сравнительно чистой от сорняков, с хорошими физическими свойствами. Она имеет больше водопрочных агрегатов, повышенную влагоемкость и хороший газообмен между атмосферным и почвенным воздухом. При обработке дернины преследуют три дополнительные задачи: лишить жизненности растения; разрыхлить задерненный верхний слой почвы; улучшить условия для разложения дернины, чтобы увеличить содержание в почве

усвояемых питательных веществ к посеву культур по пласту. Все эти задачи сравнительно полно решаются при глубокой вспашке, хорошем обороте пласта и хорошем его крошении и улучшении водно-воздушного режима почвы.

Основная задача обработки почвы на ранних этапах плужной обработки - умертвление естественной целинной растительности полным оборачиванием обрабатываемого слоя почвы. Вместе с тем верхний слой должен быть хорошо взрыхлен. Однако из-за большой упругости дернины пласт плохо крошится и рыхлится. Для хорошей заделки семян нужно хорошо разрыхлять верхний слой почвы. Это достигается многократным боронованием, что влечет за собой сильное распыление почвы.

Вспашка (пахота) - основной приём механической обработки почвы отвальными плугами. При вспашке происходит одновременно оборачивание, крошение и перемешивание почвы. Оборачиванием достигается заделка дернины, удобрений, семян сорных растений, многих с.-х. вредителей и возбудителей болезней. В нижней части пахотного слоя, перемещённой вспашкой на поверхность, под влиянием аэрации, повторного увлажнения и быстро активизирующейся полезной почвенной микрофлоры увеличивается содержание доступных растениям питательных веществ. Вспашка даёт возможность поддерживать мелкокомковатое сложение пахотного слоя. Степень оборачивания зависит от формы отвалов, соотношения глубины обработки и ширины пласта. Плуги с винтовыми отвалами наиболее полно оборачивают пласт, но слабо крошат почву (используются на тяжёлых глинистых и сильно задернелых землях); с цилиндрическими отвалами хорошо крошат почву, но неудовлетворительно оборачивают пласт; с культурной формой отвалов хорошо оборачивают и крошат пласт на почвах средней связности (с предплужниками и на задернелых почвах) [5].

Обработка пласта злаковых трав трех-четырех и более лет использования требует предварительной разделки дернины чизельным культиватором, оборудованным специальным лапами. Предварительную обработку следует проводить за 3-4 дня до основной вспашки т.е. с винтовыми или полувинтовыми отвалами, оборудованными углоснимами и пером для лучшего оборачивания пласта и заделки дернины.

Различают следующие виды вспашки:

Оборот пласта, когда пласт шириной до 40 см при относительно небольшой глубине пахоты винтовым отвалом оборачивается на 180°. Это самый древний вид вспашки дернины; он требует многих дополнительных обработок (боронование, культивация, дискование, прикатывание), приводящих к чрезмерному распылению почвы (под термином «оборот пласта» в практике с.-х. производства понимают также вторую вспашку целины, залежи или поля из-под многолетних трав).

Взмёт, когда пласты отвалами полувинтового типа оборачиваются на 135°, плотно прилегают друг к другу, располагаясь под углом в 45° к поверхности почвы. При взмёте целины или залежи дернина не успевает разложиться в течение нескольких месяцев; такая вспашка неприемлема и на старопахотных землях, она дополнительно требует многократного дискования и боронования.

Культурная вспашка проводится плугом, каждый корпус которого снабжён предплужником. Предплужник срезает поверхностный слой почвы и сбрасывает его на дно борозды; отвал основного корпуса плуга поднимает жёсткий слой почвы и покрывает им оказавшийся на дне борозды верхний слой. Это самый совершенный вид пахоты. Площадь вспаханного поля получается ровной, что облегчает последующую предпосевную обработку (предплужник снимают лишь при запашке навоза или повторной вспашке парового поля).

Глубину вспашки устанавливают в зависимости от мощности пахотного горизонта, биологических особенностей возделываемых растений, обработки почвы под предшествующие культуры, степени и характера засорённости поля, наличия вредителей и болезней с.-х. растений. Вспашка на глубину 20 см считается нормальной, на большую глубину - глубокой, на меньшую - мелкой. Вспашка на одну и ту же глубину нередко приводит к образованию на дне борозды уплотнённого слоя (плужная подошва), что нарушает нормальный водный режим почвы и затрудняет развитие корневой системы растений. Поэтому целесообразно в каждом поле севооборота периодически проводить пахоту несколько глубже обычной. Глубокая вспашка - одно из важнейших условий получения высоких и устойчивых урожаев. На почвах с пахотным горизонтом менее 20 см, ограничивающим глубину вспашки, постепенно создают мощный окультуренный пахотный слой. Большое значение при этом, как и при глубокой пахоте, может иметь вспашка с почвоуглубителем, разрыхляющим подпахотный горизонт почвы.

Время вспашки зависит от зональных почвенно-климатических особенностей, агротехники возделываемых культур, сроков сева и ряда других условий. Наиболее совершенной является ранняя зяблевая вспашка, способствующая лучшему накоплению в почве влаги и питательных веществ в доступной для растений форме. Летняя вспашка необходима при подготовке к посеву занятых паров и при посеве озимых по непаровым предшественникам. Весенняя вспашка под яровые того же года посева известна под названием весновспашки. Весенние и летние, а иногда и осенние вспашки должны сопровождаться одновременно боронованием (для уменьшения потерь влаги на испарение).

В Беларуси преимущественно применяются лемешные тракторные навесные, прицепные и полунавесные плуги. Классификация плугов приведена на рисунке 3.1.

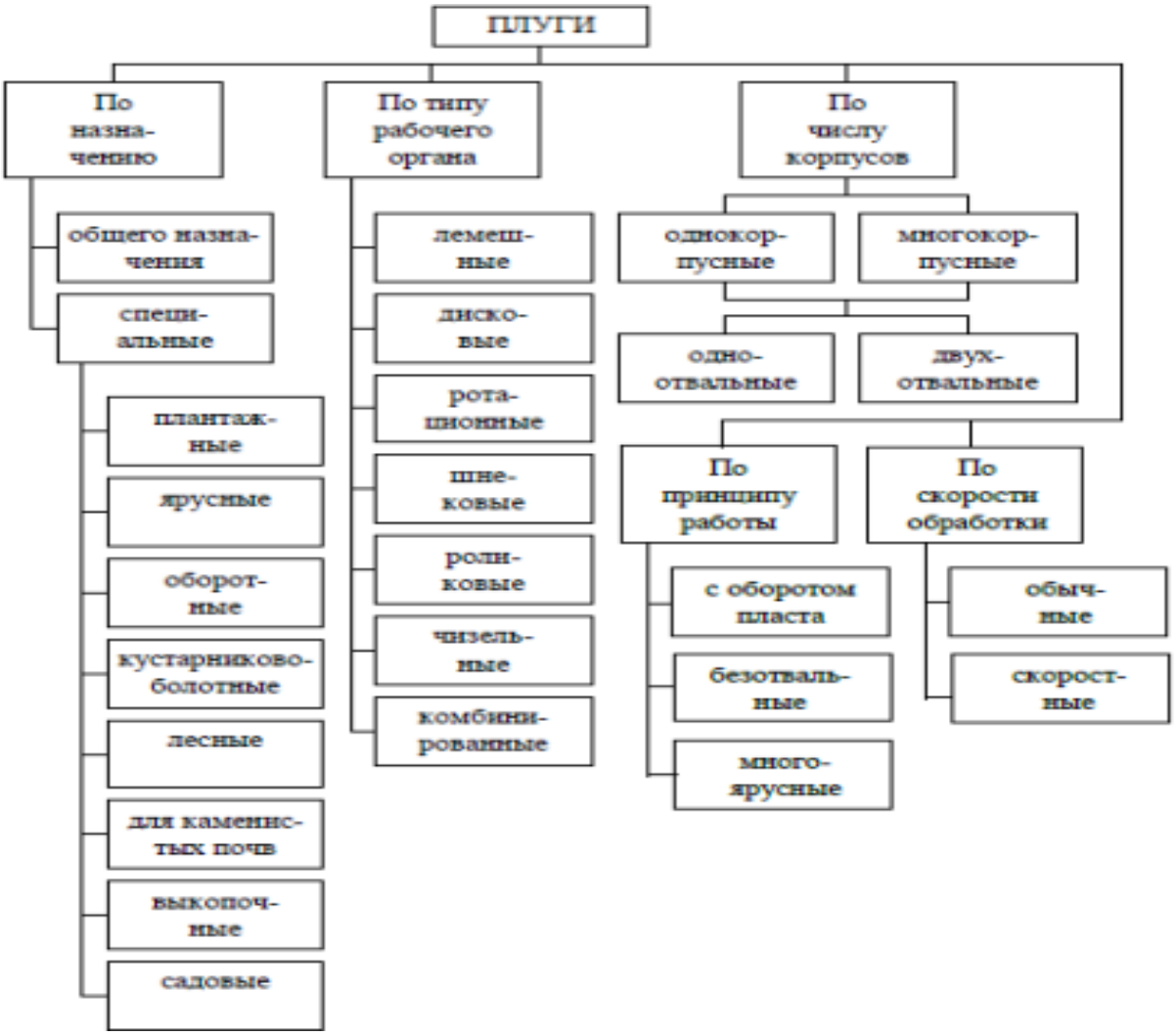


Рисунок 3.1. Классификация плугов

По типу рабочего органа чаще применяются лемешные и реже - дисковые орудия. Как правило, лесные плуги представлены лемешными однокорпусными и двухотвальными конструкциями. Дисковые плуги используются для обработки почвы на вырубках, сухих уплотненных или переувлажненных почвах. Орудия безотвальной обработки в настоящее время находят применение в сельскохозяйственном производстве в виде чизельных орудий.

Особенности вспашки дернины многолетних трав

Основная обработка полей из-под многолетних трав отличается существенными особенностями, что объясняется большой связностью дернины и продолжительным ростом трав вплоть до наступления устойчивых холодов. Лучшим способом обработки полей из-под многолетних трав на старопахотных землях вспашка плугами с предплужниками, обеспечивающая хорошее крошение и заделку пласта.

Поля с очень плотной дерниной перед вспашкой дискуют. В случае засорения поля пыреем ползучим и другими корневищными и корнеотпрысковыми сорняками с неглубоко расположенными вегетативными

органами размножения эту операцию проводят вдоль и поперек поля в целях разрезания корневищ и корневых отпрысков на мелкие отрезки.

В практике известны три срока вспашки задерненных почв:

- весенне-летний под посев культур будущего года;
- осенний (зяблевая обработка) также под посев будущего года;
- весенний под посев текущего года.

Большинство целинных и залежных земель под яровые культуры обрабатывают в осенне-летний период (по типу чистого пара). Вначале дернину дискуют в продольном и поперечном направлениях. Это делается в основном для облегчения работы плуга при вспашке и лучшей заделки дернины. Затем проводят вспашку плугами с предплужниками на глубину 20-22 см (если позволяет гумусовый горизонт) с одновременным боронованием. Если в этом случае почва плохо рыхлится, ее боронуют в 2-3 следа сразу после вспашки при полной спелости.

С появлением на вспаханном поле пырея участок в течение весны и лета несколько раз дискуют. Производственный опыт показал, что пласт, поднятый в весенне-летний период, не следует перепахивать ни осенью, ни весной перед посевом яровой культуры. При перепашке на поверхность выворачивается неразложившаяся дернина, которую необходимо дополнительно дисковать. Если к посеву яровых культур дернина еще не разложилась, проводят дискование с боронованием. В сухую весну хорошие результаты дает предпосевное прикатывание почвы кольчатым катком.

На почвах с маломощным гумусовым слоем и ярко выраженным подзолистым горизонтом дернину пашут на глубину перегнойного слоя с рыхлением подзолистого на месте его залегания почвоуглубителем или другими орудиями. В этом случае оподзоленная почва не выворачивается на поверхность пашни. Делается это для того, чтобы не ухудшить свойства пахотного горизонта. Не следует также при вспашке выворачивать глеевый горизонт.

Вспашка должна проводиться с полным оборотом пласта. Слабозадерненные луга и низинные болота с хорошо разложившимся торфом пашут осенью. Сильно задерненные луга, низинные и переходные болота со слабо разложившимся торфом - летом или ранней осенью. Пласт разделывают сразу после вспашки. Первичную вспашку дерново-подзолистых почв проводят на полную глубину перегнойного горизонта, торфяно-болотных - на глубину не менее 25-30 см.

Для разделки пласта и создания рыхлого слоя на поверхности вспаханной целины применяют тяжелые дисковые бороны.

Для создания на вспаханной поверхности рыхлого слоя достаточной мощности и выравнивания поверхности поля необходима разделка пласта дисковыми боронами. Глубина разделки пласта должна составлять 1/2...1/3 его мощности и превышать 16...18 см. Разделывать пласт необходимо при оптимальной влажности слоя вслед за вспашкой на минеральных землях и через несколько дней (3...5) после вспашки на торфяниках. Увеличение разрыва между вспашкой и дискованием ведет к уменьшению степени крошения почвы. Во избежание огрехов разделка пласта выполняется с перекрытием смежных

проходов на 10% конструктивной ширины захвата дисковых борон. На дисковых батареях должны быть установлены почвоочистители, а лезвия дисков заточены. Для разделки пластов рационален диагонально-перекрестный способ движения, когда достигаются лучшее крошение пласта и выравнивание поверхности. На участках, где заделка дернины мелкая, дисковать в один-два следа необходимо вдоль пласта, чтобы исключить вынос дернины на поверхность, затем следует сделать один-два прохода под углом до 30о к основному направлению пласта. Лучшее качество обеспечивают навесные дисковые бороны. Если вспашка глубокая, разделку пласта следует проводить под углом более 40^{o} к направлению вспашки, а иногда и поперек пласта диагональным и диагонально-перекрестным способом, что обеспечивает лучшее крошение пласта и выравнивание поверхности. Повышение качества разделки пласта обеспечивает не только направление дискования к пахоте, но и правильная установка угла атаки дисковых батарей (на минеральных землях - $13...14^{o}$, на торфяных - $8...11^{o}$).

После дискования поверхность почвы должна быть ровной, а верхний слой ее хорошо раскрошен. На обработанном участке не допускаются огрехи и пропуски, разъемные борозды должны быть заделаны, а поворотные полосы обработаны. При этом количество кустов дерна и грунта размером от 7 до 15 см на участке 5х5 не должно превышать 5 шт.

Планировка поверхности мелиорируемых земель производится после осушения и вспашки в сочетании с дискованием почв. Планировочные работы включают: засыпку понижений глубиной до 25 см и шириной 20...30 м; ликвидацию микропонижений, возникающих при обработке почвы; качественное выравнивание поверхности. При этом неровности после работы длиннобазовых планировщиков должны быть в пределах ± 7 см от горизонтали. Влажность почвы для производства работ в % от абсолютно сухой рекомендуется в пределах 20...28 (для глинистых), 13...25 (суглинистых), 12...17 (супесчаных), 10...15 (песчаных), 50...70 (торфяных).

Фрезерование - эффективный способ обработки сильно задернелых сенокосов и пастбищ, осушенных торфяных болот, суходолов с неглубоким перегнойным горизонтом при отсутствии в пахотном слое крупных древесных корней и камней.

Дискование − обработка верхнего слоя почвы дисковыми орудиями (дисковыми боронами, лущильниками и др.). Дискование пласта многолетних трав, сидерального пара обеспечивает хорошее разрезание дернины, сидератов и высококачественную их заделку при последующей вспашке. Глубина рыхления, степень крошения, перемешивания и оборачивания почвы зависят от угла постановки дисков к линии тяги ("угол атаки"), их формы, остроты, веса орудия и свойств почвы. С уменьшением "угла атаки" рыхление и крошение почвы резко ухудшаются, она меньше перемешивается и оборачивается [8].

Дискование проводят до и после вспашки. До вспашки дискуют сильно задернённые почвы, чтобы обеспечить быстрое разложение дернины, после вспашки - слабо задернённые поперёк пластов или под острым углом атаки к направлению пахоты. Дискование незаменимо при освоении торфяно-болотных

почв и торфяников после их вспашки болотным плугом. Дискование широко применяют для предпосевной подготовки почвы. Дискование перед подъёмом зяби вызывает гибель малолетних сорняков, вредителей сельскохозяйственных растений, зимующих на стерне, сорняках и в верхних слоях почвы, защищает почву от потери влаги.

Дисковые орудия хорошо разрезают горизонтально расположенные корневища и корневые отпрыски до глубины 8-12см на небольшие отрезки и провоцируют их к прорастанию. При этом происходит заделка в почву осыпавшихся семян сорных растений. После прорастания сорняки легче уничтожаются, снижается засорённость почвы. Дискование - эффективный приём борьбы со злостными сорняками: овсюгом, пыреем ползучим и острецом. Против овсюга проводят тщательное осеннее дискование на глубину 5-7 см, против пырея ползучего - дискование в двух направлениях на глубину 10-12 см и последующую запашку проросших измельчённых корневищ, против остреца - вспашку с последующим дискованием.

На переувлажнённых тяжёлых почвах дискованием заменяют осеннюю вспашку под картофель или другие культуры позднего срока сева.

В засушливых районах при обработке чистых паров дискование менее эффективно, чем культивация плоскорежущими орудиями, особенно опасно летнее дискование чистого пара, при котором неизбежно усиление ветровой эрозии. Дискование - хороший приём ухода за лугами и посевами многолетних трав, особенно старыми люцерниками. Проводят дискование обычно челночным способом. Качество работ оценивают по равномерности глубины, степени обработки почвы, отсутствию огрехов, сроку выполнения.

Проблемы разделки вспаханной дернины

Многие задерненные земли содержат очень мало питательных веществ в усвояемой для растений форме. В результате этого культурные растения, высеянные по вспаханной дернине, в первые фазы развития испытывают недостаток в азоте и фосфоре. Поэтому система обработки задеревенелых земель должна быть направлена в первую очередь на ускоренное разложение заделанной дернины и обогащение почвы основными питательными веществами в доступной форме [19].

При обработке задерненных почв ставятся задачи - лишить жизненности дернину, разрыхлить пласт и создать условия для ускоренного разложения дернины и корневых остатков. Эти задачи успешно решаются при своевременной обработке дернины многолетних трав после вспашки (с помощью средств указанных в пункте 1.6).

При первичном освоении задеревенелых земель, даже при многократном дисковании, дернина крошится только на комки значительной величины, в почве остается много пустот, отчего разложение органического вещества замедляется. Поэтому при освоении всех целинных земель необходимо производить уплотнение почвы катком - на болотах тяжелым (наливным), на суходолах легким.

В процессе вспашки дернины многолетних трав, при обороте пласта вся дернина укладывается на дно борозды в нижнюю часть пахотного слоя, почва плохо крошится, могут быть обрывы пласта, образуются пустоты. Дернина медленно разлагается. В засушливых условиях такая обработка ухудшает подток влаги в пахотный слой из лежащих ниже подпахотных горизонтов. Несмотря на недостатки, этот способ обработки может быть применен на сильно задернелых дерново-подзолистых почвах тяжелого гранулометрического состава. Применение плуга с предплужниками в таких условиях затруднено. Плуг забивается, а культурный отвал плохо оборачивает пласт. Для вспашки пласта нужно использовать плуги с полувинтовыми и винтовыми отвалами, обеспечивающими более качественную и полную заделку дернины [10].

Сроки обработки имеют большое значение для правильного использования пласта многолетних трав. При их установлении необходимо учитывать климатические условия, культуру, под которую производится обработка пласта, а также гранулометрический состав и влажность почвы.

1. Механическая обработка почвы в сочетании с внесением удобрений и другими агротехническими приемами - одно из основных условий получения высоких и устойчивых урожаев.

. Вспашка - это основной прием обработки почвы. При этом происходит оборачивание и рыхление пласта почвы.

. Одним из главнейших требований, предъявляемых к вспашке дернины многолетних трав, является полная заделка травянистой растительности и удобрений, что достигается оборачиванием пласта травой вниз.

. В процессе вспашки под пластом образуются воздушные карманы, их наличие значительно ухудшает разложение дернины, что значительно ухудшает последующие этапы обработки почвы.

. Разделка вспаханной дернины преследует цель не столько её измельчению, но и ликвидацию воздушных карманов под пластами, путём их прижатия к дну борозды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологии и технические средства для обработки почвы активно развиваются и совершенствуются. Широко распространяются машины и агрегаты для минимальной обработки, высокопроизводительные комбинированные агрегаты, многофункциональные агрегаты и технологические комплексы, обеспечивающие за один проход несколько операций основной и дополнительной обработки почвы, посева, внесения удобрений.

Тема 4. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

За последние столетия человечество достигло колоссальных успехов в развитии научно-технического прогресса. Наши недалекие предки не могли представить, что человечество в короткий срок сможет изобрести тракторы и автомобили, радио и электрический свет, укротит ядерную энергию и прорвется в космос. Интенсивность развития науки приобрела невиданный размах даже для современников. Все это существенно облегчило труд землян в деле обеспечения их продуктами питания, главной основы жизни на планете Земля. Однако население планеты, имеющей ограниченные размеры, стало быстро увеличиваться, что привело к проблеме производства достаточного количества сельскохозяйственной продукции. В настоящее время при населении 8 млрд. человек, по данным ООН, голодают около 1 млрд. По этой причине для увеличения количества продуктов питания в развитых странах стали использовать интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур с массированным применением минеральных удобрений и пестицидов для существенного увеличения урожаев сельскохозяйственных культур.

Казалось, что это наиболее рациональный и правильный путь. Но проблемы рачительного отношения к запасам сырья, энергетическим ресурсам и охране окружающей среды становились все острее. Получаемые продукты питания стали оказывать влияние на здоровье человека, а экологи забили тревогу в связи с существенным ухудшением среды обитания не только для человека, но и для животного и растительного мира. Поэтому наметился новый поворот в земледелии с полным отказом от минеральных удобрений и пестицидов для получения качественных продуктов питания. Но экологическое земледелие из-за низких урожаев не в состоянии обеспечить население планеты в полной мере продуктами питания. Оно может быть использовано как часть сельскохозяйственного производства для создания очагов здорового питания для отдельных категорий граждан. А усилия ученых следует направить на разработку принципиально новых машин и технологий, которые бы смогли существенно снизить негативное влияние минеральных удобрений и пестицидов на окружающую среду и продукты питания, а также повысить их эффективность использования.

К ВОПРОСУ ЗНАЧИМОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОДУКЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Удобрения за всю историю существования сельского хозяйства и сельскохозяйственных наук являлись одним из определяющих факторов влияния на почвенное плодородие. Ученые из различных стран солидарны во мнении, что применение удобрений способствует значительному приросту урожаев, который порой достигает от 50 до 70%. Но, большое внимание стоит уделять также дозированию внесения удобрений, так как без применения оптимальных доз удобрений невозможно увеличить производство сельскохозяйственной продукции. Агрохимической наукой также доказано, что способ размещения минеральных удобрений в почве существенно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы. Неравномерное внесение азотных удобрений в зависимости от пестроты их наличия в почве приводит к потерям урожая и накоплению в продуктах питания нитратов при избытке азота, и к недобору 25–60 % урожая и снижению эффективности применения удобрений при недостатке азота. Стоит учесть, что показатель неравномерности распределения удобрений сверх допустимого уровня должен рассматриваться не только как причина недобора урожая сельскохозяйственных культур, но и как причина потерь самих удобрений.

Обобщая проблемы неравномерности внесения минеральных удобрений можно на примере Республики Беларусь показать, что неравномерность их внесения составляет 35–40 %, а иногда достигает и 70%. Это связано с отсутствием проведения необходимых настроек разбрасывателей, или проведение этих настроек не на должном уровне. К тому же сама технология внесения удобрений путем применения разбрасывателей к настоящему времени практически полностью исчерпала свой потенциал. Это демонстрируют и зарубежные агрегаты для разбрасывания удобрений, показывая низкие результаты и не обеспечивают качественное внесение удобрений даже в идеальных условиях.

Исходя из вышеперечисленных недостатков, мы считаем, что в настоящее время особого внимания заслуживают штанговые машины с использованием пневматических систем группового дозирования, которые имеют большой потенциал к проведению модернизаций в настоящем и будущем и способны значительно увеличить равномерность и качество внесения минеральных удобрений, а соответственно и повысить урожайность.

Одним из факторов управления продукционным процессом и расширенного воспроизводства почвенного плодородия являются удобрения. Американские ученые в системе мер повышения урожаев наибольший удельный вес (в процентах) отводят удобрениям – 41, далее гербицидам – 13–20, благоприятным погодным условиям 15, гибридным семенам – 8, ирригации – 5, прочим факторам – 11–18. Немецкие ученые половину прироста урожая относят за счет применения удобрений, французские – даже 50–70%.

В нашей стране данные агрохимической службы и передовых хозяйств

убедительно доказывают, что за счет рационального применения удобрений может быть получено до 60 и более процентов прироста урожайности сельскохозяйственных культур.

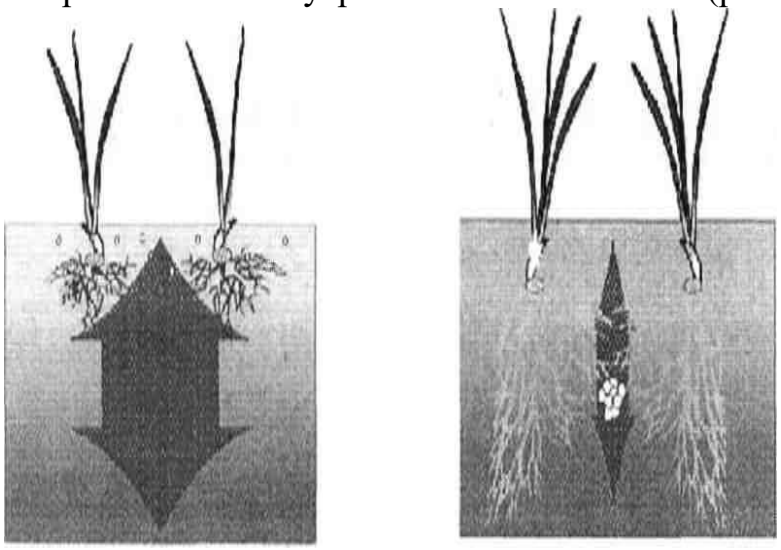
По данным государственной агрохимической службы в бывшем СССР 56 млн. га пашни (45 %) характеризовалось низким содержанием гумуса, 43 млн. га (36 %) – повышенной кислотностью, 28 млн. га (23 %) – низким содержанием фосфора и 12 млн. га (9 %) – низким содержанием калия, что лимитирует уровень урожайности на этих землях.

Без применения оптимальных доз удобрений невозможно увеличить производство сельскохозяйственной продукции. Перспективным направлением эффективного использования удобрений является припосевное внутрипочвенное внесение основной и стартовой дозы удобрений. Агрохимическими исследованиями доказана высокая эффективность локального внесения минеральных удобрений. Ориентированное размещение удобрений относительно корневой системы обеспечивает максимальную окупаемость удобрений и снижение загрязнения окружающей среды.

Согласно концепции развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства, внесение 20 кг/га фосфора вразброс (поверхностно) дает прибавку зерна 1,0–1,5 ц/га, а при внесении в рядки с семенами – до 4,5 ц/га.

Агрохимической наукой доказано, что способ размещения минеральных удобрений в почве существенно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы.

По характеру размещения минеральных удобрений относительно поверхности почвы различают поверхностное и внутрипочвенное внесение (рис. 4.1).



Поверхностное Внутрипочвенное

Рис. 4.1. Способы размещения удобрений относительно поверхности почвы

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МАШИН И СПОСОБОВ ВНЕСЕНИЯ

Несмотря на высокую неравномерность внесения и экологическую вредность в настоящее время наибольшее распространение имеет поверхностный разбросной способ внесения. К числу наиболее значимых недостатков относится крайне неравномерное распределение удобрений по поверхности почвы, которая не должна превышать 10–20 %. Применяемые для этого технические средства такой равномерности не обеспечивают. Так, неравномерность внесения удобрений центробежными разбрасывателями доходит до 75–80 %, превышая допустимую неравномерность в 2–4 раза. Однако, согласно данным РУП «Институт почвоведенья и агрохимии», эффективность твердых минеральных удобрений находится в прямой зависимости с показателем неравномерности их внесения, т. е. снижение неравномерности внесения удобрений на 1 % приводит к увеличению прибавки урожая за их счет также на 1 %, и наоборот. Показатель неравномерности распределения удобрений сверх допустимого уровня должен рассматриваться не только как причина недобора урожая сельскохозяйственных культур, но и как причина потерь самих удобрений. Следует признать, что неравномерное разбрасывание дорогих твердых минеральных удобрений приводит и к разбрасыванию своих денег, вложенных в приобретение этих удобрений. А в связи с ограниченными природными ресурсами их экономия имеет мировое значение. Подсчитано, что по этой же причине республика ежегодно не добирает более 500 тыс. тонн зерна, а также большое количество другой сельскохозяйственной продукции. Львиная доля из этого недобора является следствием использования дисковых центробежных разбрасывателей, так как обеспечить на практике высокое качество распределения удобрений этими рабочими органами невозможно. Средняя неравномерность распределения минеральных удобрений в условиях Республики Беларусь составляет 35–40 %, достигая нередко 70 % и более по причине влияния многих объективных и субъективных факторов, в том числе отсутствие в стране специальных стендов для настройки этих машин. В связи с этим квалифицированных настроек этих машин в большинстве хозяйств не проводится. Но даже тщательно настроенные разбрасыватели ряда ведущих зарубежных фирм не обеспечивают качественное внесение удобрений даже в идеальных условиях. Таким образом, для условий нашей республики с крупными коллективными хозяйствами центробежные разбрасыватели не могут быть признаны экономически и экологически состоятельными и перспективными. С их помощью нельзя решить проблему качественного внесения, а следовательно, эффективного применения минеральных удобрений и не получить дополнительно упомянутые выше 500 тыс. тонн зерна в год. Поэтому усилия инженеров необходимо направить на создание машин, обеспечивающих высокое качество внесения удобрений, не зависящих от многих природных и человеческих факторов. С этой точки зрения, на наш взгляд, наибольшего внимания заслуживают штанговые машины с

использованием пневматических систем группового дозирования.

Неравномерное внесение азотных удобрений в зависимости от пестроты их наличия в почве приводит к потерям урожая и накоплению в продуктах питания нитратов при избытке азота, и к недобору 25–60 % урожая и снижению эффективности применения удобрений при недостатке азота.

Предпочтительнее в плане повышения эффективности удобрений и снижения потерь элементов питания представляется их внутрипочвенное локальное размещение на определенной глубине за один проход машины.

Основными способами локального внесения удобрений являются: основной (до посева или при посеве), стартовый (при посеве) и подкормка (дробно-дифференцированное внесение азотных удобрений во время вегетации растений). Преимущество припосевного внесения перед допосевным, заключается в строгом размещении лент удобрений вдоль посевных рядков растений, но не вместе с семенами. При этом улучшаются условия минерального питания и роста растений в начальный период их развития, а также такое внесение удобрений обеспечивает высокую их окупаемость прибавочным урожаем. Прибавки урожая зерновых культур при рядковом внесении фосфорных удобрений с учетом действия и последействия составляют обычно 1,5–7 ц/га, а окупаемость 1 кг д. в. зерном достигает 10–20 кг.

Внутрипочвенное внесение основной дозы минеральных удобрений обеспечивает сельскохозяйственные культуры питательными элементами на весь вегетационный период их развития. Они вносятся с небольшой почвенной прослойкой от семян или растений с одной или двух сторон рядка, что позволяет избежать отрицательного влияния повышенной концентрации солей на всхожесть и прорастание семян. С учетом последнего основное минеральное удобрение, применяемое в более высоких дозах, требует и большей пространственной изоляции от семян. Чаще всего для этого используется ленточный способ. Ленты удобрений различной ширины располагаются глубже заделки семян на 5 и более см и в сторону от рядка на 5–7 и более см. При отсутствии техники для строго ориентированного размещения семян и лент удобрений в почве хорошие результаты дает и допосевное ленточное внесение основного минерального удобрения обычными зерновыми сеялками или культиваторами-растениепитателями.

Анализ показывает, что спектр способов локального размещения удобрений в почве значительно шире и разнообразнее, чем при разбросном внесении. Имеется реальная возможность для маневрирования применения удобрений по времени внесения, оптимального размещения удобрений по глубине в почве относительно корневой системы растений, снижения потери туков и повышения эффективности их применения.

Возможность совмещения операций по локальному внесению удобрений с основной, предпосевной и междурядной обработкой почвы, а также посевом и посадкой является важным резервом не только экономии ресурсов, но и средством уменьшения избыточного уплотнения почвы.

Учитывая высокую вариабельность параметров плодородия, достигающую 100 % и более, значительно повысить эффективность удобрений и снизить

уровень загрязнения окружающей среды можно посредством дифференцированного их внесения. Дифференцированное внесение обладает комплексом качественно новых признаков, предопределяющих: повышение окупаемости удобрений; исключение загрязнения и разрушения природной среды, более рациональное использование природных ресурсов при получении запланированной урожайности.

ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Современная концепция земледелия и в равной мере механизация сельскохозяйственного производства во всех странах мира базируется на принципах «уравнительной» системы землепользования. Это означает, что все воздействия на систему «почва – растение» в виде дозы вносимых удобрений основываются на усредненных показателях, несмотря на то, что содержание питательных элементов в почве меняется в широких пределах и достигает в ряде случаев 100 % и более. Дозу внесения удобрений определяют на основе усредненных показателей для всего поля. Применение химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, несмотря на очаговый характер распределения их по полю, осуществляется при максимальной норме. Такая система ведения хозяйства приводит: к экспоненциальному росту затрат невосполнимой энергии на каждую дополнительную единицу продукции; к всевозрастающему масштабу загрязнения и разрушения окружающей среды; и к высокой вариабельности урожайности и качества получаемой продукции от факторов риска, прежде всего, капризов погоды.

Выполненные у нас в стране и за рубежом исследования показали, что плодородие почвы и другие ее показатели меняются в широких пределах в рамках одного поля. Особенно это относится к содержанию питательных веществ и элементов в почве, варьирование которых достигает 60–90%.

Отечественным и международным опытом доказано, что рациональной альтернативой концепции уравнительного землепользования может быть только качественно новая стратегия интенсификации сельскохозяйственного производства, базирующаяся на дифференцированном воздействии на систему «почва – растение» в глобальной системе позиционирования, т. е. в координатной системе земледелия. Такая концепция имеет социальную направленность и характеризуется комплексом качественно новых признаков, предопределяющих:

- снижение расхода техногенной энергии на каждую дополнительную единицу продукции;
- исключение загрязнения и разрушения природной среды;
- полную реализацию генетического потенциала новых сортов и гибридов при получении запрограммированных урожаев;
- уменьшение зависимости продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем от погодных факторов;
- получение высококачественных и безопасных продуктов питания и сырья

для промышленности.

Основными элементами точного земледелия являются:

- глобальная навигационная спутниковая система, в России это ГЛОНАСС, в США – GPS, включающая приемник дифференциальных сигналов со спутников;
- информация о пространственной и временной вариабельности параметров плодородия N, P, K, pH, гумус и др.;
- географическая информационная система (ГИС);
- высокоадаптивные дозирующие и распределяющие рабочие органы машин для дифференцированного воздействия на систему «почва-растение – окружающая среда»;
- система контроля и управления рабочими органами.

Система координатного земледелия базируется на трех технологических элементах:

1. Определение координат агрегата на поле. Это может быть осуществлено наземными или космическими системами позиционирования. Есть основания считать, что в ближайшем времени будет преобладать дифференцированная глобальная система позиционирования (DGPS).
2. Автоматизированный сбор, хранение и обработка информации о состоянии почвы, растений, визуализации этой информации в виде электронных карт (GIS), принятие оптимальных управленческих решений.
3. Машины, системы контроля и управления технологическим процессом дифференцированного воздействия на систему «почва + растение» в принятой системе позиционирования.

В настоящее время в ряде зарубежных стран, таких как США, Германия, Израиль, ведутся работы по созданию технологий и технических средств для дифференцированного поверхностного и локального внесения минеральных и органических удобрений, мелиорантов в соответствии в оптимальной программой их применения. Исследуются возможности новой технологии, в которой средства химизации применяются на сельскохозяйственном поле в строго нормированных дозах и только там, где они необходимы.

Технология дифференцированного внесения удобрений предполагает широкое использование компьютеров, программных средств – геоинформационных систем (ГИС), данных дистанционного зондирования.

Преимущество компьютерной технологии состоит в том, что она позволяет вести агропроизводство на экологически чистой основе, ориентированное на экономию удобрений, получение запрограммированных урожаев и предохранение окружающей среды от загрязнения.

Избирательная защита растений, дробное внесение азотных удобрений обеспечивает более высокую экономическую эффективность. Дифференцированное внесение удобрений с учетом плодородия отдельных участков поля не предполагает выравнивания пестроты плодородия всего поля, а направлено на более эффективное использование удобрений.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что точное земледелие является одним из базовых элементов ресурсосберегающей технологии. При этом открываются реальные возможности производства качественной продукции и

сохранения окружающей среды. Иначе говоря, для получения с поля (элементарного участка) максимального количества качественной и наиболее дешевой продукции для всех растений этого участка создаются одинаковые условия роста и развития без нарушения норм экологической безопасности.

Можно предположить, что развитие ресурсосберегающих технологий в сельском хозяйстве позволит отрасли выйти на качественно новый уровень производства, который при приоритетной поддержке государством сельского хозяйства позволит сельскохозяйственным товаропроизводителям конкурировать с иностранными предприятиями.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Дифференцированное внесение минеральных удобрений, химических мелиорантов и пестицидов в настоящее время является ключевым элементом в системе точного земледелия. Точное земледелие – это управление продуктивностью сельскохозяйственных культур с учетом внутрипольной вариабельности среды обитания растений и обеспечение оптимальных условий для каждого квадратного метра поля. Цель дифференцированного внесения – выровнять плодородие почв, создать максимально одинаковые условия для произрастания тех или иных сельскохозяйственных культур, что даст большой и разнообразный эффект, прежде всего – получение максимальной прибыли, и осуществить воспроизводство почвенного плодородия. «Нулевая» пестрота почв создала бы условия, при которых свела к минимальному возможные риски выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечила бы получение выровненного стеблестоя, а следовательно, повышение урожайности, снижение потерь при уборке и послеуборочной доработке продукции. Кроме того, это способствовало бы существенному увеличению производительности комбайнов, так как появилась бы возможность осуществить более высокий срез стеблей зерновых культур, что уменьшило бы объем массы, поступающей в молотилку, снизило расход топлива. При этом сократились бы сроки уборки зерновых культур, что очень важно для Беларуси.

Практическим путем было установлено, что точное внесение минеральных удобрений путем применения машин, используемых в настоящее время не является таким эффективным, как оно обосновано в теории. Ко всему прочему такие элементы систем точного земледелия, как составление электронных карт, спутниковое зондирование почвы и химический анализ почвы на содержание в нем питательных элементов являются крайне материально затратными и остаются довольно сложными процедурами, в плане технической реализации, для большинства предприятий. Это подталкивает нас к рассмотрению иного подхода по качественному, а главное, действительно точному внесению гранулированных минеральных удобрений дифференцированным методом в рамках современных систем точного земледелия.

Учитывая недостатки систем точного земледелия, имеющиеся в настоящее время мы предлагаем иной подход по внесению минеральных гранулированных

удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве с использованием сенсорных датчиков.

Современное сельское хозяйство работает по тем же принципам, что и любой бизнес – постоянное стремление снижать себестоимость единицы продукции и повышать производительность в расчете на единицу затраченных ресурсов. Точное земледелие – это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Вместо того, чтобы пахать, сеять, вносить удобрения «на глаз», как это делалось на протяжении всей предыдущей истории сельского хозяйства, сегодня фермеры могут точно рассчитать количество семян, удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра.

После того как на основе спутниковых и лабораторных данных составляется точная карта поля с указанием характеристик каждого его участка, фермер получает возможность более рационально распределять ресурсы между ними. Таким образом, удается избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее недополучали в удобрениях, вспашке или поливе. При достаточно большом масштабе такой подход позволяет снизить расходы на производство единицы продукции и повысить отдачу с каждого квадратного метра земли. Кроме того, эта технология открывает дополнительные возможности для повышения качества продукции и в глобальном масштабе снижает нагрузку на окружающую среду. Система точного земледелия – это не строго определенный набор методик и технических средств, а, скорее, общая концепция, основанная на использовании технологий спутникового позиционирования (GPS), геоинформационных систем (GIS), точного картографирования полей и др.

В основе всей системы точного земледелия лежит использование точных карт полей со всеми их характеристиками. Разумеется, для каждого поля и так существуют кадастровые карты, определяющие его границы на местности. Однако эти карты практически не дают никакой полезной информации в рамках производственного процесса агропредприятия.

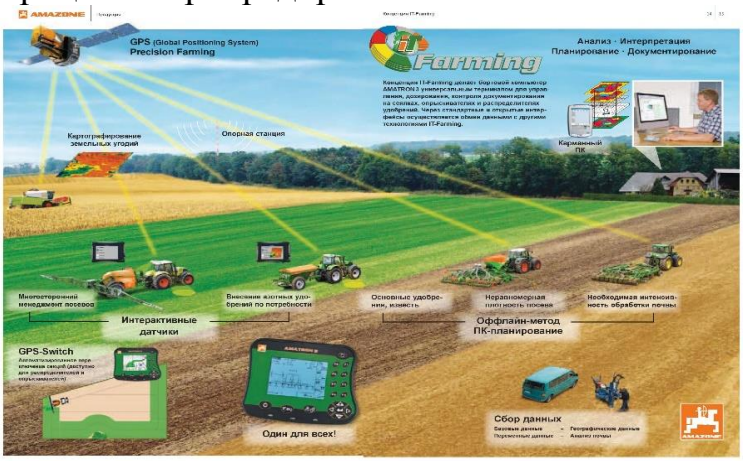


Рис. 4.2. Использование систем точного земледелия в сельском хозяйстве

Помимо границ участков нужны точные данные о химическом составе почвы, уровне ее влажности (в том числе глубине подземных вод), количестве получаемой солнечной радиации, углу наклона относительно горизонта, преобладающих ветрах, наличии по близости значимых природных и других объектов (лесов, водоемов, промышленных предприятий, жилых домов, дорог и т. п.). Чем больше факторов учтено и чем подробнее карта, тем точнее можно использовать спутниковые и компьютерные технологии точного земледелия, тем адекватнее и оперативнее можно корректировать производственный процесс.

Составление карт осуществляется различными методиками. Это и взятие проб грунта с дальнейшим проведением лабораторных анализов, и получение информации со спутников, и общий научный анализ каждого участка. Разумеется, карты составляются не на бумаге, а в электронном виде с помощью специальных компьютерных программ, которые интегрируют их с остальным оборудованием.

На основе электронных карт создаются точные инструкции по количеству удобрений, семян, воды, которые нужно внести на каждый участок поля. Эти инструкции загружаются в компьютеризированную сельхозтехнику, выходящую в поле. Далее машина обрабатывает поле с минимальным участием человека, который просто контролирует правильность исполнения этих инструкций. Руководствуясь инструкциями и ведомая с помощью спутниковой навигации, машина сама регулирует количество вносимых удобрений и семян на каждом участке поля. При этом исключаются просветы и нахлесты между обработанными участками.

Какие преимущества несет в себе использование технологий точного земледелия. Если резюмировать, то список достоинств данной системы выглядит так:

- Оптимизация (минимизация) затрат сырья и материалов – топлива, семян, удобрений, воды и т. д.;
- Повышение урожайности используемых полей;
- Улучшение качества получаемой продукции;
- Повышение качественных характеристик используемой земли;
- Снижение негативного влияния на окружающую среду;

Однако на пути внедрения данных технологий стоит несколько препятствий, которые с определенной долей условности можно назвать недостатками. Особенно актуальны эти проблемы в рамках точного земледелия:

- Дороговизна. На внедрение этих технологий нужны немалые средства, которых у большинства сельхозпредприятий и так не хватает. Даже с учетом хорошей окупаемости не каждое хозяйство может позволить себе технологии точного земледелия;
- Техническая сложность. По сути речь идет о современных ультра-сложных компьютерных технологиях. В сельской местности не так-то просто найти специалистов, способных не то что внедрить, а хотя бы обслуживать девайсы системы точного земледелия;
- Отсутствие практического опыта. Почти все технологии точного земледелия являются совершенно новыми. К тому же они быстро меняются и

совершенствуются. Столь быстрый технический прогресс означает, что нет достаточной практики их применения, а следовательно, невозможно адекватно оценить эффективность их применения в тех или иных условиях;

И все же эти недостатки нельзя считать существенной причиной для отказа от использования точного земледелия в принципе. Очевидно, что за ним будущее, и те предприятия, которые раньше освоят данные технологии, получат существенные преимущества в конкурентной борьбе за рынки сбыта своей продукции.

Какие существуют проблемы применения систем точного земледелия именно при интересующем нас методе дифференцированного внесения минеральных удобрений. Одной из главных проблем на данный момент является неравномерное распределение минеральных удобрений ввиду неполной осведомленности о содержании различных питательных веществах непосредственно в почве.

Анализ фактических данных подтверждает исключительно высокую вариабельность показателей, достигающих на одном и том же поле от 60–90 до 250–300% и более, по отдельным результатам исследований – до семи раз. Учитывая вышеописанное, следует также упомянуть про высокую стоимость проведения химического анализа почвы. Таким образом, при условии соблюдения абсолютно всех норм внесения удобрений и для получения максимально качественного результата нам приходилось бы совершать взятие проб едва ли ни с каждого метра всей площади поля, что в свою очередь, является крайне труднореализуемой, очень дорогой и, абсолютно ненужной процедурой.

Поэтому мы предлагаем принципиально иной подход по внесению минеральных гранулированных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве с использованием сенсорных датчиков. Проведенные ранее исследования пневматической системы группового дозирования на высеве суперфосфата от 80 до 1200 кг/га показали высокую эффективность такой системы, обеспечившей равномерность высева от 2 до 5 %.

Это позволит отказаться от существующих в настоящее время систем точного земледелия, предполагающих создание электронных карт полей, которые требуют больших материальных затрат. К тому же современная система точного земледелия с использованием существующих машин, к сожалению, не адаптирована к нашему методу внесения минеральных удобрений.

Таким образом повышение качества внесения гранулированных минеральных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, которую мы предлагаем, является более практичной для качественного внесения минеральных удобрений в контексте систем точного земледелия. Она не требует создания электронных карт полей по содержанию питательных элементов. Процесс дифференцированного внесения удобрений происходит в автоматизированном режиме без вмешательства человека за счет сенсорных датчиков, которые управляют скоростью вращения катушек, подавая сигнал на их электрические двигатели.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ ОТБОРА ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Отбор почвенных проб при координатном земледелии для анализа почвы с целью дифференцированного применения удобрений довольно сложная операция. В настоящее время отбор почвенных проб является довольно дорогостоящим мероприятием, особенно, в рамках дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений. Так как для повышения точности при составлении электронных карт полей на наличие в почве питательных веществ требуется проведение достаточно многократного отбора проб почвы, что значительно повышает стоимость таких операций. Одним из путей разрешения этой проблемы мы видим в тщательном анализе существующих способов отбора почвенных проб при дифференцированном способе внесения удобрений.

Программа применения удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур с учетом плодородия отдельных участков поля начинается с оценки содержания питательных веществ в почве. Рекомендации по применению удобрений основываются на ожидаемой отзывчивости растений на элементы питания, находящиеся в почве. Чем на меньшие участки будет разбито поле, тем более точной будет информация о содержании питательных элементов на отдельных участках поля.

Фирма Ag-Chem рекомендует своим клиентам отбирать пробы по клеткам площадью 2,5 акра (1 акр = 4046,86 $м^2$) или меньше. Предпочтение отдается клеткам размером 1 акр. Это рекомендуется при отборе проб с полей, которые поливаются или получают 25 дюймов (1 дюйм = 2,54 см) осадков.

Почва обеспечивает полностью или частично растения необходимыми питательными элементами, а также водой, воздухом, теплом в зависимости от ее механического состава. Поэтому фирма затрачивает значительные усилия на отбор проб и их лабораторный анализ для получения необходимой информации.

При уравнительном земледелии требуется лишь несколько проб, необходимых для определения средних значений показателей для всего поля. Поле затем получает среднюю дозу того или иного питательного элемента. При дифференцированном внесении необходимо знать, как меняется плодородие почвы поля от одного участка к другому и это изменение должно быть представлено в виде электронной карты. Получение информации о поле посредством отбора проб является основой для дифференцированного выполнения основных операций.

Исторически сложилось так, что пробы отбирались с целью определения средних значений показателей для поля. Обычно используют два метода отбора проб. В соответствии с первым методом отбирают несколько образцов почвы по всему полю в случайном порядке. Почвенные образцы смешивают и рассматривают как одну пробу. По второму методу поле разбивают на несколько участков (клеток).

Образцы почвы отбирают, идя по клетке зигзагом. Образцы смешивают и получают одну пробу для каждой ячейки. В результате получают количество

проб равное количеству участков. После лабораторного анализа данные по участкам усредняют и получают одно значение для всего поля.

В результате такого отбора проб и расчета по ним дозы внесения удобрений некоторые участки поля получают больше удобрений, чем это необходимо, другие меньше. Это приводит к снижению эффективности удобрений и к увеличению загрязнения окружающей среды.

Некоторые консультанты рекомендуют своим клиентам вносить удобрения по отдельным участкам (клеткам) и называют такой способ внесения удобрений «дифференцированное внесение». Такой подход неприемлем для полей с большой неравномерностью распределения питательных элементов в пахотном слое.

Некоторые рекомендуют отбирать пробы в соответствии с типом почвы и его изменением по полю. Учитывая, что минеральные и органические удобрения вносят неравномерно независимо от типа почвы, все это приводит к тому, что неравномерность распределения питательных элементов в почве не зависит практически от типа почвы.

Почвенный покров можно рассматривать как непрерывный слой, покрывающий поле. Необходимо использовать такой способ отбора проб, чтобы получить объективную информацию обо всем слое почвы. На первом этапе поле разбивают на клетки (ячейки, блоки). Далее определяют места взятия проб в ячейке. До того как появилась возможность использовать GPS, пробы отбирали в центре ячейки. Обычно такой способ отбора называют «сеточным методом» (grid или grid point sampling). Формальное название этого метода «стратифицированный метод».

По мере развития Глобальной Позиционной Системы (ГПС) можно определять места взятия проб без привязки к рядкам растений или замера расстояний на поле. При наличии ГПС и соответствующего программного обеспечения рекомендуется использовать систематический нелинейный метод взятия проб. Этот метод представляет собой комбинацию систематического метода со случайным методом отбора проб.

Затраты на анализ почвы, применение удобрений и обработку данных напрямую связаны с уровнем дифференцированности внесения фосфорных (Р) и калийных (К) удобрений. Чтобы оценить эффективность внесения удобрений, эти затраты должны быть вычтены из прибыли, обусловленной дифференцированным внесением.

Часть приведенных в таблице 4.1 затрат получены зарубежными авторами, а часть получены от дилеров, продающих удобрения и машины для их внесения. Труд работающих был оценен в $25.00 за час работы и $6.00 за анализ одной пробы. Необходимо помнить, что расходы, связанные с ежегодным внесением твердых минеральных удобрений практически постоянны и включают дополнительные затраты, обусловленные дифференцированным внесением по сравнению с внесением одной дозы. Затраты связанные с дифференцированным внесением Р и К резко увеличиваются при размере ячеек меньше 200 футов (1 фут = 0,3048 м^2).

Таблица 4.1. **Затраты на взятие проб, связанные с дифференцированным внесением удобрений**

Отбор проб	Размеры ячеек сетки			
	450 фут. (= 5 акров)	300 фут. (= 2акра)	200 фут. (= 1акр)	100 фут. (= 0,25 акра)
	$/акр			
2 ч (20 проб)	1.70	–	–	–
5.7 ч (48 проб)	–	4.29	–	–
10.9 ч (106 проб)	–	–	9.09	–
36 ч (436 проб)	–	–	–	35.16
Обработка данных и нанесение на карту	2.00	2.00	2.00	2.00
Внесение удобрений (затраты связанные с дополнительным изменением дозы)	1.50	1.50	1.50	1.50
Общие затраты	5.20	7.79	12.59	38.66

*Площадь поля 100 акров. Оплата труда $25.00/час и $6.00/за почвенный образец.

Сеточный метод взятия проб более дорогой по сравнению с традиционным методом. Проведенные в университете штата Висконсин исследования сеточного метода взятия почвенных образцов показали, что точность получаемой карты зависит от способа взятия проб и от их плотности. Зарубежные авторы считают, что дорогостоящий сеточный метод взятия проб необходимо осуществлять только один раз, если предполагается получить всю остальную информацию о состоянии поля с помощью Глобальной Позиционной Системы. В дальнейшем понадобится проводить дополнительный анализ в случае большой пестроты плодородия и невозможности ограничиться только функциями отзывчивости для оценки почв.

В работе не рассмотрены затраты, связанные с возможными нарушениями дозы при внесении удобрений, обусловленными ошибками при составлении карты пестроты плодородия. Есть свидетельства, когда из-за ошибок при картографировании участки с дефицитом питательных элементов были признаны хорошими. По этой причине были потери урожайности и прибыли, соответственно. При расчетах эффективности дифференцированного внесения удобрений необходимо также учитывать точность получаемых для этой цели карт. Затраты на взятие проб и их анализ растут с уменьшением размера ячеек сетки (рис. 4.3).

Фирма Ag-Chem Equipment Co., Inc. активно занимается производством и распространением оборудования для дифференцированного внесения минеральных удобрений, химических средств защиты растений.Для систематического отбора

проб с жесткой привязкой к конкретному полю с использованием системы позиционирования GPS фирма разработала отборщик проб (GridSampler) и математическое обеспечение для определения изменчивости элементов питания по полю, совместимое с программным продуктом SGIS.

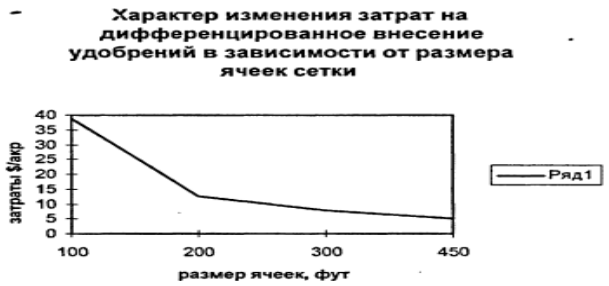


Рис. 4.3. Затраты, связанные с дифференциальным внесением P и K

С помощью программного продукта SGIS информация, полученная в результате обработки почвенных образцов и другой информации, быстро преобразуется в понятные и визуальные образы, которые легко записываются на дискету.

Для каждого поля разрабатывается свой план применения удобрений, который аккумулирует всю имеющуюся у фермера информацию о поле и полученную со всех источников. В нем также учтены весь опыт, цели и предпочтения фермера. Планируемая урожайность должна быть реальной и экономически выгодной, а также прогрессивной. План должен соответствовать всем требованиям к защите окружающей среды от загрязнения.

Вышеописанные методы агрохимического обследования полей с целью снижения затрат на их проведение могут быть использованы лишь на очень больших полях с плавным изменением неоднородности. Но в условиях большой пестроты содержание питательных элементов, где их концентрация резко отличается друг от друга каждые 3–5 метров, а вариабельность показателей достигает 250–300 % и более, использование таких методов не обеспечит настоящую картину содержания питательных элементов в поле. Использование такого подхода для дифференцированного внесения удобрений не приведет к сглаживанию пестроты содержания питательных элементов на элементарных участках поля, а соответственно и эффективность этого метода будет низкой. Для решения данной проблемы необходим принципиально новый подход. Такой подход стремится устранить ограничения традиционных методов и сфокусироваться на учете сложных и динамических характеристик почвенных свойств, климатических условий и уровня урожайности. Он включает применение передовых инструментов, включая сенсоры, дроны, геоинформационные системы и аналитические алгоритмы, которые позволяют более точно и всесторонне оценивать состояние почвы и ее потребности в питательных элементах. Это позволяет сделать более точные прогнозы и оптимизировать стратегии внесения удобрений на основе собранных данных и анализа множества факторов, влияющих на урожайность.

Ключевой целью такого подхода является достижение более эффективного использования удобрений и оптимизация агропроизводства в целом. Это позволит сельскому хозяйству стать более устойчивым, экологически безопасным и конкурентоспособным, обеспечивая стабильное и устойчивое снабжение продовольствием населения.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений применяют рассеиватели (разбрасыватели) (рис. 4.4–4.10).



Рис. 4.4. Разбрасыватель МТТ-4У



Рис. 4.5. Разбрасыватель РУ-3000



Рис. 4.6. Рассеиватель удобрений РУ-7000



Рис. 4.7. Агрегат внесения удобрений АВУ-6

Удобрения, попадая на диск и его лопатки, приобретают определённую скорость и рассеваются по полю.

Недостатком такого способа распределения минеральных удобрений является высокая неравномерность распределения по ширине захвата (особенно однодисковых машин).

Также существуют штанговые агрегаты для внесения твердых минеральных удобрений.



Рис. 4.8. Рассеиватель удобрений штанговый РШУ-12



Рис. 4.9. Рассеиватель удобрений штанговый МШВУ-18



Рис. 4.10. Пневматический штанговый рассеиватель удобрений СУ-12-01

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБОВ И МАШИН ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Современное сельское хозяйство работает по тем же принципам, что и любой бизнес – постоянное стремление снижать себестоимость единицы продукции и повышать производительность в расчете на единицу затраченных ресурсов. Точное земледелие – это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Вместо того, чтобы пахать, сеять, вносить удобрения «на глаз», как это делалось на протяжении всей предыдущей истории сельского хозяйства, сегодня фермеры могут точно рассчитать количество семян, удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра. Однако применение систем точного земледелия в рамках дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений на данный момент является довольно материально затратной процедурой.

Поэтому стоит пересмотреть подход к способам внесения минеральных удобрений и использовать концептуально новые методы для более качественного и менее затратного проведения такого рода сельскохозяйственных операций.

При решении задач оптимизации параметров дифференцированного внесения удобрений (доза внесения, количество участков, на которое разбирается поле, качество распределения питательных элементов) особое внимание должно быть уделено выбору и обоснованию допущений и ограничений.

Одной из основных задач, которую приходится решать при дифференцированном воздействии на поле, является определение степени его квантования (величина учетной площадки поля). Для оценки эффективности дифференцированного применения удобрений необходимо всесторонне изучить все положительные стороны этого способа в стоимостном выражении, а также все издержки, связанные с усложнением технологического процесса и технических средств.

Эффективность дифференцированного применения удобрений в первую очередь зависит от уровня дифференциации внесения, т. е. от величины участков, на которых разбивается поле, как при диагностике поля, так и при внесении удобрений.

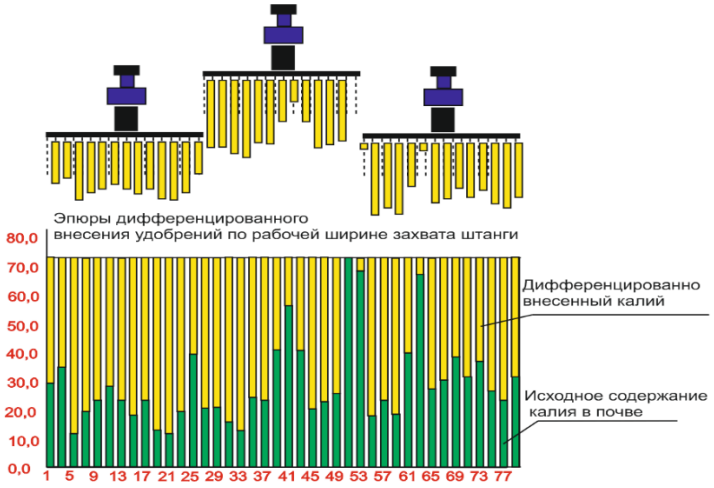


Рис. 4.11. Схема выровненного содержания калия в почве

Чем меньше участки, на которые вносятся удобрения с заданной дозой, тем выше затраты на диагностику поля и технические средства для выполнения технологического процесса. Затраты на дифференцированное внесение удобрений принято считать также постоянными и не зависящими от количества управляющих сигналов на дозирующее устройство. Такое допущение обосновано тем, что конструкция полевой машины-удобрителя для дифференцированного внесения удобрений имеет оборудование, обеспечивающее выполнение технологического процесса на всем диапазоне рационального изменения доз. При планировании сельскохозяйственных работ в соответствии с новой концепцией важное значение имеет информация о пространственном распределении радиационной температуры ландшафта, которая служит обобщенной характеристикой состояния биогеоценозов и агроэкосистем. Рельеф является одним из основных компонентов ландшафта и предопределяет миграцию, и аккумуляцию минеральных и органических веществ, увлажнение и освещенность участков поля, интенсивность процессов эрозии и характеристики почвенного и растительного покрова.

Вместе с тем в УО БГСХА проводится поиск альтернативных направлений, технических решений для осуществления дифференцированного внесения удобрений. Одним из таких направлений является разработка автоматизированной удобренческой машины, которая бы осуществляла непосредственный экспресс-анализ наличия элемента(ов) питания в почве по пути своего следования и, соответственно регулировало бы дозу внесения того или иного вида удобрений.

Такой подход к решению проблемы дифференцированного внесения удобрений может быть вполне осуществим в условиях Республики Беларусь. Функциональная и структурная схемы такой машины уже разработаны.

Наиболее трудной технической задачей в этом деле являются экспресс-датчики, определяющие наличие доступных элементов питания в почве. Хотя обзор и анализ существующих способов экспресс-определения различных элементов питания и приборов, предназначенных для этих целей, позволяет сделать вывод о реальности разработки экспресс-датчиков применительно к

мобильной полевой машине. Более того, по заявлению ведущих ученых-физиков из НИИ прикладных физических проблем им. Савченко, это задача вполне разрешима.

Оценочным параметром системы является количество вносимых элементов питания на соответствующую координатную учетную площадку, в реальном масштабе времени, которые в сочетании с элементами питания, имеющимися в почве, составляют необходимую дозу для получения запрограммированной урожайности на всем обрабатываемом поле. Высокого качества работы машины-удобрителя с автоматизированным дозированием можно достичь только при внесении удобрений с хорошим гранулированным составом. Машины-удобрители с автоматизированным дозированием должны устойчиво работать при внесении удобрений в пределах 80–500 кг/га.

Стоит развернуто отметить роль ранее упомянутых датчиков в системе дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений на примере машин и агрегатов способных работать в online режиме.

Режим реального времени (on-line) предполагает предварительно определить агротребования на выполнение операции, а доза удобрений определяется непосредственно во время выполнения операции. Агротребования, в данном случае, это количественная зависимость дозы удобрения от показаний датчика, установленного на сельскохозяйственной технике, выполняющей операцию. Результаты выполнения операции (дозы и координаты, обработанная площадь, время выполнения и фамилия исполнителя) записываются на чип-карту. В настоящее время известен оптический азотный сенсор Hydro-N-Sensor. Hydro-N-Sensor – оптический прибор, позволяющий оптимизировать внесение минеральных удобрений при азотных подкормках растений. N-сенсор устанавливается на крыше трактора и имеет четыре оптических датчика по углам, обеспечивая обзор с четырех сторон. Эти датчики улавливают отраженный свет от листовой поверхности в красном и инфракрасном диапазоне света. Данные анализируются каждую секунду, и по ним определяется содержание хлорофилла в листьях и биомасса.

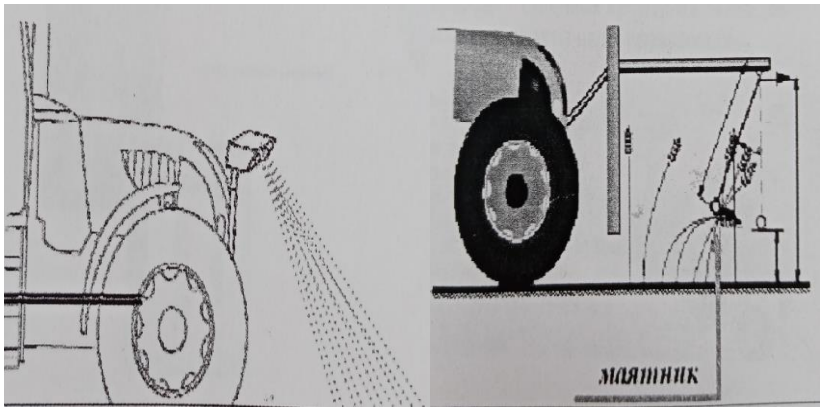


Рисунок 4.12. Камера сканирования «Cam-Pilot» (слева), Механическая система «Crop-Meter» (справа)

Пятый датчик направлен вверх, в небо. Он измеряет интенсивность света,

позволяя системе корректировать данные в соответствии с различными условиями освещенности, что дает возможность проводить работу и в пасмурную погоду. Информация от датчиков передается на бортовой компьютер Hydro, который соединен кабелем с бортовым компьютером Amatron 2A, который, в свою очередь, управляет дозирующей системой распределителя минеральных удобрений или опрыскивателя Amazone.

Важным и определяющим элементом в работе N-сенсора являются калибровочные таблицы. Они используются для калибровки N-сенсора на поле. N-тестер, также как и N-сенсор позволяет определять содержание хлорофилла в листе растения. Калибровочные таблицы специально разработаны и опытным путем проверены для каждой культуры и для каждого сорта. Они приводят в соответствие показания N-тестера, культуру и сорт растения, фенологическую фазу растения и дозу азота в действующем веществе, необходимую для растения. Разработка калибровочных таблиц для каждого сорта и для каждой фенофазы ведется при помощи портативного прибора N-тестера. Показания прибора записываются и растения доставляются в лабораторию. Затем в лаборатории определяется необходимая доза азота для каждого растения. Результат лабораторного анализа ставятся в соответствии с показаниями N-тестера. Таким образом получается калибровочная таблица. При осуществлении азотной подкормки с помощью N-сенсора необходимо убедиться в достаточности биомассы для работы. Для этого включается N-сенсор и бортовой компьютер Hydro. Если биомассы недостаточно (растения слишком маленькие), то работать нельзя. По калибровочной таблице определяется и доза азота. После определения дозы азота переходим в режим «калибровка» и вводим полученную дозу, затем проходим контрольный участок. Таким образом бортовой компьютер ставит в соответствие дозу, которую необходимо ввести на контрольном участке и показатели, полученные с датчиков N-сенсора на этом участке при погоде на данный момент. Такую калибровку нужно проводить каждый раз выезжая на поле или при резкой смене погоды. Перед работой необходимо ввести в компьютер Hydro процентное содержание азота в удобрении, с которым предстоит работать. Компьютер пересчитает дозу в действующем веществе на туки и будет посылать корректирующий сигнал на котроллер.

Данная технология позволяет производить азотные подкормки экономя удобрения и помогает избегать передозировок, что позволяет уменьшить стоимость операции и повысить экологическую безопасность. Но главной, на наш взгляд, проблемой является повсеместное продолжение использования центробежных разбрасывателей в качестве основного способа для дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений. Данные разбрасыватели составляют долю свыше 80 % во всем мире как основной способ внесения минеральных удобрений, но в тоже время имеют и достаточно серьезные вопросы как по качеству внесения, что подразумевает высокую неравномерность, так и по загрязнению окружающей среды за счет внесения больших доз минеральных удобрений в почву. Кроме этого, в соответствии с законом минимума (лимитирующего фактора) причинами «нездорового» цвета

растений в том или ином месте поля, помимо недостатка азотного питания, могут быть: недостаток калия или фосфора, низкое содержание гумуса или повышенная кислотность почвы (что снижает эффективность минеральных удобрений), отсутствие влаги или переувлажненная почва, очаговое повреждение растений вредителями или болезнью и т. д. Но машина всё равно будет вносить на такие участки азотные удобрения, несмотря на их достаточность исходя из почвенной диагностики. Следовательно, такой способ ухода за растениями не может считаться перспективным и эффективным с точки зрения экономии ресурсов и точности выполнения самой этой операции, требующей вносить азотные удобрения в подкормку с равномерностью менее 10 %. Поэтому применение вышеописанной сложной технологии с использованием центробежных разбрасывателей не может быть рекомендовано для внесения азотных удобрений при уходе за растениями.

На данный момент известны также агрегаты для дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений. Точность данных машин объясняется изготовителями использованием передовых технологий в области точного земледелия. К таким технологиям относится: спутниковое зондирование почвы, составление электронных карт полей, активное внедрение навигационных систем. Однако на практике данные системы не способны обеспечить должную равномерность внесения минеральных удобрений и являются лишь модернизированными версиями своих «предков». На рис. 4.13 представлены иллюстрации современных машин для внесения твердых минеральных удобрений дифференцированным способом.



Рис. 4.13. Разбрасыватели минеральных удобрений фирмы KUHN

Конкретно в данном разбрасывателе изменение нормы внесения удобрений происходит за счет двух регулировочных заслонок на всю ширину разбрасывания по предварительно составленным электронным картам полей. Даже при идеальном поперечном равномерном распределении удобрений на всю ширину захвата агрегата, он не способен выровнять пестроту содержания доступных растению питательных веществ в почве, которая изменяется каждые 1–3 метра в поперечном и продольном направлениях. Следовательно, эффективность дифференцированного внесения удобрений в данном случае будет очень низкой. Кроме этого данный агрегат предусматривает большое количество регулировок, что затрагивает роль человеческого фактора в процессе настройки данных разбрасывателей. Чтобы правильно вносить удобрение, его нужно идентифицировать, поскольку для удобрений неизвестного происхождения, которые не указаны в таблицах внесения, существует

руководство по идентификации, в котором всевозможные удобрения классифицированы по категориям, что помогает распознать препарат и определить оптимальные настройки. Чтобы быть уверенным в настройках и точности разбрасывания, что особенно важно для удобрений низкого качества, или неизвестного происхождения необходимо обязательно проводить калибровку для контроля поперечного разбрасывателя. Исходя из перечисленных выше недостатков «непревзойденная точность разбрасывания», представляемая авторами этого разбрасывателя является довольно сомнительной и требует большого количества кропотливой и отнимающей время работы на настройку, регулировку и калибровку данного агрегата не способного качественно выполнить операцию дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений.

Исходя из вышеизложенных фактов можно сделать вывод, что дифференцированное внесение твердых минеральных удобрений путем применения центробежных разбрасывателей является устаревшей и исчерпавшей практически все возможности по ее улучшению технологией, эксплуатация которой в свою очередь продолжается во всем мире в виду отсутствия достойных способов и машин, которые бы были разработаны и внедрены в массовое производство и повсеместное использование на сельскохозяйственных предприятиях. Предложенная нами машина для дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений с высоким качеством способна обеспечить не только точное, а прецизионное внесение твердых удобрений, что может стать мировым трендом в данной области. Поэтому следует применить максимум усилий для реализации этой идеи. Совершенствование этой технологии позволит значительно повысить эффективность внесения минеральных удобрений и сократить дозы вносимых удобрений и загрязнение окружающей среды.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Основным показателем функционирования средств механизированного внесения минеральных удобрений является равномерность распределения питательных веществ по поверхности поля. Если при внесении однокомпонентных или сложных удобрений качество функционирования машин оценивается по равномерности распределения частиц, то при внесении туковых смесей качественные показатели зависят от распределения по поверхности поля частиц каждого из компонентов смеси.

Отклонение дозы и равномерности распределения компонентов от агротехнической нормы приводит к снижению урожайности или к накоплению в продуктах питания вредных веществ. Некачественное выполнение технологического процесса следует рассматривать как технологический брак или отказ системы. Важным условием создания точных технологий, кроме отмеченного, является разработка методов для объективной оценки обеспеченности почв питательными элементами и устройств для контроля и управления технологическими процессами. Так же важным вопросом является выбор пневматической системы для равномерного внесения минеральных удобрений дифференцированным способом.

В пневматических сеялках для надежного транспортирования гранулированных удобрений, скорость воздушного потока должна быть в пределах 20–26 м/с. Гранулы, перемещаясь в воздушном потоке со скоростью 5–8 м/с, интенсивно разрушаются, что отрицательно влияет не только на эффективность применения удобрений, но и на экологию. Образовавшаяся при истирании пыль, вместе с отходящим воздухом, поднимается в атмосферу. Ширина захвата пневматических сеялок непостоянна, а неравномерность распределения по полю достигает 20–30 %.

Анализ литературы показывает, что удобрения, применяемые для приготовления туковых смесей, содержат от 4,7 до 83,1 % частиц размером (1...3) мм. Для выделения частиц требуемых размерных групп необходимо введение в технологический процесс дополнительной операции и может быть оправдано при небольших объемах работ. Частицы удобрений, непригодные к смешиванию, необходимо будет измельчать или вносить без смешивания. Кроме того, тукосмесь, приготовленная из 13 частиц с заданными размерами, после взаимодействия с рабочими органами машин изменит свои гранулометрические характеристики (таб. 4.2).

Таблица 4.2. Гранулометрический состав минеральных удобрений, %

Удобрение	Размер фракции, мм							
	>7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25<
Суперфосфат порошковидный	6,1	6,2	10,6	8,7	9,8	18,1	21,0	20,5
Гранулированный двойной	–	2,0	38,0	36,0	16,0	5,0	2,0	1,0
Аммиачная селитра	–	0,8	3,7	11,5	50,0	34,0	–	–
Калийная соль	15,0	6,0	8,0	8,0	6,0	52,0	5,0	–
Хлористый калий	–	2,2	8,6	9,7	5,5	29,3	25,7	19,0

Необходимость измельчения туковых смесей обусловлена склонностью их к слеживанию. Причем процесс слёживания наиболее интенсивно протекает в первые 1...3 дня после приготовления тукосмеси. Выравненность компонентов туковых смесей по гранулометрическим характеристикам не является достаточным условием качественного распределения частиц по поверхности поля, так как при взаимодействии частиц с рабочими поверхностями машин на процесс расслоения существенное влияние оказывают фрикционные, аэродинамические и другие характеристики.

Таблица 4.3. Коэффициенты трения скольжения минеральных удобрений и их смесей

Удобрения	Поверхность трения			
	Сталь	Дерево	Резина	Полиэтилен
Аммиачная селитра	0,66	0,73	0,69	0,49
Карбамид	0,64	0,54	0,81	0,31
Суперфосфат гранулированный	0,55	0,54	0,58	0,43
Двойной гранулированный	0,47	0,56	0,57	0,42
Хлористый калий	0,51	0,47	0,64	0,35
Аммофос	0,48	0,62	0,62	0,43
Нитрофоска	0,42	0,49	0,56	0,30
Двойная туковая смесь (суперфосфат + Карбамид)	0,56	0,50	0,56	0,41
Тройная туковая смесь (Суперфосфат + Карбамид + Калий в виде поташа)	0,58	0,63	0,65	0,49

Фрикционные характеристики минеральных удобрений (таб. 4.3) и их смесей оцениваются коэффициентами внутреннего и внешнего трения. Коэффициент внутреннего трения характеризует сопротивление материала сдвигу частиц относительно друг друга, а коэффициент внешнего трения скольжения характеризует сопротивление сдвигу относительно поверхности рабочих

органов машин. Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что коэффициенты внешнего трения частиц удобрений одного вида варьируют в широких пределах. Коэффициент вариации углов трения составляет от 6,4 до 23,4 % для разных видов минеральных удобрений.

На работу аппаратов (центробежных, ленточных, пневматических и др.) оказывают влияние аэродинамические характеристики частиц. Результаты испытаний показывают, что коэффициенты парусности частиц минеральных удобрений изменяются в широких пределах от 3,7 до 11 м/с. Следовательно, задача подбора компонентов для смесей минеральных удобрений с близкими коэффициентами парусности весьма затруднена.

Возвращаясь к вопросу выбора пневматической системы для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений можно выделить определенные моменты. Системы делятся на две разновидности: с горизонтальным и вертикальным распределением. Важным моментом в выборе пневматической системы является определение распределителя удовлетворяющего заданным условиям, поэтому необходимо рассмотреть преимущества и недостатки как вертикальных, так и горизонтальных распределителей

Основное преимущество вертикальных распределителей состоит в том, что они просты по устройству и надежны в эксплуатации. Надежность протекания процесса распределения обеспечивается тем, что посевной материал в вертикальном канале находится в состоянии пневмотранспорта, а это значительно упрощает процесс распределения посевного материала по отводящим патрубкам. Существенным недостатком таких распределительных устройств является высокая неравномерность распределения посевного материала по сошникам, особенно при работе на склонах.

Недостатком распределителей горизонтального типа является то, что они конструктивно ограничены в количестве обслуживаемых сошников (не более 12). Кроме того, они требуют обеспечения равномерного распределения по сечению потока материаловоздушной смеси на входе в распределитель. Для этого необходимо конструкцию распределителя дополнять непосредственно перед ним прямым горизонтальным участком, равным 8…10 диаметрам материалопровода, что составляет порядка 500…600 мм, или применять дополнительные выравнивающие устройства. В известных посевных машинах реализация такого конструктивного предложения зачастую оказывается невозможна по компоновочным требованиям. Поэтому широкого распространения на посевных машинах данный тип распределителей не нашел.

Но, несмотря на недостатки распределителей данного типа он имеет и интересующие нас преимущества. Преимуществами выбора такого типа распределения будут являться снижение риска разрушения гранул, ввиду особой геометрии конструкции, и более высокая точность внесения минеральных гранулированных удобрений, а также, именно горизонтальный тип распределения обеспечивает лучшую точность при работе на различных уклонах. Данный тип распределителя содержит решающее преимущество в виде приспособленности к гранулометрическому составу практически всех

минеральных удобрений, что дает ему широкий спектр возможностей по работе с различными видами минеральных удобрений без потери качества их внесения даже в широком диапазоне доз внесения от 80 до 1000 кг/га.

Исходя из вышеперечисленных характеристик можно сделать вывод, что использование пневматической системы для равномерного внесения минеральных удобрений дифференцированным способом с горизонтальным распределителем является наиболее предпочтительным и рациональным решением.

О РАЗРАБОТКЕ МАШИНЫ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ВЫСОКИМ КАЧЕСТВОМ

За исторически короткий срок человечество достигло колоссальных успехов в развитии научного-технического прогресса. Это значительно облегчило труд по обеспечению людей достаточным количеством продуктов питания, главной основы жизни на земле. Однако количество людей на планете Земля с ограниченными размерами стало быстро увеличиваться, что привело к недостаточности продуктов питания. Для решения этой проблемы использование интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур с массированным использованием минеральных удобрений и пестицидов привело к экологическим проблемам и ухудшению качества продуктов питания. Ставка на экологическое земледелия без удобрений и пестицидов не может гарантировать решение проблемы достаточности продуктов питания из-за низких урожаев. Лишь применение технологий точного земледелия с дифференцированным использованием энергетических ресурсов способна значительно решить эту проблему. Для снижения негативного влияния минеральных удобрений и пестицидов на окружающую среду и продукты питания, а также повышения их эффективности использования, необходимо разрабатывать машины с высокой равномерностью распределения по ширине захвата 2…5 % и дифференцированным их применением в зависимости от пестроты плодородия почвы или наличия очагов вредителей, болезней, сорной растительности. Использование центробежных разбрасывателей удобрений, обеспечивающих плохую равномерность по ширине захвата для дифференцированного внесения удобрений дискредитирует саму идею точного земледелия. Поэтому нами предлагается принципиально иной подход по внесению гранулированных минеральных удобрений дифференцированным способ с использованием пневматических систем группового дозирования конструкции УО БГСХА, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве с использованием сенсорных датчиков. Эффективность операции дифференцированного внесения удобрений в режиме реального времени (On-line) в значительной степени будет зависеть от качества работы сенсорного датчика. Поэтому работы над таким датчиком крайне важная для мировой агро-отрасли.

На рост и развитие сельскохозяйственных культур влияет множество

факторов, многие из которых на данный момент не подвластны человеку. Это температура и влажность воздуха, сумма активных температур, количество осадков и частота их выпадения, направление и скорость ветра, облачность и уклоны полей, фотосинтетически активная радиация и многие другие факторы. Но бурное развитие космических технологий, электроники, приборостроения, информатики, аэрокосмического зондирования поверхности Земли позволило приступить к разработке технологий точного земледелия в 90-х годах прошлого столетия.

В основу точного земледелия легло дифференцированное применение энергетических затрат в пределах поля из-за пестроты почвенного плодородия, обусловленного изменениями содержания гумуса и основных элементов питания в почве. Эта технология позволяет сделать качественный и количественный прорыв в получении оптимального урожая и обеспечивает экономию ресурсов на 20…30 %, существенно повышая эффективность и экологические показатели использования земельных ресурсов. В связи с этим одним из элементов точного земледелия является дифференцированное внесение удобрений. При наличии значительной пестроты почвенного плодородия в результате дифференцированного внесения удобрений точно рассчитанная норма удобрения вносится только на тех участках поля, где это необходимо. Одинаковое внесение удобрений на таких полях приводит к их локальной передозировке или недостаточности. Преимуществами данной технологии являются как повышение экономической эффективности использования дорогостоящих минеральных удобрений, так и снижение риска загрязнения окружающей среды избыточным количеством средств химизации. Однако следует понимать, что эффективность данной работы существенно зависит как от качества определения пестроты основных элементов питания в почве, так и от качества выполнения операции дифференцированного внесения удобрений той или иной машиной.

В настоящее время дифференцированное внесение минеральных удобрений осуществляется двумя основными способами: внесение в режиме реального времени (on-line) и в режиме с предварительно подготовленной электронной картой поля (off-line). Методика внесения минеральных удобрений в режиме с предварительно подготовленной картой поля (off-line) описана во многих работах. Но существующая методика определения пестроты почвенного плодородия за счет анализа почвенных проб, взятых с полей в ограниченном количестве, не соответствует реальной пестроте плодородия. А использование машин с центробежными разбрасывателями, которые обеспечивают плохую равномерность распределения удобрений по полю (25–50 %) из-за их конструкции, исчерпавшей возможности модернизации по улучшению равномерности, на операции дифференцированного внесения удобрений дискредитирует саму эту операцию.

Нужно признать, что такие машины имеют сотни регулировок, зависящих от человеческого фактора. Именно использование таких машин в мировой практике на протяжении длительного времени, на наш взгляд, и привело к экологическим проблемам и пестроте почвенного плодородия. Центробежные

разбрасыватели хороши простотой конструкции и большой производительностью, низкими затратами труда. Поэтому они широко распространены в мире (свыше 80 % от всех аналогичных машин). Однако существующие глобальные проблемы ставят под вопрос целесообразность использования таких машин в будущем. Перед инженерами стоит задача разработки принципиально новых машин, способных обеспечить высокую общую равномерность внесения (2–5 %) удобрений и при необходимости дифференцированным способом.

Наукой и практикой доказано, что в Республике Беларусь, где естественное плодородие почв находится на высоком уровне, а влажность достаточная, внесение удобрений обеспечивает до 75 % прироста урожая. При этом около 60 % питательных веществ вносится в почву с минеральными удобрениями (туками). Промышленность республики выпускает как простые минеральные удобрения, содержащие один элемент питания, так и комплексные (сложные, сложно смешанные и смешанные), содержащие два-три элемента питания, а также твердые и жидкие. Однако широкое использование химических удобрений вызывает усиление процессов минерализации органического вещества почвы. Это приводит к необходимости производства и рационального использования органических удобрений. На долю органических удобрений в общем балансе вносимых в почву питательных веществ приходится около 40 %.

В настоящее время и белорусскими и российскими учеными установлено, что точное внесение минеральных удобрений путем применения центробежных разбрасывателей не является таким эффективным на практике, как оно обосновано в теории. Центробежные разбрасыватели на данный момент не способны осуществлять равномерную подачу по ширине внесения удобрений. Это демонстрирует практический опыт использования такого типа агрегатов. Также есть претензии к системе точного земледелия, особенно в вопросе составления электронных карт. В настоящее время спутниковое зондирование почвы на предмет содержания в ней различных питательных веществ не полностью удовлетворяет желаемым результатам ввиду низкой точности определения этих самых веществ и требует дополнительной доработки путем проведения различных химических анализов. Однако даже химический анализ почвы путем взятия проб не решает проблему качественного и равномерного внесения минеральных удобрений. При агрохимическом обследовании почв, согласно методическим указаниям, делают всего 30–35 уколов, т. е. отбирают 30–35 проб общей массой 0,6 кг на каждом элементарном участке (средний размер участка по республике – 10 га, а при однородности почвенного покрова угодий и больших полях севооборотов – до 20 га). Однако такие мизерные анализы дают только среднее значение элементарного участка, что не может считаться полноценной агрохимической картой поля, так как не отражает всей фактической пестроты плодородия элементарного участка. Следовательно, такой объем данных не имеет никакого отношения к дифференцированному внесению удобрений. Проведенные исследования по размерам, контурности и уклонам полей в самых разных хозяйствах Республики Беларусь показали, что содержание основных элементов питания, кислотность почв, наличие гумуса

практически по всем створам взятия проб значительно отличаются друг от друга каждые 3–5 м. Анализ фактических данных подтверждает исключительно высокую вариабельность показателей, достигающих на одном и том же поле от 60–90 до 250–300 % и более, по отдельным результатам исследований – до семи раз. Учитывая вышеописанное, следует также упомянуть про высокую стоимость проведения химического анализа почвы. Таким образом, при условии соблюдения абсолютно всех норм внесения удобрений и для получения максимально качественного результата нам приходилось бы совершать взятие проб едва ли ни с каждого метра всей площади поля, что, в свою очередь, является крайне труднореализуемой, очень дорогой и абсолютно ненужной процедурой.

Существуют ли в мире машины, способные с высокой равномерностью (2–5 %) вносить дифференцированно необходимые дозы твердых минеральных удобрений на ширине захвата 1-3 метра? Нам такие машины не известны. А существующие центробежные и штанговые машины не способны выполнить данные требования. Следовательно, назрела острая необходимость в разработке принципиально иных подходов к дифференцированному внесению гранулированных минеральных удобрений в Республике Беларусь. Поэтому мы предлагаем принципиально иной подход по внесению минеральных гранулированных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования конструкции УО БГСХА, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве с использованием сенсорных датчиков (рис. 4.14). Проведенные ранее исследования пневматической системы группового дозирования на высеве суперфосфата от 80 до 1200 кг/га показали высокую эффективность такой системы, обеспечившей равномерность высева 2–5 % .

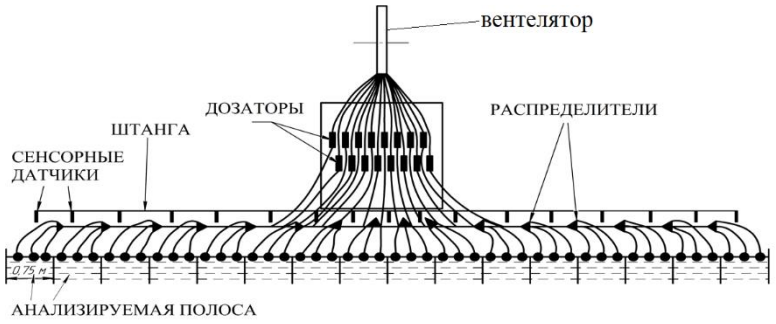


Рис. 4.14. Принципиальная схема пневматической высевающей системы для дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений

Это позволит отказаться от существующих в настоящее время систем точного земледелия, предполагающих создание электронных карт полей, которые требуют больших материальных затрат. К тому же современная система точного земледелия с использованием существующих машин, к сожалению, не адаптирована к нашему методу внесения минеральных удобрений. Таким

образом, повышение качества внесения гранулированных минеральных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, которую мы предлагаем, является более практичной для качественного внесения минеральных удобрений в контексте систем точного земледелия. Она не требует создания электронных карт полей по содержанию питательных элементов. Процесс дифференцированного внесения удобрений происходит в автоматизированном режиме без вмешательства человека за счет сенсорных датчиков, которые управляют скоростью вращения катушек, подавая сигнал на их электрические двигатели.

Почвенные сенсоры являются важными источниками информации для точного земледелия. Будущее принадлежит таким датчиком, установленным непосредственно на агрегатах или тракторах и выдающим сигнал на терминал управления в тракторе, который управляет параметрами работы агрегата (опрыскивателя или машины для внесения удобрений). Разрабатываются и соответствующие программные комплексы для обеспечения совместной работы сенсоров и оборудования точного земледелия. Следует признать, что от качества работы сенсорного датчика по определению наличия в почве доступных для растений основных питательных элементов будет существенно зависеть эффективность операции дифференцированного внесения удобрений. Поэтому работа над такими датчиками крайне важна для мировой агроотрасли, поскольку необходимо обеспечить высокую точность работы этих датчиков независимо от влияния различных факторов (скорость движения агрегата, наличие растительных остатков, влажность и плотность почвы, разновидности почв и т. д.).

В настоящее время создание такого рода машин – это принципиально новое направление в дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений, но точность этого способа существенно зависит от используемых для этого машин. Разработанная в УО БГСХА пневматическая система группового дозирования с распределителями семян горизонтального типа способна обеспечить не только точное, а прецизионное внесение твердых удобрений, что может стать мировым трендом в данной области. Поэтому следует применить максимум усилий для реализации этой идеи. Совершенствование этой технологии позволит значительно повысить эффективность внесения минеральных удобрений и сократить дозы вносимых удобрений, а также загрязнение окружающей среды.

Реализацию данной идеи, на наш взгляд, можно осуществить за счёт модернизации сеялки СУ-12-01 конструкции ОАО «Лидагропроммаш» с использованием научных результатов проводимой нами работы. Предложение о сотрудничестве по этому вопросу направлено на данный завод.

Тема 5. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Специализация сельскохозяйственного производства, его интенсификация и индустриализация ограничивают оптимальные условия в возделывании сельскохозяйственных культур на одних и тех же площадях и неизбежно приводят к постоянному появлению и увеличению специфических вредителей, болезней и сорняков. Хотя борьба с вредителями, болезнями и сорняками проводится в значительном объеме, потери урожая от вредителей остаются недопустимо большими и оцениваются следующим образом: по зерновым - 51,5%, сахарной свекле - 32,7%, картофелю - 47,7%, винограду - 53%, фруктам - 31,4%, овощам - 38,6 %.

Потери от сорняков, несмотря на агротехническую, химическую и биологическую борьбу, составляют для зерновых - 10,6%, льна -10,3%, сахарной свеклы - 8,2%, картофеля - 6,5%, овощей - 10%, многолетних трав - 20%, плодов и ягод - 7%, в среднем для продукции - 10,7%.

Получать необходимое количество продуктов питания с обрабатываемых площадей можно, повышая урожайность за счет использования новых технологий, методов, техники или за счет расширения возделываемых площадей. Последнее приведет к катастрофическому сокращению лесов, непоправимым экологическим последствиям.

Защита растений должна рассматриваться не только с точки зрения биологии, методов применения, но и с точки зрения экономики.

От самого производителя сельскохозяйственных продуктов зависит оценка всех «за» и «против» планируемых мер по защите растений, особенно в связи с требованиями потребителя к качеству продуктов и требованиями охраны окружающей среды. Так, в Германии рост урожайности пшеницы с 1950 по 1998 гг. в результате применения пестицидов составил 24 ц/га, или почти 60%.

В США гербицидами обрабатывается до 80% посевных площадей не только технических, но и большинства продовольственных культур. В нашей стране этот показатель едва достигает 35% от общей площади посевов и насаждений. Каждый доллар, затраченный у нас на химические средства защиты, в среднем за пять лет давал прибыль 5,03 долларов, в то время как по другим средствам химизации этот показатель составлял: 2,17 доллара - минеральные удобрения; 1,42 - органические; 1,52 - мелиоранты.

Согласно оценкам ФАО, если сейчас прекратить использование пестицидов в сельском хозяйстве, то общая урожайность сократится на 25- 30%. Для европейских стран характерна строгая регламентация пестицидов. Так, на начало 80-х годов XX столетия Япония применяла пестицидов на 1 га посевов в 100 раз больше, чем СССР, и, как показывает статистика, без последствий для здоровья человека и окружающей среды. Подтверждением тому служит средняя продолжительность жизни. Она в Японии на 11 лет больше, чем в нашей стране.

Из всех развитых стран наша страна, пожалуй, единственная, где нет закона о пестицидах, который в обязательном порядке диктует три законодательные категории: общего, ограничительного и предписанного

применения химических средств защиты растений.

Химическая защита связана с некоторым риском. Количественный их анализ, стоимость контроля, сокращение или устранение, а также координация этих расходов - это проблемы, нуждающиеся в постоянном учете, изучении и корректировании.

Применение пестицидов может привести к последствиям, результаты которых следует рассматривать с точки зрения влияния на человека и окружающую среду. Это значит, что злоупотребление или небрежность их применения (несчастные случаи, связанные с хранением и ликвидацией остатков пестицидов) приводят к появлению остатков пестицидов или продуктов их разложения в пищевых продуктах, накоплению их в почве, воде, тканях животных и человека, сокращению диких животных и птиц, уничтожению или повреждению флоры и фауны.

Основные проблемы использования пестицидов связаны с распространением и накоплением этих веществ в природе, а также попаданием их в продукты питания.

При нарушении регламентов применения происходит загрязнение не только сельскохозяйственных продуктов, но и окружающей среды, из которой более всего загрязняется вода.

Попадая в окружающую среду, пестициды претерпевают существенные изменения. В атмосфере часть их гидролизуется и окисляется кислородом и озоном, пары пестицидов проникают в верхние слои атмосферы, часть пестицидов осаждается на поверхности почвы и попадает в водоемы. Очевидно, чем выше летучесть пестицида, тем быстрее он попадает в атмосферу, разрушается и рассеивается в ней. В водоемах, наряду с гидролизом и окислением, происходит и распад пестицидов в тканях обитателей водоемов. Продолжительность такого распада зависит от класса химических соединений.

Загрязнение воды может происходить непосредственным путем (обработка рисовых полей, уничтожение комаров, обработка гербицидами откосов мелиоративных каналов и др.) и косвенным, при котором пестициды попадают в водоемы с поверхностными стоками, инфильтрационными, дренажными, ирригационными водами, с поверхностными водами после мойки сельскохозяйственных машин, за счет сноса распыленных частиц ветром и попадания их в водоемы. Косвенное загрязнение является более опасным, так как оно происходит скрыто и его трудно своевременно обнаружить, а, значит, и устранить.

Загрязненность продуктов питания и окружающей среды в экономически развитых странах постепенно уменьшается и не превышает предельно допустимого уровня. В нашей стране загрязнение продуктов питания и окружающей среды обусловлено нарушением правил и норм применения и хранения пестицидов. Необходимо повысить квалификацию и исполнительскую дисциплину специалистов по защите растений и разрешить применение пестицидов только лицам, прошедшим специальную подготовку. Затем обеспечить контроль за содержанием пестицидов в пищевых продуктах и окружающей среде.

Нарушение регламентов применения, небрежное хранение препаратов, несоблюдение норм их расхода, нарушение технологии внесения и установленных сроков применения на различных объектах - все это относится к разряду безответственности исполнителей на различных уровнях технологической цепочки.

Поэтому создание служб защиты растений имеет не только экономическое, но и экологическое, и социальное значение. Затраты на наблюдения за фитосанитарным состоянием посевов обычно не превышают 3 долл/га за сезон, а однократная обработка посевов пестицидами в 3 - 4 раза превосходит их. Своевременное обследование посевов и с учетом его результата рациональное применение пестицидов позволяют сократить их расход на 20 - 25%.

Сейчас, как никогда необходим экологический подход к защите растений, который позволил бы от традиционной, практически чисто «истребительской» стратегии защиты растений, не учитывающей законов природы, перейти к защите растений по принципу управления агроэкосистемами. Повсеместно защита растений от вредителей, болезней и сорняков должна быть интегрированной, т.е. с высокой эффективностью, экологически безопасной, не допускающей загрязнения биосферы пестицидами, обеспечивающей требуемое качество сельскохозяйственной продукции, здоровье людей, снижение денежных и энергетических затрат на единицу продукции. Суть интегрированной защиты растений заключается в системном использовании факторов самозащиты растений и агробиоценоза и только в крайне необходимых случаях - применении специальных защитных мер.

Методы защиты растений

Химический метод защиты растений следует рассматривать как средство регулирования численности вредных организмов, удерживающее их количество на хозяйственно неощутимом уровне. Только при таком подходе можно реально достичь снижения уровня пестицидной нагрузки на окружающую среду и в значительной мере использовать естественные регуляторы численности вредных организмов.

Экологическая нагрузка (Нэ.п) пестицида приближенно может быть определена по формуле

$$Н_{э.п} = \frac{П_п}{ЛД_{50}},$$

где Д - доза (норма) расхода препарата, кг/га;

Пп - период полураспада препарата в окружающей среде, нед;

ЛД50 - токсичность для экспериментальных животных, мг/га.

Эта формула позволяет сравнить действие пестицидов и выбрать наиболее безопасные для конкретных условий. Для предотвращения потерь урожая от вредителей, болезней и сорняков не всегда необходима 85 - 90%-ная

техническая эффективность и соответствующая ей максимально допустимая норма расхода препарата.

При превышении численности вредителей не более чем в 3 раза достаточна 50 - 60 %-ная техническая эффективность, при этом максимальная норма расхода препарата может быть снижена на 25 - 50 %. В реальной обстановке такая численность вредителей является преобладающей, но она не принимается во внимание, расход пестицидов не уменьшается, что приводит к значительному экономическому и экологическому ущербу.

Способы химической защиты растений

Ряд препаратов обладает комплексным действием. Все пестициды в зависимости от их способности перемещаться в растениях и организме вредителей подразделяются на контактные, токсические, действие которых на вредителей, возбудителей болезней и сорняки происходит только при непосредственном контакте с ними, и системные, обладающие свойством передвигаться в растениях и в организме вредителей. Кроме того, среди инсектицидов выделяют кишечные препараты, токсическое действие которых проявляется только при попадании их в организм вместе с растительной пищей.

Ряд пестицидов характеризуется свойством легко испаряться и проникать в организм вредителей через дыхательные пути или, передвигаясь в парообразном состоянии, поражает возбудителей болезней. Такие препараты называются фумигантами.

Правильно использовать разнообразные химические вещества можно лишь при хорошем знании их свойств, методов применения и биологических особенностей объектов, против которых они направлены. Только в этом случае может быть достигнут наибольший хозяйственный эффект и будут исключены негативные последствия, которые могут наблюдаться при неправильном использовании химических средств защиты растений.

Химический метод защиты растений осуществляется путем опрыскивания, опыливания, обработки аэрозолями, протравливанием, фумигацией.

Опрыскивание - нанесение химических препаратов на растения, тела насекомых и другие поверхности в капельно-жидком состоянии в виде растворов, эмульсий, суспензий. Высокое качество покрытия поверхности достигается при распыливании рабочей жидкости на капли размером 80 - 200 мкм. Преимущества опрыскивания - сравнительно малый расход яда, недостаток - сложность приготовления состава и большой расход воды (200 - 300 л/га - полевые культуры; 1000 - 2000 л/га - сады). Малообъемное опрыскивание отличается большей концентрацией раствора, а расход жидкости составляет 5 - 50 л/га.

Опыливание - это нанесение химических препаратов в порошкообразном, сухом или увлажненном состоянии на поверхность обрабатываемых растений. Преимущества - опыливание значительно проще опрыскивания, обеспечивается более тонкий распыл яда и более равномерное нанесение его на поверхности растений, требуются меньшие затраты времени на подготовку и заправку машин

ядохимикатами. Опыливатели проще по конструкции и имеют более высокую производительность. Недостатки - слабая прилипаемость порошка к поверхности растений, что увеличивает расход ядохимикатов, отрицательное влияние ветра, снос ядохимикатов за пределы обрабатываемых участков, попадание на нецелевые объекты. По этой причине данный способ химической защиты растений в настоящее время не применяется.

Обработка аэрозолями состоит в распылении мельчайших частиц твердого (дыма) или жидкого (тумана) ядохимиката. Дым обычно получают от сжигания без пламени при температуре не выше 1800 С специальных дымовых шашек и других материалов, пропитанных ядохимикатами. Туманы получают из жидкого препарата механическим, термическим или термомеханическим способами. Дымы применяются для дезинфекции помещений, туманы - как в помещениях, так и в полевых условиях. Преимущества - значительное уменьшение расхода ядохимикатов (в десятки раз), повышение производительности машин, улучшение равномерности покрытия и лучшей прилипаемости яда, повышение качества работ (уничтожаются вредные насекомые не только на растениях и земле, но и в воздухе). Недостатки - трудная управляемость процессом. Аэрозоли под действием воздушных потоков легко сносятся в сторону и вверх. В реальных условиях работы наблюдается высокая испаряемость аэрозолей.

Протравливание - обработка ядохимикатами посевного и посадочного материала. Протравливание разделяют на сухое, полусухое и мокрое.

Сухое протравливание проводят за 2 - 6 мес перед посевом (тщательно перемешивают семена с сухим порошкообразным материалом), полусухое - за несколько дней перед посевом. Семена смачивают ядохимикатами с высокой концентрацией, но малыми дозами, затем проветривают. Мокрое протравливание проводят непосредственно перед посевом. Обильно смачивают семена раствором ядохимиката с более низкой концентрацией и 2 - 3 ч выдерживают под брезентом, затем необходима просушка до нормальной влажности. В настоящее время протравливание или инкрустация проводится специальными машинами с использованием суспензий.

Фумигация заключается в насыщении ограниченного пространства сильнодействующими, быстроиспаряющимися ядохимикатами. Фумигацию успешно применяют в закрытых помещениях, складах, зернохранилищах, теплицах, оранжереях, зерна под брезентом, животных в специальных камерах, почвы для уничтожения наиболее опасных возбудителей болезней корневой системы растений. Помещение после фумигации проветривают и дегазируют.

Краткая характеристика пестицидов

Разнообразный видовой состав болезней, вредителей и сорняков, их биологические особенности, многообразие сельскохозяйственных культур и условий их выращивания предопределяют перечень пестицидов, который включает несколько сот наименований. Только в нашей стране Государственной комиссией по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями и сорняками разрешено применять около 350 препаратов. По назначению

пестициды подразделяются на шесть основных групп: гербициды - препараты для борьбы с нежелательной растительностью; инсектициды - для борьбы с вредными насекомыми; фунгициды - для борьбы с болезнями; протравители - для обработки семян с целью предохранения их от вредителей и болезней; зооциды - для борьбы с грызунами и другими вредными позвоночными; дефолианты и десиканты - для химического удаления листьев и подсушивания растений на корню.

Пестициды постоянно совершенствуют, исключают высокотоксичные, ограничивают применение стойких препаратов, легко испаряемых, требующих больших норм расхода.

Применяют микрогранулированные пестициды. 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 у смачивающихся порошков. Сухая текучая суспензия совместима с другими пестицидами, хорошо смешивается с жидкими удобрениями.

Тот или другой пестицид оказывает действие на определенные виды или группы вредителей, болезней и сорняков. Чтобы расширить спектр действия препаратов, применяют смеси различных пестицидов. Кроме расширения спектра действия, смеси позволяют увеличить продолжительность действия, снизить дозировки каждого входящего в смесь препарата, что экономически выгодно и уменьшает опасность загрязнения окружающей среды.

Смеси составляют из препаратов одной, двух, трех групп пестицидов, удобрений, микроэлементов, ретардантов и других биологически активных веществ. При этом набор компонентов должен быть таким, чтобы он обеспечил эффект и стабильную защиту растений от комплекса вредителей. Смеси, выпускаемые промышленностью и готовые к применению, включены в список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве.

По химическому составу пестициды делятся на органические и неорганические, по селективности - на сплошного и избирательного действия, по токсическому действию - на системные и контактные, по интенсивности действия - на обладающие быстрым действием (острой токсичностью) и замедленным действием (хронической токсичностью).

По токсичности пестициды делятся на четыре группы:

сильнодействующие ядовитые вещества, когда ЛД-50 (доза, вызывающая гибель 50% подопытных животных) доходит до 50 мг/кг;

высокотоксичные - ЛД-50 - 50 - 200 мг/кг;

средней токсичности - ЛД -50 - 200 - 1000 мг/кг;

малотоксичные - ЛД-50 - более 1000 мг/кг.

По степени летучести пестициды делятся на:

очень опасные вещества, когда насыщенная концентрация больше или равна токсической;

опасные - насыщенная концентрация больше пороговой;

малоопасные - насыщенная концентрация не оказывает порогового действия.

По кумуляции пестициды делятся на:

сверхкумулятивные, когда коэффициент кумуляции меньше 1;

выраженная кумуляция - коэффициент кумуляции 1- 3;

умеренная - коэффициент кумуляции 3 - 5;

слабо выраженная - коэффициент кумуляции больше 5.

По стойкости на почве пестициды бывают:

очень стойкие, когда время разложения на нетоксичные компоненты составляет более 2 лет;

стойкие - время разложения на нетоксичные компоненты равно 0,5 - 2 года;

умеренно стойкие - время разложения на нетоксичные компоненты - 1- 6 мес;

малостойкие - время разложения на нетоксичные компоненты -

до 1 мес.

Основным способом защиты вегетирующих сельхозкультур от болезней, вредителей и сорняков является сплошное опрыскивание -нанесение растворов пестицидов на обрабатываемые поверхности в жидко-капельном виде. На долю опрыскивания приходится более 95% объема работ по химической защите вегетирующих растений.

С целью снижения расхода пестицидов и отрицательного действия на культуры применяют ленточный способ внесения пестицидов. Расход препарата при этом снижается в несколько раз. Этот метод используют при посеве и уходе за посевами пропашных культур. В настоящее время машин для ленточного внесения пестицидов в Республике Беларусь промышленность не выпускает.

В зависимости от нормы расхода рабочей жидкости на гектар опрыскивание делится на объемное, малообъемное и ультрамалообъемное (табл. 5.1). Для каждого вида опрыскивания характерен и определенный размер капель факела распыла.

По этому показателю опрыскивание делится на:

крупнокапельное, со средним диаметром капель свыше 300 мкм;

среднекапельное, 150 - 300 мкм;

мелкокапельное, 50 - 150 мкм;

аэрозольное, до 50 мкм.

Таблица 5.1. Классификация методов опрыскивания

Метод опрыскивания, размер капель	Норма расхода рабочей жидкости, л/га	
	Полеводство	Плодоводство
Большеобъемное (крупнокапельное)	300	1200
Объемное (среднекапельное)	150…300	500…1200
Малообъемное (мелкокапельное)	25…100	250…500
Ультрамалообъемное (аэрозольное)	До 5,0	

Для большеобъемного и обычного объемного крупнокапельного опрыскивания характерны хорошее смачивание, отсутствие опасности повреждения растений, малая опасность для обслуживающего персонала и возможность работы со всеми видами рабочих жидкостей (суспензиями, эмульсиями и истинными растворами). Наряду с положительными особенностями этим опрыскиваниям присущи и недостатки: потребность в большом количестве воды, низкая производительность, высокая себестоимость и трудоемкость, большие потери рабочей жидкости, а, следовательно, и самих пестицидов из-за стекания с обработанных поверхностей.

Потери пестицидов

При применении пестицидов на каждой из операций возникают потери (рис. 5.1) - физическая утрата их части и снижение эффективности, приводящие к удорожанию работ и загрязнению окружающей среды.

Потери пестицидов бывают прямые и косвенные, обусловленные физическими, биологическими и химическими воздействиями.

Механические потери связаны со всевозможными перемещениями пестицидов, и к ним относятся практически все потери при подготовке их к опрыскиванию (приготовление рабочих жидкостей). К прямым относятся снос капель рабочей жидкости пестицидов, а также попадание их не на целевой объект обработки.

Биохимические потери - это потери токсичности пестицидов от неучета их свойств и условий применения.

Косвенные потери возникают при передозировке пестицидов, когда используется большее их количество, чем это нужно для снижения вредных организмов на обрабатываемом объекте до хозяйственно неощутимого уровня



Рис. 5.1. Составляющие потерь пестицидов и способы их устранения

Агротехнические требования к внесению пестицидов

Эффективность химической обработки в значительной мере снижается даже из-за незначительных нарушений технологии работ: нарушения сроков, несоблюдения режимов обработки (норм расхода препаратов, концентрации раствора, равномерности их распределения и др.), уровня использования техники. При грубых нарушениях технологии возможно угнетение и даже полная гибель растений. Это требует глубоких специальных знаний у всех работников, связанных с применением химических средств защиты растений и машин для выполнения этой работы. К работе допускаются только те машины, которые при соблюдении всех правил эксплуатации не оказывают вредного воздействия на здоровье людей и животных, а также на окружающую среду.

Опрыскивание должно быть проведено в установленные агротехнические сроки. Их устанавливает агроном хозяйства или агроном по защите растений.

Допустимая скорость ветра при опрыскивании (м/с): мелкокапельном дистанционном - до 3, мелкокапельном штанговом, крупнокапельном дистанционном - до 4; крупнокапельном штанговом - до 5.

Отклонение расхода рабочей жидкости от установленной нормы на 1 га допускается до 10%.

Рабочая жидкость должна быть однородной по составу. Отклонение концентрации рабочей жидкости от исходной не должно превышать 5%.

Рабочая жидкость должна равномерно покрывать обрабатываемую почву и растения при высокой дисперсности. Неравномерность распыла по ширине захвата не должна превышать 15% при размере капель до 250 мкм.

Густота покрытия листовой поверхности каплями рабочего раствора при расходе 75 - 200 л/га должна быть не менее 30 шт/см2.

Отклонение расхода жидкости отдельными распылителями штангового опрыскивателя при рабочем режиме - не более 5%.

Механические повреждения растений при опрыскивании не должны превышать 1%.

При работе опрыскивателей вблизи лесополос или других культур не допускается попадание на них распыленной рабочей жидкости.

Скорость движения агрегатов при опрыскивании - до 10 км/ч.

Пропуски, огрехи и перекрытия не допускаются.

Комплектование и составление агрегата

Для опрыскивания сельскохозяйственных культур в настоящее время в Республике Беларусь применяются современные опрыскиватели высокого технического уровня, приведенные в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Технологическая характеристика современных опрыскивателей

Марка опрыскивателя	Емкость бака,л	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Производительность, га/ч	Тип насоса
ОТМ-2-3	2000	12 - 18	6 - 12	15 - 17	Мембранный
ОСШ-2500	2500	12 - 18	8 - 12	9 - 11	Центробежный
Мекосан 2000-12	2000	12 - 18	4 - 12	12,5	Мембранный
Мекосан 2500-18	2500	12 -18			»
Мекосан 650-12	650	12	4 - 12	12,5	»
Мекосан 2000 В2 (вентиляторный)	2000	1 ряд	4 -12	8	»
Мекосан 1200В2	1200	1 ряд	4 - 12	7	»
Мекосан 600НВ2	600	1 ряд	4 - 12	5	»

Современные опрыскиватели отличаются друг от друга емкостью баков, шириной захвата, типом насосов, способом агрегатирования (прицепные, навесные), расположением отдельных узлов и механизмов. Однако их общее устройство и принцип работы весьма сходны. Все опрыскиватели имеют резервуар для рабочей жидкости с заправочной горловиной, фильтром и мешалками, насосный агрегат, всасывающую коммуникацию с фильтром, напорную коммуникацию со штангой и распиливающими наконечниками, регулятор-распре-делитель или пульт управления, заправочное устройство, устройство для приготовления рабочей жидкости, системы контроля и управления. Принципиальная схема опрыскивателя на примере ОТМ-2 - 3 приведена на рис. 5.2.

С помощью регулятора доводят давление жидкости в нагнетательной системе до 1,2 МПа и проверяют работу машины в течение 5 мин. Если все механизмы работают исправно и устойчиво, приступают к проверке и настройке опрыскивателя.

При необходимости сличают показания манометра опрыскивателя и контрольного манометра при работающем насосе. Проверку проводят по числовым отметкам шкалы манометра опрыскивателя.

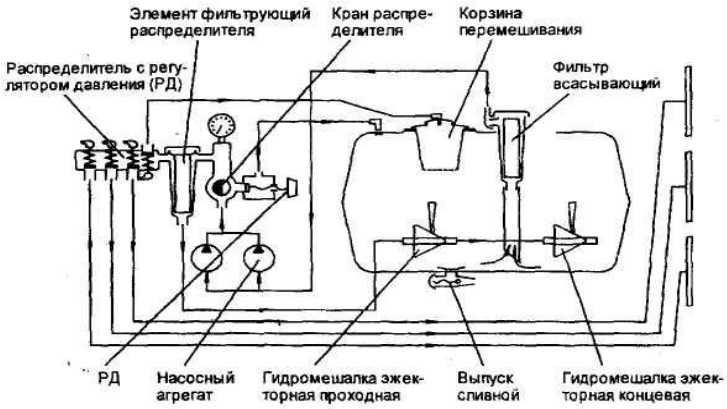


Рис. 5.2. Принципиальная схема опрыскивателя.

В зависимости от вида обрабатываемой культуры, назначения применяемого пестицида выбирают тип распылителя и необходимое количество устанавливают на коллекторах штанги.

Центробежные распылители расставляют на штанге с интервалом 0,5 м друг от друга, а дефлекторные - 1 - 2 м. Свободные ниппели на штанге закрывают заглушками.

Для обработки с большими нормами расхода рабочей жидкости (внесении КАС и др.) при крупнокапельном ее распыле устанавливают распылители с максимальным выходным отверстием, ориентируясь на низкое рабочее давление в нагнетательной сети. При обработках посевов против болезней с большими расходами жидкости и максимальном распыле применяют распылители с небольшими выходными отверстиями, высоким давлением в нагнетательной сети и расстановкой распылителей на штанге с небольшим шагом, при малообъемном опрыскивании - распылители с минимальными выходными отверстиями и большим углом факела распыла.

Для подбора распылителей и давления в магистрали следует использовать табл. 5.3, 5.4.

Проверяют производительность насоса опрыскивателя. Для этого в напорную магистраль устанавливают счетчик расхода жидкости, включают насос, устанавливают регулятором рабочее давление, равное 1,0 МПа, включают секундомер и по счетчику расхода жидкости определяют количество проходящей жидкости в течение 1 мин. Измерения повторяют три раза. Среднее значение производительности насоса сравнивают с паспортными данными опрыскивателя.

Таблица 5.3. Минутный расход жидкости через один распылитель штанговых опрыскивателей

Распылитель	Диаметр выходного отверстия, мм	Расход жидкости (л/мин) при рабочем давлении (МПа)							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Дефлекторный	4,0 1,6	1,5	0,2 2,1	1,2 2,6	3,4 3,0	5,0 3,2	6,4 -	-	
Центробежный	2,0 1,2		1,1 0,49	1,3 0,57	1,5 0,65	1,7 0,73	1,9 0,83		2,1
Щелевой:									
оранжевый			0,98	0,98	1,37	1,31	1,45		
синий			1,22	1,42	1,63	1,82	2,02		
желтый			0,5	0,63	0,75	0,83			
красный			1,12	1,34	1,6	1,85			
красный Р-110			0,9	1,14	1,35	1,5			

Таблица 5.4. Расход жидкости через полевое распыливающее устройство вентиляторных опрыскивателей

Рабочее давление, МПа	Расход жидкости при положениях дозатора, л/мин					
		2	3	4		
0,2	5,5	18,4	25,5	34,0	6,0	0,0
0,3	6,2	22,5	30,0	44,0	6,0	1,0
0,4	7,0	27,5	35,0	-		
0,5	8,0	28,5	36,7	-		
0,6	8,0	30,2	38,0	-		
0,8	9,5	-	-	-		

Помимо проверки фактического расхода жидкости, распылители проверяют на качество (сплошность) факела распыла, величину угла и симметричность относительно оси выходного отверстия (особенно щелевые распылители). Качество факела (сплошность его пелены) проверяют визуально. Границы факела должны быть четко обозначены. Факелы распыла не должны иметь видимых или ярко выраженных отдельных струй жидкости. Распылители, не отвечающие этим требованиям, бракуют.

Величину угла факела распыла, выраженную в градусах, и симметричность факела относительно оси выходного отверстия распылителя определяют с помощью несложного переносного устройства в соответствии с рис. 5.3 и 5.4.

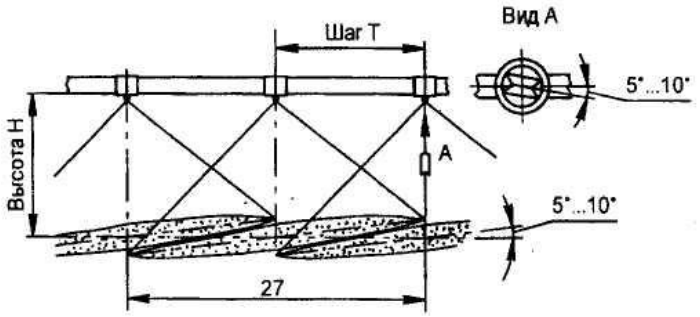


Рис. 5.3. Проверка качества (сплошности) факела распыла

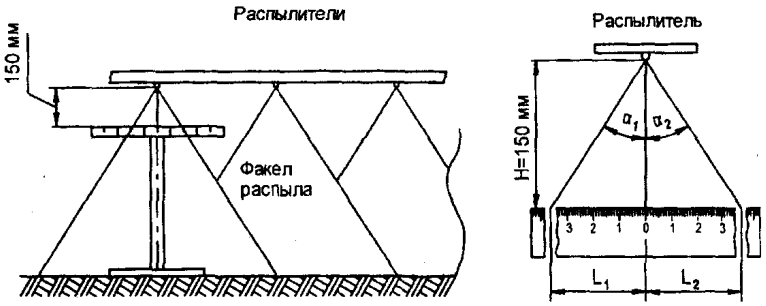


Рис. 5.4. Проверка факела распыла с помощью переносного устройства

От нулевой точки отсчета линейки вправо и влево определяют расстояния L1 и L2 до видимых границ факела распыла (рис. 5.4,б). Затем по значениям Н и L определяют величины углов α1 и α2 (полуфакелы распыла). Сумма углов α1 и α - полный угол факела распыла. Сравнивая значения α1 и α2, делают вывод о симметричности факела. Угол факела для плоскофакельных распылителей должен быть в пределах от 90° до 150° в зависимости от типоразмера распылителя. Распылители с разностью углов более 10° бракуют.

Важным фактором качественной работы опрыскивателя является высота установки штанги над обрабатываемой поверхностью. Изменяя высоту штанги, добиваются такого положения, чтобы факелы распыла соседних распылителей наполовину перекрывали друг друга (рис. 5.3, а).

Первоначальную настройку высоты штанги рекомендуется проводить над поверхностью, на которой четко видны следы падения факела распыла. С увеличением высоты обрабатываемых растений соответственно увеличивают и высоту установки штанги.

Ширину рабочего захвата при обработке зерновых культур, возделываемых по интенсивной технологии, устанавливают в зависимости от принятой схемы посева. Она может составлять 10,8; 12,0; 14,4; 18,0; 21,6 м.

Штанговые опрыскиватели должны быть укомплектованы распылителями одного типоразмера: (щелевыми, дефлекторными или вихревыми (центробежными).

Затем в зависимости от принятой нормы расхода рабочей жидкости, скорости движения агрегата, типа и размера распылителей на штанге или распыливающем сопле выполняют ориентировочную (предварительную) настройку опрыскивателя.

Определяют требуемый расход жидкости через один распылитель для обеспечения заданной нормы расхода по формуле

$$q = \frac{QBv}{600n},$$

где q - расход жидкости через один распылитель, л/мин;

В - ширина захвата опрыскивателя, м; - принятая норма расхода рабочей жидкости, л/га; - скорость движения, км/ч; - количество распылителей, шт.

Устанавливают давление в магистрали соответственно расчетному минутному расходу. Проверяют фактический расход жидкости через один распылитель за одну минуту с помощью мерной емкости. При несоответствии его расчетному - корректируют. Расход жидкости проверяют на воде.

Во время работы опрыскивателя в поле необходимо регулярно проверять по манометру соответствие давления рабочей жидкости установленному нормативу, следить за бесперебойностью работы распылителей и расходом жидкости в баке по уровнемеру. Обнаруженные неисправности и недостатки подлежат устранению.

Оценка качества работы опрыскивателей

Качество работы опрыскивателя оценивают по дисперсности распыла, неравномерности распределения препарата по ярусам и зонам стеблей, неравномерности перемешивания раствора, густоте покрытия. В качестве рабочей жидкости используется 1,5%-ный раствор нигрозина.

В практике минимально допустимой густотой покрытия при опрыскивании полевых культур считается 20 капель на 1 см2.

В сельскохозяйственных предприятиях густоту покрытия оценивают по четырехбалльной шкале. При оседании более 70 капель/см2 выставляется 5 баллов, 70 - 40 - 4 балла, 40 - 20 - 3 балла, менее 20 капель/см2 - 2 балла. Залитые и необработанные (пустые) участки не оценивают.

Густоту покрытия и дисперсность распыла определяют с помощью карточек из мелованной бумаги размером 50х70 мм или предметных стекол (при раскладке на поверхности поля), обработанных 2%-ным раствором парафина в толуоле (ортоксилоле) для уменьшения растекания улавливаемых капель. Учетные карточки развешивают на растении по определенной схеме в зависимости от культуры с тем, чтобы охватить ими весь объем или поверхность.

Неравномерность распределения препарата определяют путем учета количества капель по верху и низу листьев (по ярусам и зонам кроны) и по растению (дереву) в целом.

Разбивка карточек по группам густоты проводится при помощи микроскопа с большим увеличением. Залитые и пустые карточки не анализируются. Неравномерность перемешивания раствора ядохимиката определяют путем взятия проб (в миллилитрах) через 1 - 2 мин после начала работы мешалки, определения концентрации в пробах и нахождения средней концентрации раствора. Затем сравнивают среднюю концентрацию с исходной. Расхождение не должно превы- шать 5%.

Качество опрыскивания на посевах зерновых культур оценивают по показателям технической эффективности, которую определяют через 1 - 5 суток в зависимости от вида вредителя, болезни или сорняков.

Работу бракуют при наличии пропусков, перекрытий и отклонения от нормы внесения пестицидов более чем на 15%. Оценка качества опрыскивания в баллах приведена в табл. 5.5.

Таблица 5.5. Оценка качества опрыскивания

Показатели	Способ определения	Градация нормативов	алл
Отклонение от заданной нормы внесения пестицида, %	Рулеткой один - два раза измерить путь, пройденный трактором до полного опорожнения резервуаров. Разделить разовую заправку опрыскивателя на обработанную площадь	5 5 - 10 Более 10%	3 2 1
Отклонение от ширины захвата агрегата, м	Замерить расстояние между следами колес трактора в соседних проходах в начале, середине и конце гона один -два раза в смену	2 2 - 3 Более 3	3 2 1
Неравномерность расхода жидкости распылителя, %	Установить расход рабочей жидкости каждым наконечником за 1 мин	Менее 15 15 - 18 Более 18	3 2 0
Густота покрытия, капель/см2		70 70 - 40 40 - 20 20	5 4 3 2

Тема 6. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ПОСЕВА И ПОСАДКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Одним из путей увеличения производства зерна является повышение производительности и качества работы сельскохозяйственной техники, занятой на возделывании и уборке зерновых культур.

В общем комплексе технологических операций и приемов при возделывании зерновых важнейшее значение имеют основная и предпосевная обработка почвы и посев, отличительной особенностью которого при интенсивной технологии возделывания является образование технологической колеи. Это позволяет во время вегетации провести многократные подкормки растений минеральными удобрениями, внести ретарданты, обеспечить химическую защиту посевов от сорняков, болезней и вредителей.

Качество выполнения этих технологических операций определяется выбором технических средств для их выполнения, их техническим состоянием, настройкой, регулировкой и проведением работ в оптимальные агротехнические сроки. При этом агрегаты должны быть взаимоувязаны по ширине захвата, производительности, ширине колеи, качеству работы.

Агротехнические и технологические требования к посеву зерновых культур при интенсивной технологии возделывания

В зависимости от имеющихся в хозяйстве технических средств применяют рядовой посев с междурядьями 12,5 см и 15 см, а также узкорядный (6,25 и 7,5 см) с образованием технологической колеи, а при использовании сеялок С-6, С-6Т, СЗ-5,4 и с одновременным внесением в рядки гранулированного суперфосфата или аммофоса в дозе до 50 кг/га. При использовании сеялок типа СПУ перед предпосевной обработкой почвы необходимо внести недостающие в почве микроэлементы, а также стартовую дозу фосфорных удобрений. Семена должны быть протравлены.

Посев должен быть проведен в оптимальные агротехнические сроки. В каждом хозяйстве сроки сева как озимых, так и яровых должны корректироваться в зависимости от погодных условий, влажности, состава почвы, высеваемой культуры. Следует учесть, что почти 20% урожая теряется из-за нарушения сроков выполнения посевных работ.

При определении нормы высева следует учитывать качество семян, оцениваемое хозяйственной годностью и полевой всхожестью, которые определяются в лабораторных условиях.

Сеялки должны обеспечивать высокую равномерность высева по ширине захвата, глубине заделки и ходу движения. Максимальное отклонение высева между отдельными высевающими аппаратами допускается в пределах ±4%, всеми аппаратами ±3%. Повреждение семян высевающими аппаратами не должно превышать 1% для зерновых и 2% для зернобобовых. Глубина заделки семян в подготовленную под посев почву зависит от влажности, механического

состава почвы, сроков посева и высеваемой культуры. На тяжелых почвах семена высевают на глубину 2 - 3 см, на средненесуглинистых, супесчаных и торфяных - на 3 - 4 см. При запаздывании с посевом и пересыхании почвы глубину увеличивают на 1 - 2 см. Отклонение глубины заделки семян от заданной не должно превышать 15%. Наличие незаделанных в почву семян не допускается. Отклонение ширины стыковых междурядий смежных проходов от основных не должно превышать 15 см.

Норма высева семян (4 - 6 млн. шт/га) зависит от сорта, типа почвы, климатических условий, состояния поля, степени и характера засоренности. В условиях нашей республики по чистому и удобренному полю в начале оптимального срока сева зерновых культур достаточно высевать 4 млн. шт/га (200 кг/га) всхожих семян. В условиях Дании нормы высева зерновых культур корректируются в зависимости от сроков сева, качества предпосевной обработки почвы, массы 1000 зерен (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Нормы высева семян зерновых культур в условиях Дании, кг/га

Сроки сева	Прохладный климат			Умеренный климат		
	Масса 1000 зерен			Масса 1000 зерен		
	45	50	55	45	50	55
До 1 сентября	113	125	138	88	97	107
1 - 5	125	139	153	100	111	122
6 - 10	138	153	168	113	125	138
11 - 15	150	167	183	125	139	153
16 - 20	163	181	199	138	153	168
21 - 25	175	194	214	150	167	183

Поле перед посевом должно быть обработано на глубину заделки семян, не иметь свальных гребней и развальных борозд, скрытых глыб, крупных комков диаметром более 5,0 см, пожнивных остатков. Объемная масса почвы на глубине заделки семян должна составлять 1,1 - 1,25 г/см3. Влажность подготовленной под посев почвы в слое 0 - 10 см не должна превышать 22%. Поворотные полосы засевают сразу после посева основного поля. При посеве должна строго соблюдаться прямолинейность рядков и образование технологической колеи для последующего ухода за посевами.

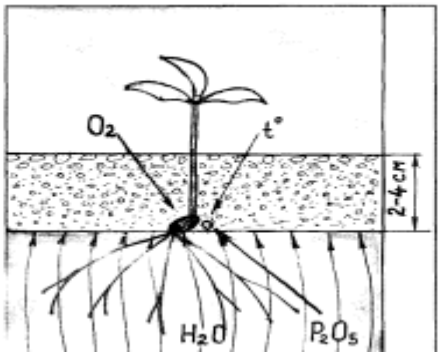


Рис. 6.1. Схема оптимальной заделки семян

В условиях Могилевской и Витебской областей для получения высоких урожаев и снижения себестоимости зерновых и зернобобовых культур весьма важно выбрать норму высева семян на гектар. В условиях нашей республики норма высева семян зерновых культур устанавливается в пределах 4-5 млн. шт/га (200 - 220 кг/га).

В условиях Республики Беларусь нормы высева зерновых культур под озимые корректируются не только с учетом массы 1000 зерен и качества предпосевной обработки почвы, но и от сроков сева и изменяются весьма значительно.

Создание уплотненного семенного ложа для семян зерновых и других культур способствует равномерной заделке их по глубине, позволяет подтягивать влагу для скорейшего их набухания и прорастания, особенно при ее дефиците (рис. 1). Наилучшие условия для создания рыхлого верхнего слоя почвы, качественного ложа для семян, выровненности поверхности поля создают комбинированные агрегаты АКШ-3,6; АКШ-6; АКШ-6; АКШ-7,2, АКШ-9; АПВ-4,5; АПУ-6,5; чизельные культиваторы КПМ-4; КЧД-6; КНЧ-4,2; КЧ-5,1 с прикатывающими приставками ПК-5,1 или ПКД-5,1, агрегатируемые соответственно с тракторами класса 1,4; 2; 3.

Норму высева семян для получения оптимального количества растений на 1м2 необходимо корректировать в зависимости от качества посевного материала, срока посева, температуры воздуха, сорта, получения оптимального количества растений на 1м2, качества подготовки почвы и др. При некачественной предпосевной подготовке почвы, запаздывании со сроками посева необходимо дифференцированное увеличение норм высева семян с целью недопущения изреженности и снижения урожайности высеваемой культуры.

Поверхность засеянного поля должна быть ровной, без следов колес трактора, сцепки и сеялок.

Условия качественного посева зерновых культур при интенсивной технологии возделывания

Наукой установлено и практикой подтверждено, что урожай сельскохозяйственных культур на 25% зависит от качественной и своевременной обработки почвы и на 25% - от качества посева.

Обработка почвы под посев зерновых культур

Многократные проходы однооперационной техники приводят к уплотнению пахотных и подпахотных слоев почвы до 1,47- 1,69 г/см3, что близко к критической (1,6 - 1,7 г/см3). Для устранения этого недостатка необходимо применять разуплотнение почвы или использовать комбинированные почвообрабатывающие машины и агрегаты. Предприятиями Республики Беларусь созданы и выпускаются новые конструкции почвообрабатывающих машин и орудий и рабочих органов к ним на основе новейших достижений науки и практики в области сельхозмашиностроения. Применение их в хозяйствах позволяет повышать качество работ при обработке почвы, снижать расход топлива и затраты труда, увеличивать производительность, выполнять работы в оптимальные агросроки.

Под озимые зерновые культуры - рожь, пшеницу, озимое тритикале - рекомендуется приведенная ниже последовательность выполнения технологических операций предпосевной подготовки почвы:

лущение стерни за уборкой предшественников (на легких почвах):

а) дисковыми лущильниками ЛДГ-5 или ЛДГ-10, на средних и тяжелых почвах);

б) дисковыми боронами БДТ-7, Л-113 или чизельными культиваторами КЧ-5,1; КЧ-5,1М с приставками ПК-5,, ПКД-5,1; КПЧ-6; КПМ-4; КПС-6М; КНЧ-4,2; АЧУ-2,8);

вспашка через 10 - 15 дней после лущения и вслед за внесением минеральных и органических удобрений на глубину 20 - 22 см плугами с соответствующими приспособлениями ПВР-3,5 или ПВР-2,3; ПП-2,8; ПП-2 для разрушения глыб, уплотнения и выравнивания почвы. Заделку развальных борозд производят секциями тяжелой дисковой бороны;

предпосевная обработка почвы комбинированными агрегатами АКШ-3,6; АКШ-6; АКШ-7,2; АКШ-9; АПУ-6,5; АПВ-4,5; АКП-3; АКП-4; АКП-6.

На засоренных полях и при повышенной влажности на глинистых почвах вместо комбинированных агрегатов типа АКШ следует применять агрегаты для предпосевной подготовки почвы КП-3; КПН-8,4; КНС-6,3; КСО-6; КПН-5,6; КПС-6М; КСО-4; КНС-4; КПН-4; КПМ-4 и др. Если после культивации почва остается чрезмерно вспушенной или глыбистой, то ее следует прикатать катками, установленными на комбинированных агрегатах АКШ, выглубив из почвы S-образные зубья.

Весной предпосевная обработка почвы под посев яровых культур (ячменя, овса, пшеницы) начинается с раннего весеннего боронования или культивации на глубину до 8 см с целью закрытия влаги, а финишная обработка - комбинированными агрегатами типа АКШ. При отсутствии последних обработку можно проводить культиваторами типа КПС; КПН; КПМ и др. На глинистых и сильно уплотненных почвах используют чизельные культиваторы КЧ-5,1; КЧ-6; КНЧ-4,2; КПМ-4 с набором сменных рабочих органов на глубину до 30 см с целью разрушения плужной подошвы. Требованиям предпосевной обработки почвы под яровые культуры наиболее полно отвечает следующая

схема: ранневесенняя культивация + предпосевная культивация с боронованием и прикатыванием комбинированными агрегатами типа АКШ с учетом состояния почвы и погоды.

Последнюю предпосевную обработку почвы необходимо проводить перед посевом без разрыва во времени, иначе проростки сорняков будут обгонять в развитии и росте культурные растения и угнетать их.

В Дании и других странах Западной Европы вспашка почвы совмещается с предпосевной обработкой за счет использования дополнительных приспособлений к оборотным плугам - кольчато-зубчатых катков, роторных боронок и комбинированных агрегатов на базе вертикально-роторной бороны.

Современные сеялки для посева зерновых культур

В настоящее время хозяйства используют пневматические сеялки СПУ-6; СПУ-4; СПУ-3, С-6, С-6Т производства Республики Беларусь, выпускаемые на предприятиях ПО «Лидагропроммаш» и «Брестский электромеханический завод». Кроме того, находят применение зернотуковые сеялки СЗ-5,4, выпускаемые заводами «Красная Звезда» (Украина), "Белинсксельмаш" (Россия) и др.

Опыт использования сеялок типа СПУ показал, что на глинистых и тяжелых суглинистых почвах и засоренных полях они не всегда в полной мере обеспечивают агротехнические требования заделки семян по глубине. В связи с этим сеялки типа СПУ выпускаются в настоящее время с килевидными (СПУ-6(4;3)) и дисковыми (СПУ-6Д(4;3Д)) сошниками.

В Республике Беларусь на предприятии ОАО "Брестский электромеханический завод" выпускаются комбинированные агрегаты АПП-3, АПП-4,5, АПП-6 к тракторам «Беларус-800/820», «Беларус-1221», «Беларус-1522», которые совмещают предпосевную обработку почвы с посевом и обеспечивают высокий технологический и экономический эффект.

Сеялки типа СЗ-5,4, укомплектованные дисковыми сошниками, могут хорошо работать как на отвальных, так и на мульчированных агрофонах, а также при минимальной подготовке почвы к посеву; однако они имеют большую металлоемкость, громоздкость, неравномерно заделывают семена по глубине, особенно по следам колес трактора, где разброс по глубине находится в пределах 0 - 10 см, и не обеспечивают уплотненное ложе для семян. При использовании килевидных и катковых сошников на хорошо выровненных почвах колебания составляют 0,6 - 1,1 см, они образуют уплотненное ложе для семян.

Зернотуковые сеялки типа СЗ-5,4 комплектуются разными сошниковыми группами (анкерными, килевидными, одно- и двухдисковыми, катковыми и др.) для различных почвенно-климатических зон. В зависимости от типа почв применяется та или другая сошниковая группа: на легких окультуренных, песчаных и супесчаных - килевидные и анкерные; на средних, тяжелых глинистых - дисковые. Кроме этого разные типы почв требуют неодинаковой предпосевной обработки почвы. Наличие пожнивных, растительных остатков, а

также камней влияет на качество подготовки почвы и не позволяет применять в любых условиях одну какую-либо сошниковую группу (табл. 6.2).

В БГСХА разработана однодисковая сошниковая группа с опорно-прикатывающими каточками к серийной зернотуковой сеялке СЗ-5,4, представленная на рис. 6.2, в которой устранены недостатки серийных сошников.

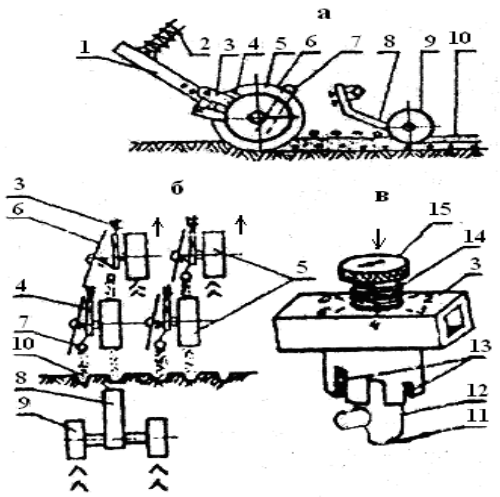


Рис. 6.2. Однодисковая сошниковая группа: к сеялке СЗ-5,4: а,б - схемы работы сошников; в - регулятор глубины: 1 - поводок; 2 - пружина; 3 - корпус сошника; 4 - регулятор; 5 - опорно-прикатывающий каточек; 6 - диск; 7 - направитель семян; 8 - пружинный поводок; 9 - прикатывающий каточек; 10 - семена; 11 - хвостовик; 12 - штифт; 13 - прорезь; 14 - пружина; 15 - головка-указатель

Исследования показали, что применение предлагаемой сошниковой группы (в сравнении с сеялками СЗ-5,4 -04) позволяет:

заделать на 15% больше высеваемых семян в сантиметровом слое заданной глубины;

повысить полевую всхожесть семян и в связи с этим сократить на 10... 15% норму высева зерновых культур;

уменьшить на 6% тяговое сопротивление сеялки.

Преимущества сеялок СПУ-6, СПУ-4, СПУ-3 - универсальность, меньшая металлоемкость, тяговое сопротивление и расход топлива на 1 га посева, простота конструкции, лучшая маневренность агрегата. Однако они более требовательны к подготовке почвы под посев, техническому обслуживанию и подготовке к работе. Сеялка не имеет устройства для внесения одновременно с посевом стартовой дозы минеральных удобрений. Почва для посева должна быть хорошо подготовленной: выровненной, мягкой, без камней, древесных остатков, кусков дернины, остатков соломы и трав. Уклон поля не должен превышать 15%.

Пневматические сеялки типа СПУ имеют один или два бункера 7 (рис.3), дозатор 8, пневматическую систему, включающую вентилятор 1,

гофрированный семявоздухопровод 4 с распределительной головкой 5, семяпроводы 6, подающие семена к сошникам 11.

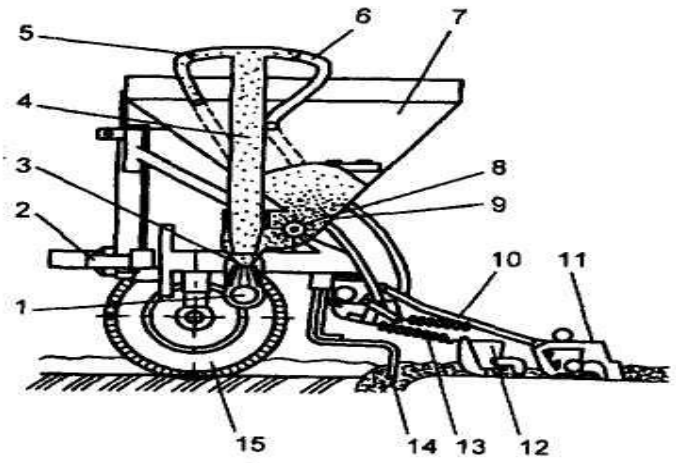


Рис. 6.3. Технологическая схема сеялки СПУ-6: 1 - вентилятор; 2 - рама; 3- диффузор; 4 - вертикальный семявоздухопровод; 5 - распределительная головка; 6 - отдельный семявоздухопровод; 7 - бункер; 8 - катушка-дозатор; 9 - семена; 10 - семянаправитель, 11 - сошник; 12 - клапан; 13 - регулировочная пружина; 14 - рыхлитель колеи колес; 15 - опорно-приводное колесо.

Вентилятор подачи воздушного потока приводится в движение от ВОМ клиновидным ремнем. Привод дозирующего устройства осуществляется от колеса сеялки.

Рекомендуемая рабочая скорость посевного агрегата - 2,2 - 3,0 м/с (8 - 11 км/ч).

Максимальная длина катушки у сеялок типа СПУ составляет 110мм. Задвижка перекрывает катушку, оставляя ее рабочую часть. Шкала на задвижке указывает длину рабочей части катушки. При малом высеве катушка работает с рабочей длиной в пределах 25 мм. Для переключения нормального высева на малый необходимо выполнить три операции: уменьшить глубину желобков катушки, частоту ее вращения и скорость воздушного потока.

Для уменьшения глубины желобков катушки необходимо фиксатор из крайнего левого положения повернуть на 180°, втулку переместить до упора влево и застопорить ее фиксатором в прорези вала катушки.

При нормальном высеве малая шестерня на приводном валу дозатора семян находится внутри большой.

При таком положении шестерен можно высевать повышенные нормы в режиме малого высева. Для высева пониженных норм малую шестерню необходимо переместить влево и ввести ее в зацепление со свободной шестерней на валу катушки.

На выходе вентилятора имеется дроссельная заслонка. При нормальном высеве она должна быть полностью открыта (переключатель находится в положении «А»). В противном случае система забьется семенами. Для предотвращения выдувания легковесных семян из бороздок при малом высеве заслонку надо прикрыть (положение переключателя «Z»).

Пневматическая универсальная сеялка С-6 (рис. 6.4) включает раму, спицу, опорно-приводное и опорное колесо, бункер 5, дозаторы 3 и 4, эжектор 7, вентилятор 8 с механизмом привода, семявоздухопроводы 6 и 10, распределитель потока семян, сошники 11 и загортачи 12, сетку 13 и ворошилку 14. При движении агрегата по полю материал из бункера вращающимися катушками дозатора высевающих агрегатов 3 и 4 подается в эжектор 7, подхватывается потоком воздуха, создаваемого вентилятором 8, и транспортируется по семяпроводам в распределитель 9, затем - в сошники 11 и дальше - на дно бороздок.

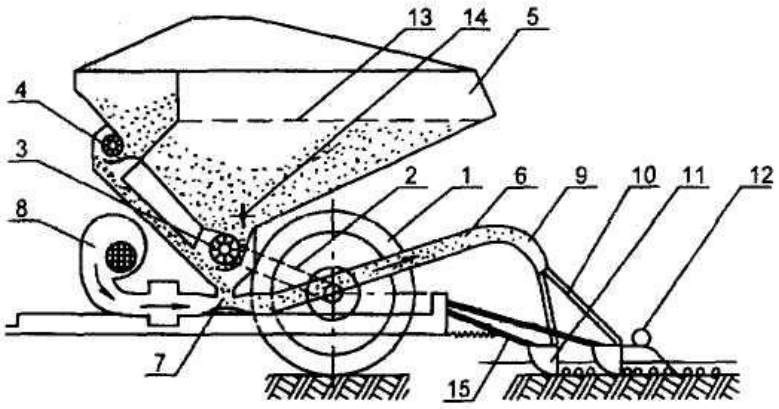


Рис. 6.4. Технологическая схема пневматической универсальной сеялки С-6: 1 - опорно-приводное колесо; 2 - цепная передача; 3, 4 - высевающие аппараты; 5 - бункер; 6, 10 - семявоздухопроводы; 7 - эжектор; 8 - вентилятор; 9 - распределитель; 11 - сошник; 12 - пружинный загортач; 13 - сетка; 14 - ворошилка

Привод дозаторов осуществляется от приводного колеса сеялки цепной передачей, а вентилятора - от ВОМ трактора. Вождение сеялки осуществляется по следам маркера, закрепленного на тракторе.

Рабочая ширина захвата - 6 м, производительность - 6 га/ч при рабочей скорости посевного агрегата 12 км/ч, обслуживает сеялку тракторист. Комбинированные сеялки MegaSeed (рис. 6.5) имеют различную рабочую ширину захвата - 3; 4; 4,5; 6 м. Межрядковое расстояние при посеве составляет 12,5 см. Сеялка может использоваться в зависимости от состава рабочих органов как для обычного посева по вспаханной почве, так и для мульчированного сева (бесплужная обработка почвы). При этом посев производится в смесь из измельченных остатков растений и земли (поверхностная мульча), которая подготавливается благодаря предшествующей технологической обработке. На относительно легких почвах возможен процесс прямого посева "Direktsaat", т.е. без предварительной обработки почвы может производиться посев с использованием только рабочих органов комбинированной сеялки для мульчированного сева.

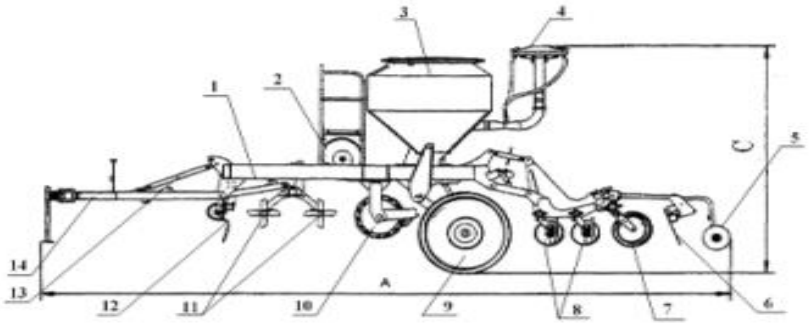
Сеялка MegaSeed в зависимости от имеющегося поверхностного слоя почвы может оснащаться по выбору: двухрядной диско-ножевой бороной, комбинацией борон с S-образными вибрационными зубьями, расположенными в два ряда, а также двухрядным зубчатым катком или двухрядными дисковыми

мульчирующими рабочими органами для обработки почвы, которые комбинируются соответственно с зубчатым катком диаметром 660 мм, мульчирующим катком (640 мм) или обрезиненным катком (640 мм).

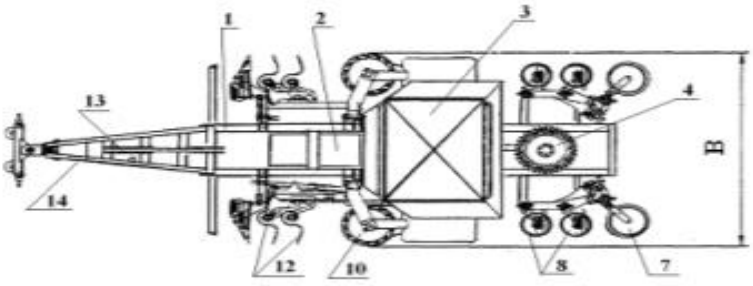
Рабочий процесс комбинированной сеялки MegaSeed протекает следующим образом.

В начале работы гидравлический рычаг управления сеялкой устанавливают в рабочее положение. Глубина хода рабочих органов в зависимости от высеваемой культуры и типа почвы устанавливается регулировочным механизмом относительно прикатывающих катков.

Прикатывающие катки обеспечивают оптимальное уплотнение и равномерную заделку семян на заданную глубину посадки. Широкие гибкие эластичные шины предотвращают их утопание на лёгких почвах, а также налипание клеящихся почв. Вырезные дисковые сошники на шарикоподшипниках нарезают бороздки для посева семян. Высокое давление на сошники (до 800 Н/сошник) обеспечивает устойчивую работу высевающих органов на повышенной и высокой рабочих скоростях и равномерную глубину заделки семян на различных почвах. При недостаточной несущей способности почвы нагрузку на сошники во время работы можно снизить.



а



б

Рис. 6.5. Комбинированная сеялка MegaSeed: а - вид сбоку; б - вид сверху: 1 - рама; 2 - вентирятор; 3 - бункер; 4 - распределительная головка; 5 - мульчирующий каток; 6 - пружинный загортач; 7- прикатывающие катки; 8 - дисковые сошники; 9 - опорно-приводное колесо; 10 - зубчатый каток; 11- диско-ножевая борона; 12 - рыхлители; 13 - талреп; 14 - прицепное устройство; А - длина; б - ширина; С - высота сеялки

Идущий сзади пружинный загортач, благодаря изменению угла атаки, позволяет работать на участках с высоким содержанием остатков растений, при этом не забиваясь. Сеялка с диско-ножевыми боронами и мульчирующими дисками рекомендуется для работы с интенсивным заделыванием растительных остатков в почву.

Неосвоенные резервы посевных машин

За последнее десятилетие технологии сева и посевные машины сделали значительный шаг вперед. Однако пока практика часто отстает и передовые наработки внедряются медленно, а между тем они позволяют существенно сократить затраты и повысить продуктивность посевов. Какие же резервы посевных машин все еще остаются неосвоенными?

ВАСИЛИЙ АСТАХОВ,
заместитель директора Центра повышения квалификации руководящих работников и специалистов Могилевского облсельхозпрода, доктор технических наук

Существующие системы земледелия, несмотря на достигнутые успехи, уже не в состоянии справиться со своей главной задачей — обеспечить долгосрочное решение мировой продовольственной проблемы. Они нерационально расходуют невозобновляемые ресурсы: топливо, удобрения, химические средства и т. д. Специалисты из разных стран прилагают все больше усилий для разработки научных основ экологически сбалансированного сельского хозяйства. Оно должно не только быть экономически выгодным, но и рационально использовать природные ресурсы, обеспечивать охрану окружающей среды и создавать безопасные условия для жизни человека.

Некоторые идеи ученые черпают в природе. Многие экосистемы обладают высокой продуктивностью и стабильностью на протяжении миллионов лет без всякого вмешательства человека. Что помогает природе процветать без плуга, удобрений, химзащиты — вот главный вопрос. Разгадать его и максимально использовать полученные знания в сельском хозяйстве — задача сегодняшнего дня.

Видимо, одной из основ устойчивости этих систем в широком диапазоне условий внешней среды служит биологическое разнообразие. Природа сама подбирает различные растения, которые, будучи соседями, позитивно влияют друг на друга. Эти взаимодействия являются объектом многолетних исследований как отечественных, так и зарубежных ученых.

Уже установлено, что целесообразнее делать смешанные посевы, в особенности для кормовых целей. Этот подход позволяет не только повысить их продуктивность и устойчивость, но и сбалансировать корма по протеину. Однако качественно провести такой посев не всегда удается из-за отсутствия соответствующих технических средств.

В то же время игнорирование принципа соседства различных видов растений, переход к севооборотам с короткой ротацией и монокультуре приводит к негативным последствиям в растениеводстве — массовому использованию химических препаратов для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями. Это, в свою очередь, увеличивает нагрузку на почву и водные ресурсы, не говоря уже о постоянном росте затрат.

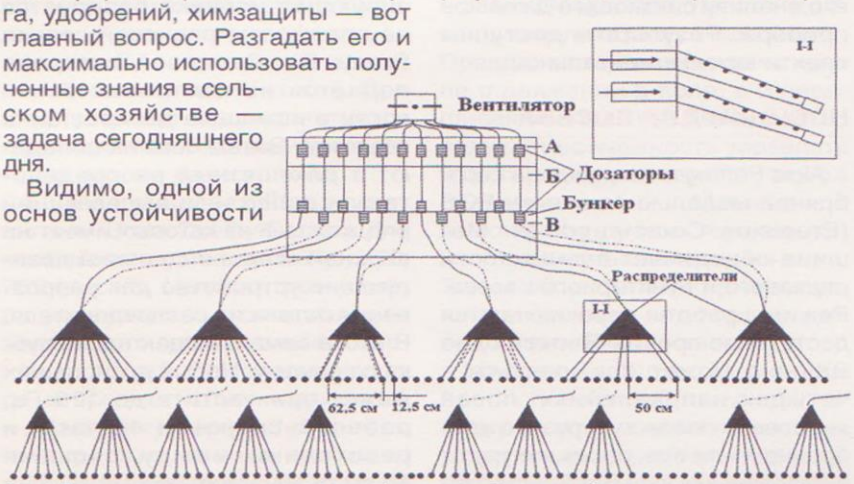


Рис. 1. Принципиальная схема универсальной высевающей системы для пневматических сеялок и комбинированных агрегатов

НЕДОСТАТКИ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

В последнее десятилетие произошел качественный скачок в производстве посевных агрегатов, соответствующих жестким требованиям технологий посева различных культур. Существенный прорыв сделан в качественной заделке семян на заданную глубину даже на полях с растительными остатками (фирмы «Квернеланд», RABE и др.). Не последнюю роль в этом сыграли информационные технологии и электронные системы управления тракторами, рабочими агрегатами и их исполнительными механизмами.

Применение компьютеров в сельскохозяйственном производстве обеспечило возможность автоматизировать многие процессы и значительно улучшить качество выполнения большого числа операций. Использование космических технологий позволило заговорить о точном земледелии в широком смысле этого слова. Однако на практике удается реализовать лишь отдельные элементы данной технологии по причине несовершенства некоторых существующих машин и их исполнительных механизмов.

В качестве примера можно привести комбинированные посевные агрегаты для зерновых культур как отечественного, так и зарубежного производства с использованием пневматических централизованных высевающих систем (АППМ-6, RABE, Horsch, Amazone, MSC и др.). Использование механического привода дозирующих катушек не позволяет изменять норму высева семян и удобрений (при наличии второй системы) в соответствии с картой-заданием на основании агрохимического обследования полей. Эти системы также не дают отключать часть (секцию) агрегата, которая провела посев во время предыдущего прохода, в случае если машина повторно захватывает засеянный участок, когда

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
(029) 324-0-324 (029) 731-0-731
Тел./факс: (017) 31-31-000

контурность поля требует именно такого движения (ввиду наличия на поле препятствий, блюдец, по окраинам полей и т. д.). В результате в этих местах происходит двойной посев, что ведет к перерасходу семян и ухудшению состояния участков к моменту уборки. К сожалению, на полях с уклонами, которые характерны для Беларуси, такие системы с вертикальными головками не могут обеспечить даже качественный равномерный посев, не говоря уже о технологиях точного земледелия. И, пожалуй, самое печальное (в особенности для агрономов) то, что существующие посевные машины не способны обеспечить качественный посев травосмесей и зерновых колосовых с зернобобовыми, которые рекомендуется высевать не в смеси, а отдельно в свой рядок и на заданную глубину. А ведь это так важно для развития молочного скотоводства! Если, конечно, нам нужна качественная кормовая база для животноводства.

Имеются ли разработки, которые могут реализовать данные технологии и улучшить процесс посева? Еще в 2000 году белорусские ученые предложили принципиально новую высевающую систему. Сейчас она реализована в некоторых отечественных посевных агрегатах. Однако конструкторские решения до сих пор не в полной мере используют заложенный в ней технологический потенциал.

МАШИНЫ ДЛЯ ТОЧНОГО СЕВА

Если воспользоваться новейшими достижениями в электронных системах управления исполнительными механизмами машин, то возможности отечественной системы еще больше возрастут. Так, фирма «Квернеланд» оснастила электрическим приводом каждый высевающий аппарат на сеялках точного высева для пропашных культур, что позволило индивидуально включать и выключать любую секцию посевного агрегата в нужном месте. Это гарантирует отсутствие какого-либо перекрытия уже засеянных рядов, что особенно удобно на треугольных полях, поворотных полосах, участках неправильной формы.

При такой схеме можно сеять и в ночное время, т. к. система включения-выключения работает надежно и без сбоев. Машины, оборудованные технологией USOBUS в сочетании с GPS, GEO-Control и применением электрического привода аппаратов Optima E-Drive, — это большой шаг к точному высеву и экономии расходов.

Использование аналогичной электронной системы для отечественной высевающей системы группового дозирования позволило бы шагнуть навстречу технологии точного земледелия на посевных агрегатах для зерновых, зернобобовых и смешанных посевных культур. Подобных разработок в мировой практике до сих пор нет. При этом исчезла бы проблема травмирования семян, которая характерна для вертикальных головок, и значительно улучшилась



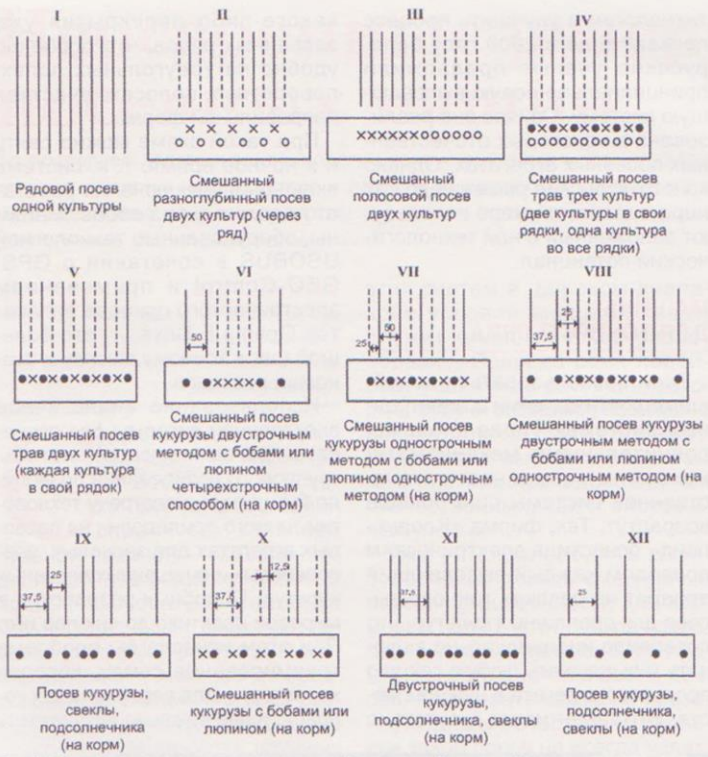


Рис. 2. Возможные схемы посева пневматической высевающей системой горизонтального типа

Таблица. Варианты конструкторского исполнения пневматической системы по ширине захвата посевного агрегата

Кол-во семяпроводов у распределителя	Кол-во дозаторов	Кол-во сошников	Ширина захвата при междурядье 125 мм, м
6	6	36	4,5
	8	48	6,0
	10	60	7,5
	12	72	9,0

бы равномерность распределения семян на полях с уклонами.

Отличительная особенность новой системы заключается в том, что одна катушка обслуживает один распределитель горизонтального типа, делящий поток на шесть частей (рис. 1). Привод каждой катушки идет от своего электродвигателя, управляемого компьютером. Бункер имеет три отсека: два равных — для зерновых, зернобобовых и пропашных культур, третий — для мелкосеменных культур и удобрений. Причем распределители семян устанавливаются попарно друг над другом или могут быть развернуты в одну линию.

Для посева семян на разную глубину (горох — глубже, ячмень — ближе к поверхности) передний и задний ряды сошников должны иметь возможность настройки относительно друг друга (передний ряд сеет глубже, задний — мельче). Также распределитель может делить поток на пять, четыре или три части, если установить соответствующий блок на выходе распределителя, не меняя его основных параметров. Такая схема выполнения высевающей системы позволит существенно расширить технологические возможности посевных агрегатов, в особенности при смешанном посеве (см. табл.).

Подобная высевающая система позволяет применять различные схемы смешанного посева культур на корм (рис. 2), что помогает сбалансировать зернофураж по протеину, наладить эффективное производство растительного белка, экономить минеральный и накапливать биологический азот, повышать плодородие почвы. То, что такой потенциал не используется в Республике Беларусь вот уже на протяжении около 20 лет, не имеет оправдания, т. к. разработок с аналогичными технологическими возможностями в мировой практике до сих пор нет.

СКОЛЬКО МОЖНО СЭКОНОМИТЬ?

Исключение участков с двойным посевом позволит сократить прямые затраты. Проведем простейшие расчеты. Даже если принять, что участки с двойным посевом зерновых составляют всего 1 %, то хозяйство на 2 000 га теряет около 5 т зерна. Это по оптимистичным оценкам. На практике при вождении посевного агрегата по маркеру без использования систем параллельного вождения перекрытие смежных проходов составляет минимум 30 см. Тогда при ширине посевного агрегата 6 м и площади поля 2 000 га перерасход семян достигает уже 25 т. Удручает и то, что в некоторых хозяйствах агрономы сознательно увеличивают норму высева на 25–30 кг/га даже при наличии современных посевных агрегатов. Результат — 50–60 т семян, выброшенных на ветер. Ну а то, что в отдельных случаях норма высева семян устанавливается на глазок механизатором, можно назвать преступлением. В итоге потери зерна при посеве у одного предприятия могут достигать 100 т. В масштабах страны это огромные цифры.

У нас больше внимания уделяют потерям при уборке. Они, конечно, несопоставимы с посевными. Даже официально белорусскому комбайну разрешены потери до 3 % (некоторым зарубежным — до 1,5 %). А в действительности они составляют 5 %, и это в лучшем случае. Если хозяйство намолотило 20 000 т зерна, то около 1 000 т осталось в поле. По расчетам ряда экспертов, страна лишается до 1 млн т зерна из-за несовершенных посевных и уборочных машин. Очевидно, по этой же причине западные специалисты усиленно внедряют электронные системы управления. Они вынуждены считать каждую копейку, и нам следует действовать так же. Сократить потери хотя бы наполовину — уже большой успех. Поэтому внедрение электронных систем управления конструкторскими организациями и производителями отечественных машин — требование времени, которое необходимо выполнить, если мы не хотим остаться в хвосте научно-технического прогресса.

120 ОДО «ХИМАГРОСНАБ 2000» СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ (029) 324-0-324 (029) 731-0-731 Тел./факс: (017) 31-31-000

Тема 7. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Актуальность применения цифровых технологий точного земледелия (ТЗ) в производстве растениеводческой продукции в последние годы все более возрастает. Однако даже в развитых странах процесс их внедрения сдерживается из-за отсутствия на рынке интеллектуальных систем (ИС) поддержки, выработки и реализации агротехнологических решений на основе разнородных данных и проблемно-ориентированных знаний.

Интеллектуализация производства – это модернизация производства, при которой выполнение технологических процессов и организационно-экономическое управление производством основываются на широком применении интеллектуальных умных системам (smart systems).

В последние годы интеллектуальные системы получают все более широкое применение при создании сельскохозяйственной техники, что в значительной мере обусловлено повышением общего уровня развития и расширением функциональных возможностей интеллектуальных систем. При этом основные направления интеллектуализации в сфере АПК определяются рядом факторов, в том числе отраслевой структурой АПК, а также той эффективностью, которая может быть достигнута в результате использования интеллектуальной сельскохозяйственной техники в отдельных отраслях АПК и конкретных видах агропромышленных производств.

Агропромышленный комплекс – это совокупность взаимосвязанных отраслей экономики, взаимодействующих при производстве, переработке и коммерческой реализации сельскохозяйственной продукции, обеспечивающих потребности населения в пищевых продуктах и товарах народного потребления из сельскохозяйственного сырья.

Эффективность использования интеллектуальной сельскохозяйственной техники в отдельных отраслях АПК и конкретных видах агропромышленных производств определяется соотношением эффекта и затрат, вызвавших этот эффект. Под эффектом понимается положительной результат, который получается в результате использования интеллектуальной сельскохозяйственной техники. В общем случае эффект может быть политическим (обеспечение экономической независимости, продовольственной безопасности), экономическим (снижение себестоимости продукции, рост прибыли, рост производительности труда и т. д.), социальным (улучшение условий труда, повышение материального уровня жизни и здоровья население и т. д.), экологическим (уменьшение вреда).

Главным условием интеллектуализации сельского хозяйства является применение интеллектуальной сельскохозяйственной техники, т.е. высокоавтоматизированных технических средств, способных оптимизировать

свое внутреннее и внешнее состояние (расположение в пространстве) по специальным компьютерным программам, в которых производительность и качество работы машин являются от изменяющихся параметров агрофона.

Это будет способствовать цифровой трансформации сельского хозяйства в целом, расширять возможности перехода к «умному сельскому хозяйству», повысит привлекательность отрасли и обеспечит рост производительности труда [1]. Переход к реальной цифровой экономике в аграрном производстве связан в первую очередь с технологиями точного земледелия. Он предусматривает создание продуктов и сервисов, основанных на автоматизации и роботизации технологических процессов, геопозиционировании, искусственном интеллекте, «больших данных» и других информационных технологиях. Их масштабное распространение обеспечит ускоренный перевод сельского хозяйства на новый технологический уклад, в основе которого лежит дифференцированный подход к объектам управления (посевам или отдельным растениям) и среде их обитания [2, 3]. В последние годы, когда компьютер есть почти у каждого специалиста и активно развивается сеть Интернет, открывается реальная возможность воплощения в жизнь пророческого высказывания А. Ф. Иоффе.

В 1955 г. на Всесоюзном совещании ученых-агрономов, зоотехников и биологов академик сказал: «Не далеко то время, когда решающую роль в управлении сложнейшей отраслью человеческой деятельности будет играть электронный агроном, способный учесть множественность сложнейших зависимостей в сельском хозяйстве и предложить единственно правильное решение по оперативному управлению сельскохозяйственным предприятием» [4]. Для реализации идеи А. Ф. Иоффе компьютер должен вобрать в себя все базовые агрономические сведения, алгоритмы выработки технологических решений применительно к конкретным почвенно-климатическим и экономическим условиям конкретного сельскохозяйственного предприятия, то есть речь идет о создании интеллектуальной системы (ИС) по управлению знаниями. Эти знания включают в себя формализованные описательные (декларативные) агротехнологические знания, основанные на многолетнем опыте земледельцев, и процедурные знания (математические модели), которые получают расчетным способом. Исторические предпосылки и методологические основы построения интеллектуальных систем.

Компьютерные системы поддержки принятия решений (СППР) в земледелии и растениеводстве возникли вследствие естественного развития и обобщения информационно-справочных систем и систем управления базами данных. Начавшийся в конце 60-х гг. прошлого века переход от экспериментально описательного уровня агрономической науки к уровню выявления количественных закономерностей и теоретических обобщений создал предпосылки для зарождения качественно нового принципа управления агротехнологиями. Главная его особенность заключается в переходе от интуитивных решений, основанных только на опыте земледельца, к количественно обоснованным приемам управления

технологическими процессами с применением ЭВМ для обработки информации.

Практическое использование ЭВМ при производстве растениеводческой продукции началось в 70-е гг. прошлого века при реализации методов программирования урожаев. На этом этапе ЭВМ были предназначены, в основном, для решения информационно-справочных задач путем выдачи разнообразных справок о текущей метеорологической обстановке, условиях и ходе вегетации растений на полях с программируемым урожаем в текущем году [5]. Следующий этап, начавшийся примерно с середины 80-х гг., был обусловлен стремительным развитием имитационного моделирования продуктивности агроценозов, которое естественно, привело к совершенствованию информационных систем [6]. Модернизированная включала в себя уже не только информационно-справочные данные, полученные на основе обобщения почвенно-климатических показателей, но и имитационные динамические модели продукционного процесса, значительно расширившие возможности автоматизированного комплекса. Реализованные на ЭВМ модели позволяли количественно оценить такие процессы, происходящие в системе «почва – растение – атмосфера», как радиационный режим посева, турбулентный перенос тепла, влаги и углекислого газа в посеве, динамика теплопереноса в почве, фотосинтез и дыхание, развитие и рост растений, распределение ассимилянтов по органам растения и формирование урожая [7]. Однако сравнительно большое количество времени, требующегося существовавшим в те годы ЭВМ для расчетов на основе имитационных моделей, и централизованный подход в использовании вычислительных ресурсов сделали невозможным выполнение в приемлемое время необходимых вычислений для всех обслуживаемых хозяйств, а тем более для всех сельскохозяйственных полей, имеющихся в базе данных. По этой причине компьютерная реализация СППР на основе динамических имитационных моделей не получила широкого распространения на практике. Кроме того, поскольку значительная часть агротехнологической информации априори носит описательный характер, эффективная реализация подобного рода сведений на ЭВМ требовала более совершенного математического аппарата по формализации накопленных знаний.

В конце XX в. появился понятийный аппарат, основанный на достижениях науки в области искусственного интеллекта [8]. После чего начался третий этап проектирования СППР для земледелия и растениеводства. Этот аппарат позволяет применять не только традиционные математические, но и логические, а также логико-лингвистические модели, при создании которых возможно использование терминологии естественного и агрономического языков предметного специалиста. Это значительно расширило круг задач, которые могут быть формализованы и, следовательно, в большей степени обеспечены инструментарием представления и подвергнуты последующей электронной обработке для синтезирования агротехнологий на основе описательных и процедурных знаний. Учитывая

новые достижения, ученые АФИ сконцентрировали внимание на обосновании, функциональных возможностях и создании специализированной системы управления блоком комплексирования и выработкой технологических решений на основе логического сопряжения баз знаний и данных, структуры которых позволяют конструировать эффективную систему хранения и извлечения информации [9]. Тем самым было положено начало созданию экспертных систем для управления агротехнологиями. Обычная экспертная СППР не обладает функциями автоматического формирования окончательного решения и соответствующего его сопровождения, которое обеспечивает также последующую автоматическую реализацию выработанного ЭВМ решения в поле. В то же время известно, что для реализации тех или иных агротехнических приемов по технологии точного земледелия (ТЗ) необходимо предварительно составить на стационарном компьютере карту задание для бортового компьютера. На ее основе происходит реализация агро приема в режиме «off-line» или «on-line» [10]. Поставляемые производителями прецизионной сельскохозяйственной техники программные продукты не обладают возможностью автоматической выработки окончательного решения на основе процедурных и описательных знаний, то есть они не способны, например, выдать карту-задание с соответствующим сопровождением и обеспечить таким образом реализацию наукоемкой технологии непосредственно в поле. Поэтому процесс освоения достижений в области ТЗ существенно сдерживает отсутствие на рынке программно-аппаратных продуктов универсального типа.

Следует отметить, что на сегодняшний день, несмотря на обилие представленных программных продуктов (SSToolBox, Agronet WC, Agromap, Mapinfo, Demetra, 1С и др.), не существует единой компьютерной системы, позволяющей лицу, принимающему решение, работать со всей необходимой информацией в одном программном пакете, обеспечивающем синтез информационно технологических приемов и их реализацию в режимах «off-line» и «on-line».

К тому же предлагаемое на рынке программное обеспечение в основном импортное, что создает определенные проблемы при его использовании [11]. Подобное положение дел связано, прежде всего, с тем, что в странах, занимающихся ТЗ, с самого начала основные усилия были направлены на создание специальных машин и оборудования, позволяющих дифференцированно выполнять некоторые технологические операции: точный посев, внесение удобрений, обработку средствами защиты растений и др. Фирмы, выпускающие эту технику, предоставляли также соответствующие специализированные программы, позволяющие в интерактивном режиме (при непосредственном взаимодействии с пользователем) формировать карту-задание на выполнение конкретного агроприема. При этом вопросы оптимизации, выбора и обоснования норм технологического воздействия пользователь решал самостоятельно. Такой подход привел к появлению многочисленных разно платформенных

предложений от фирм-изготовителей по оснащению программно-аппаратными средствами ТЗ, которые, в конечном счете, не обеспечивают эффективное управление производством. Причина заключается в том, что большинство производителей затрудняется с принятием решения именно из-за слишком большого количества разноплановой информации и сложности выбора оптимального варианта при интерпретации тех или иных данных. В связи с этим в последние годы центр тяжести исследований переместился в область математического, информационного и программного наполнения систем точного земледелия с целью максимально полного использования разнородных данных для обоснования выбора и реализации тех или иных решений. В агрономии, преимущественно описательной науке с большим и разнородным объемом знаний, специалисту, занятому непосредственно в производстве, довольно трудно оценить их полностью. Создаваемая интеллектуальная система, таким образом, должна стать незаменимым помощником в планировании и принятии решений на всех уровнях управления, а также в реализации агро приёмов на сельскохозяйственном поле в системе ТЗ. В АФИ создана первая очередь ИС, построенной на знаниях (рис. 7.1).



Рис. 7.1 Функциональная структура интеллектуальной системы

Ядро ИС – СППР нового поколения – база знаний. Для поддержки принятия решений на различных временных уровнях (в том числе при использовании технологии точного земледелия) система включает в себя, наряду с базой знаний, следующие функциональные блоки: базу данных, ГИС-инструменты, подключаемые модули, интерфейсы экспертного и пользовательских уровней, машину вывода (генерация адаптивных

агротехнологий), интерфейсы приема передачи данных с бортовыми и полевыми компьютерами. Центральная парадигма интеллектуальных технологий сегодня – представление, формализация и обработка знаний. Рассматриваемая система управления агротехнологиями основана на знаниях, с элементами экспертной системы, ориентированной на тиражирование опыта высококвалифицированных специалистов в областях, в которых качество принятия решений традиционно зависит от профессионального уровня экспертов. Очевидно, что для сельского хозяйства уровень экспертизы при принятии решений весьма важен, так как ошибки могут привести к значительным потерям количества или качества урожая и, как следствие, к неэффективности работ, проводимых в течение целого года. В реальных хозяйствах, несмотря на часто высокий профессиональный уровень агрономов и руководителей, экспертиза не может быть полностью объективной, поскольку человек (и даже группа людей) не может располагать информацией обо всех существующих методах, рекомендациях и практиках по тому или иному вопросу. Предлагаемая ИС должна стать мощнейшим подспорьем в экспертной оценке ситуации и принятии оптимального решения. Она имеет два интерфейсных уровня – экспертный и пользовательский. На экспертном уровне работают специалисты в области агротехнологий – эксперты-профессионалы, создающие типовые или базовые агротехнологии, технологические адаптеры, подключающие к ИС программные модули и математические модели. На этом уровне происходит заполнение нормативной базы данных (БД) справочной информацией, используемой для формирования базы знаний (БЗ), – агротехнологическими картами и адаптерами, другими словами, знаниями экспертов, формализованными в электронном виде.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УМНЫХ СИСТЕМ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Пользовательский уровень предназначен для агрономов или руководителей, – конечных потребителей тех знаний (агротехнологий, адаптеров, моделей и др.), которые были формализованы на экспертном уровне. На этом уровне пользователь на основании базовых агротехнологий и технологических адаптеров, созданных экспертами БЗ, генерирует адаптивные агротехнологии для собственных полей с учетом актуальной информации о хозяйстве. Такие адаптивные агротехнологии можно оценивать с экономической и экологической точки зрения и в случае неудовлетворительных оценок менять их параметры (добавлять или исключать те или иные агротехнические операции). То есть еще на этапе планирования пользователь (агроном или руководитель) может смоделировать различные варианты агротехнологий на предстоящий период для каждого поля и оценить результат. Возможность редактирования агротехнологий (изменения параметров) позволяет, в итоге, выбрать оптимальный по экономическим или экологическим параметрам пакет

агротехнологий для всех полей хозяйства. Для реализации этой возможности пользователь заполняет БД актуальной для конкретного хозяйства информацией. В общем виде это основные массивы данных, с которыми работает сельскохозяйственное растениеводческое предприятие, и которые необходимы для генерации агротехнологий, адаптированных для конкретного поля в конкретном хозяйстве.

«Поля» – в этом массиве хранится информация по сельскохозяйственным полям (паспорта полей), включающая общие характеристики (площадь, номенклатурный номер и др.), агрономические и почвенные, агрофизические и агрохимические параметры, историю поля (культуры, сорта, урожайность, севообороты и др.).

«Растения» – этот массив содержит данные о культурных и сорных растениях (виды и сорта культур, их агрономические и сортовые особенности, рекомендации по возделыванию, описания сорняков, средств и методов борьбы с ними).

«Техника» – в этом массиве хранятся сведения о типах и разновидностях сельскохозяйственных машин, орудий, агрегатов и оборудования, имеющихся в хозяйстве. Здесь описаны все необходимые для агротехнологии параметры техники: назначение, диапазоны агрегатируемой и мощности, расход топлива, ширина захвата и др.

Массив «Агрохимикаты» содержит данные о применяемых удобрениях и средствах защиты растений от сорняков и болезней. В БД хранятся паспорта каждого вносимого агрохимиката — его назначение, содержание действующих веществ, рекомендуемые правила применения, а также другие нормативные и справочные показатели.

Массивы «Финансы» и «Кадры» хранят информацию соответственно об основном финансовом и кадровом обеспечении агротехнологических процессов в хозяйстве. Такие сведения необходимы при планировании агротехнологии с точки зрения ее полной стоимости или стоимости отдельной операции, а также обеспеченности исполнителями. В массиве «Помещения» содержится информация о помещениях, имеющих различное значение в реализации агротехнологий. Это, как правило, склады, сортировочные и сушильные комплексы.

Массив «Метеоусловия» хранит сведения о метеорологической обстановке в конкретной местности, а также служит источником исходных данных для подключаемых моделей, которые используют метеопараметры для расчетов и прогнозов. Отличительная особенность рассматриваемого комплекса — поддержка технологий точного земледелия. При наличии в хозяйстве необходимой техники и оборудования обеспечивается подготовка информационно-технологической базы точного земледелия: создание электронных контуров полей и пространственно-ориентированных картосхем по агрохимическим и агрофизическим показателям, дифференцированное внесение агрохимикатов, работа со спутниковыми и аэрофотоснимками, импорт карт урожайности, картосхем и снимков при помощи различных протоколов обмена данными с бортовыми компьютерами сельхозтехники и

мобильных комплексов. Функционал системы поддерживает возможность использования различных математических моделей и предлагает гибкий инструментарий для формализации знаний, генерации и представления результатов, в том числе с использованием ГИСтехнологий.

В частности, разработанный в лаборатории информационного обеспечения точного земледелия института геоинформационный модуль ГИС-АФИ, интегрированный в систему, позволяет получать, хранить, анализировать и визуализировать пространственной ориентированные данные, привязанные к координатам с использованием GPS/ ГЛОНАСС-приемников, а также создавать для сельскохозяйственной техники, оснащенной бортовыми компьютерами и GPS/ГЛОНАСС-приемниками, карты задания на выполнение агротехнических операций дифференцированно с учетом местонахождения техники в поле.

Программное приложение ГИС-АФИ поддерживает все основные форматы данных, что позволяет импортировать/ экспортировать ГИС-данные в различных источников. Апробацию ИС проводили с целью формирования с ее использованием технологических рекомендаций, обеспечивающих производственный процесс полевых исследований, в которых изучали влияние сложности и контрастности почвенного покрова на продуктивность различных сельскохозяйственных культур. Для этого на полигоне АФИ проводили многолетний сравнительный эксперимент. Изучали несколько вариантов технологий различной интенсивности: экстенсивная – контрольный вариант, при котором проводили только основные агротехнические мероприятия без дополнительных затрат; высокоинтенсивная, предусматривающая внесение удобрений и средств защиты растений в размерах, полностью удовлетворяющих потребность посева в период вегетации; точное земледелие – дифференцированный подход к расчёту и внесению средств химизации в зависимости от показателей плодородия полей и состояния посевов.

При апробации ИС использовали навигационное оборудование «Агро навигатор плюс», которое комплектуется приемником спутниковых навигационных сигналов системы ГЛОНАСС и обеспечивает субтитровую точность вождения техники. В полевых условиях были задействованы две машины РМУ-8000 и Amazone, оснащенные электронной системой для автоматического управления дозирующими элементами, а управляющим компьютером служил «Агро навигатор плюс». Результаты сравнительного анализа показали, что благодаря дифференцированному внесению азотных удобрений по технологии ТЗ значительно увеличилось качество растениеводческой продукции, агрохимическая нагрузка на окружающую среду снизилась на 35…60 %, а окупаемость удобрений и средств защиты растений повысилась в 1,5…1,7 раза на фоне существенного роста урожайности. При этом сокращение объёма применяемых азотных удобрений в варианте «точное земледелие» было достигнуто в основном в результате дифференцированных подкормок в вегетационный период. Для проведения азотных подкормок на опытных полях закладывали тестовые

площадки, в почву которых вносили азот в различных дозах. Регулярно проводили дистанционное обследование посевов с использованием беспилотных летательных аппаратов самолётного и вертолётного типов, разработанных в АФИ . На них размещали цифровые камеры для получения аэрофотографий посевов в видимой и инфракрасной областях спектра электромагнитного излучения. На каждой аэрофотографии поля отображали тестовые площадки с известной дозой внесённых азотных удобрений (рис. 7.2).



Рис. 7.2 Поле пшеницы с тестовыми площадками (цифрами обозначены дозы азота, кг д.в./га).

Средние значения колориметрических (цветовых) характеристик посева на каждой из тестовых площадок – эталонные. Посредством сравнения с ними параметров остальных зон поля проводили оценку потребности растений в азоте. В частности, выделение участков поля, на которых необходимо внесение азотных удобрений, выполняли автоматизированным методом построения калибровочных кривых, описывающих зависимость между дозой азота и цветом посева на эталонных участках. Такой подход позволяет оценить обеспеченность растений азотом на любом участке поля (рис. 7.3).

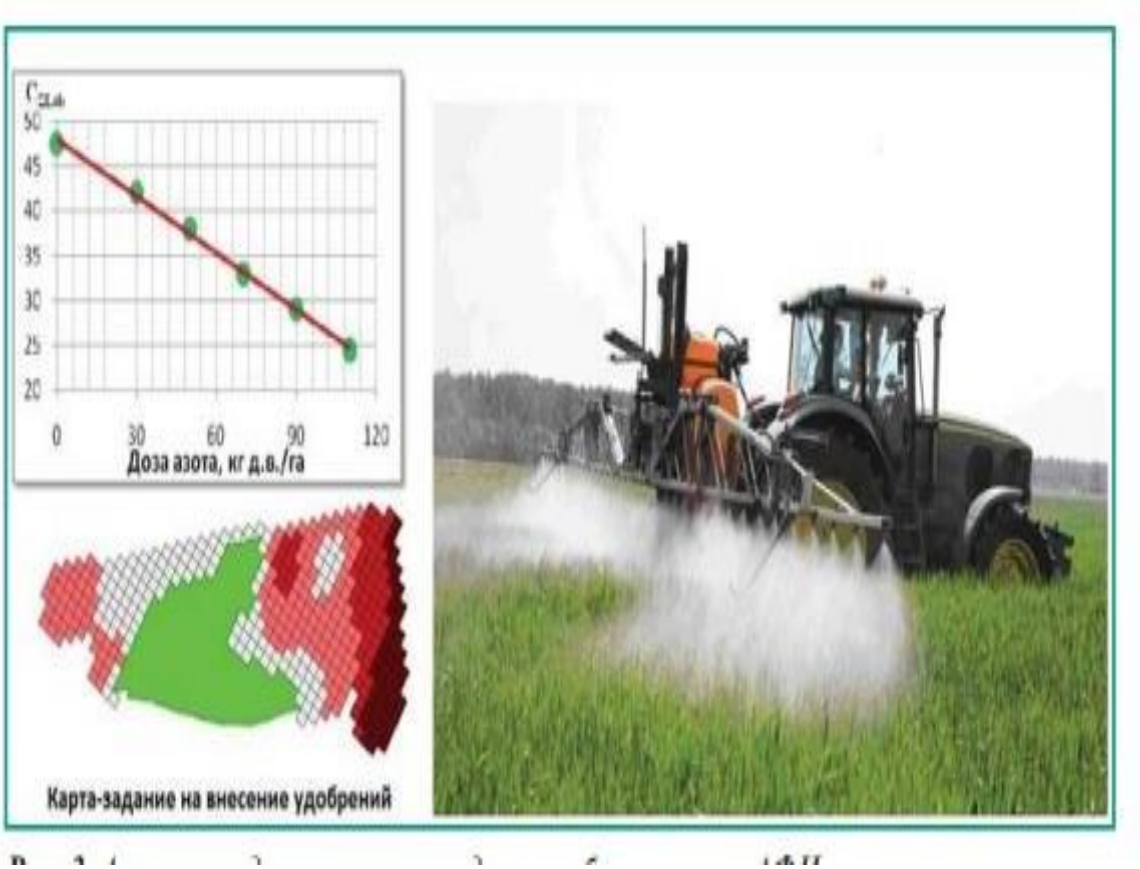


Рис. 7.3. Азотная подкормка

Это доступный, недорогостоящий и достаточно эффективный метод мониторинга посевов, оценки их потребности в азотном питании и прецизионного внесения удобрений, позволяющий обойтись без использования довольно дорогих импортных сенсоров и существенно сокращающий издержки освоения точного земледелия в хозяйствах. Кроме того, весь технологический цикл выполняется полностью в автоматическом режиме и позволяет оперативно в течение одного дня оценить потребность посева в азотном питании и провести дифференцированную подкормку. Таким образом, очевидно, что любое движение вперед в земледелии в конечном итоге связано с возможностью совершенствования управления продукционным процессом в агро-экосистемах. Разработанная позволяет руководителю хозяйства или агроному принимать обоснованные решения на всех временных уровнях, используя знания экспертов в этой области и собственный опыт.

РАЗНОВИДНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Интеллектуальные системы и интеллектуальные технологии. В начальный период развития искусственного интеллекта (в 1960-х гг.) под интеллектуальными системами понимали автоматические системы, способные решать задачи, традиционно относимые к сфере деятельности человека. Затем к интеллектуальным системам стали относить системы, моделирующие на компьютере работ клеток мозга и мышления человека. Позже, в 1980-х гг. интеллектуальными системами стали считать компьютерные системы, способные вести осмысленный диалог с человеком и усиливать интеллектуальную деятельность человека в различных сферах. В настоящее время интеллектуальные системы отражают высокий уровень развития современных информационных технологий и представляют обширную область проведение теоретических исследований.

Интеллектуальные информационные системы. Информатика как научная дисциплина изучает структуру и общие свойства информации, а также закономерности ее создания, преобразования, передачи и использования в различных сферах человеческой деятельности. Основные функции информационных систем: восприятие вводимых пользователем информационных запросов и необходимых исходных данных, обработка введенной и хранимой в системе информации в соответствии с известной информации.

Интеллектуальные адаптивные системы. С помощью адаптивных (самоприспосабливающихся) систем можно существенно изменять характер управления автоматизированным производством, делать его в наивысшей степени автономным и адаптируемым в отличие от обычного управления посредством компьютерного комплекса, который обрабатывает информацию по заранее известным законам и алгоритмам. Адаптивные системы способны сохранять работоспособность в условиях непредвиденного изменения свойств управляемого объекта, цели управления или условий изменяемой среды посредством смены алгоритмов своего функционирования или поиска оптимальных состояний. способам адаптации они разделяются на самонастраивающиеся, самообучающиеся и самоорганизующиеся системы.

Интеллектуальные роботизированные системы. В последние годы интеллектуальные системы активно внедряются в робототехнику.

Интеллектуальный робот – это интеллектуальная системой управления. Он обладает так называемой моделью внешнего мира, что позволяет ему действовать в условиях неопределенности информации. Если эта модель реализована в виде базы знаний, то целесообразно, чтобы база знаний была динамической. При этом коррекция правил вывода в условиях меняющейся внешней среды реализует механизмы самообучения и адаптации. Контролируя при этом процесс выполнения; если выполнение элементарного действия оказывается невозможным, то весь процесс

прерывается и выполняется новое (или частично новое) планирование; – система управления целями – определяет иерархию, т.е. значимость и порядок достижения поставленных целей. Важным свойством системы управления является способность обучению и адаптации, т.е. способность генерировать последовательности действий для поставленной цели, а также подстраивать свое поведение под изменяющиеся условия окружающей среды для достижения поставленных целей. Работа интеллектуального робота основывается на использовании систем искусственного интеллекта, методов нечеткой логики, искусственных нейронных сетей.

Структура интеллектуальной системы включает три основных блока: базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс, позволяющий вести общение с компьютером без специальных программ для ввода данных.

Нейронные сети используются в задачах адаптивного управления и как алгоритмы для робототехники. Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, вместо этого они обучаются. Возможность обучения – это одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Обучение нейронных сетей заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение. Беспроводные сенсорные сети. Беспроводная сенсорная сеть (wireless sensor network, WSN) – это распределенная, самоорганизующаяся сеть множества сенсоров и исполнительных устройств, объединенных между собой посредством радиосвязи. Область покрытия такой сети может составлять от нескольких метров до нескольких километров за счет способности ретранслировать сообщения от одного элемента сети к другому.

Использование сравнительно недорогих беспроводных сенсорных устройств открывает широкие возможности для применения систем телеметрии и контроля. Сенсорные сети используются для беспроводного сбора данных, мониторинга и обслуживания машин, контроля окружающей среды, управления безопасностью и во многих других областях.

Спутниковые навигационные системы. Спутниковая система навигации представляет с бой комплексную электронно-техническую систему, которая состоит из совокупности наземного и космического оборудования и предназначена для определения местоположения (географических координат и высоты) и точного времени, а также параметров движения (скорости и направления движения и т.д.) для наземных, водных и воздушных объектов. Она разрабатывалась и внедрялась как система двойного назначения, в первую очередь, для обеспечения безопасности, а также для решения гражданских научных и производственных задач. Основной принцип работы спутниковых систем навигации основан на определение местоположения путем измерения расстояния от антенны GPS-приемника на объекте (координаты которого требуется получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. В свою очередь, измерение расстояния от спутника до антенны

приемника основано на определенности скорости распространения радиоволн.

Типичная точность современных GPS приемников в горизонтальной плоскости составляет примерно 1-2 метра при хорошей видимости спутников. Для сравнения, точность GLONASS составляет +/-10 метров. При использовании систем дифференциальных поправок или WAAS, с применением особых алгоритмов, а так же с развитием нанотехнологий точность GPS может быть существенно увеличена.

Для повышения эффективности спутниковой навигации служит система RTK (Real Time Kinematic, - кинематика реального времени) – совокупность приемов ит методов получения координат и высот точек местности сантиметровой точности с помощью спутниковой системы навигации посредством получения поправок с базовой станции, принимаемых аппаратурой пользователя во время съемки.

УМНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

ТРАКТОРЫ И МАШИНОТРАКТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ

Тракторы. Интеллектуальные системы управления, которыми оснащаются тракторы, нацелены на повышение экономичности, надежности, мощности и производительности машины, а также на создание более комфортных условий для работы тракториста. Фирма Claass (Германия) реализовала концепцию интеллектуальной мощности трактора. С помощью разработанной фирмой системы CPS (Claass Power Systems) обеспечивается оптимальное управление параметрами работы двигателя и систем привода, что позволяет наиболее полно реализовать мощность при низком расходе топлива. Аналогичные разработки проводятся фирмой John Deere (США). В тракторе серии John Deere 6920 установлены двигатели PowerTech Plus с интеллектуальной системой регулирования мощности, что позволяет повысить и без того большую мощность и крутящий момент, развиваемые двигателем с системой впрыска топлива CommonRail и 4 клапанами на цилиндр. Система поддерживает максимальную мощность двигателя при буксировке тяжелых прицепов по полю или дороге, валковании на крутых уклонах. В мощных (до 560 л.с.) тракторах серии 9R/RT, производимых Р фирмой John Deer, предложено осуществлять привод вентилятора системы охлаждения клиноременным вариатором, автоматически изменяющим частоту вращения для поддержания необходимой температуры двигателя, а также гидросистемы. Нагретый воздушный поток, подаваемый вентилятором, отклоняется направляющими отверстиями в сторону.

Фирмой John Deere разработана оригинальная система управления мульти топливным двигателем трактора, который можно заправлять любым дизельным топливом, а также смесями их различных видов. Более того, трактор сможет работать на растительном масле (если оно по параметрам соответствует установленным нормам). Также привести выхлопы в соответствие с требованиями Tier IV (система классификации Tier служит для оценки надежности центров обработки данных).

Фирмы Claas и Valtra (Финляндия) внедрили на тракторах полуактивную подвеску кабины, задние упругие элементы которой автоматически приспосабливаются к изменению вибрационных параметров при движении. Для этого используются сигналы закрепленных на кабине датчиков ускорения, а также датчиков скорости движения, торможения и угла поворота руля. Управление процессом демпфирования осуществляется путем изменения магнитным полем вязкости демпфирующей жидкости (фирма Claas) или электрического регулирования поперечного сечения демпфирующего отверстия (фирма Valtra).



Рисунок 7.4. Трактор Fastrac с активной системой амортизации

Тракторы серии Fastrac-8250 фирмы JCB (Австрия) оснащены бесступенчатой многорежимной трансмиссией с интеллектуальным управлением V-TRONIC, что позволяет работать в любых условиях с оптимальной скоростью, обеспечивая повышение производительности и экономию топлива.В тракторах данной серии преимущества интеллектуальной бесступенчатой трансмиссии сочетаются с полностью независимой активной гидравлической подвеской, обеспечивающей высокий комфорт тракторов Fastrac при работе и безопасность при движении (рис. 7.4).

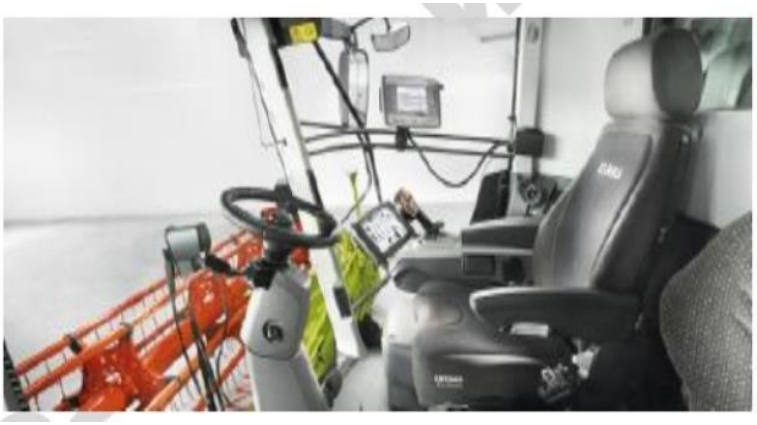


Рисунок 7.5. Электронно-программный комплекс EASY

К перспективным разработкам в области интеллектуальных систем управления работой трактора следует отнести электронно- программный комплекс EASY (Efficient Agriculture Systems – эффективные сельскохозяйственные системы) фирмы Claas (рис. 7.5), обеспечивающий управление машиной, оптимизацию производительности, контроль технического состояния машины (включая удаленную диагностику), различные программные решения для сельскохозяйственных предприятий.

Интеллектуальные системы управления машинотракторными агрегатами обеспечивают синхронизацию (гармонизацию) работы трактора и агрегированной с ним сельскохозяйственной машины с целью повышения эффективности работы агрегата в целом (до недавнего времени осуществлялось управление отдельными узлами трактора или сельскохозяйственной машины независимо друг от друга).

В последние годы получили распространение интеллектуальные системы управления машинотракторными агрегатами на основе международного стандарта ISO 11783 (ISOBUS), служащего для установления электронной информационной связи между тракторами и агрегирован- Умными с ним сельскохозяйственными орудиями.

Система ISOBUS позволяет стандартизировать компьютерную технику и программное обеспечение, лучше использовать, комбинировать и координировать работу машин и орудий, автоматизировать настройку машин и орудий на различные операции, осуществлять обмен данными между системами, находящимися в полевых условиях, и офисными компьютерами производителей сельхозпродукции. Она работает на основе шинной связи CAN-bus с использованием различных электронных средств. CAN-шина обеспечи-вает подключение любых исполнительных и управляющих устройств (всевозможных сенсоров, контроллеров и т.д.), которые могут одновременно принимать и передавать цифровую информацию.



Рисунок 7.6. Интегрированная система управления трактором с использованием шины CAN-bus

На (рис. 7.6) в качестве примера показана интегрированная система управления трактором на базе стандарта ISOBUS с использованием шины CAN-bus, разработанная ООО «Марафон» (Россия). Трактор оснащен комплектом электронных блоков управления (Electronic Control Unit, ECU) – ECU двигателя, ECU трансмиссии и ECU сцепки, функционирующих в соответствии с набором спецификаций J1939, установленных SAE (Society of Automotive Engineers International, Сообщество автомобильных инженеров). J1939 предназначается для мощных транспортных средств (тракторы, сельскохозяйственные машины, грузовые автомобили) и служит для объединения контроллеров в общую сеть. Сеть, созданная на основе J1939, в качестве канального уровня использует коммуникационную шину CAN (стандарт ISO 11783).

Фирмой John Deere на базе стандарта ISOBUS разработаны разно-образные системы, обеспечивающие взаимодействие между трактором и прицепным оборудованием. Примером тому является система взаимодействия трактора фирмы John Deere (Германия). В процессе работы фуражный прицеп замедляет или ускоряет ход трактора в зависимости от плотности и формы травяного покрова, что записывается на специальный сенсор, установленный на передней части трактора. Это позволяет определять уровень подачи травяной массы, что в итоге ведет к улучшению производительности и к меньшей утомляемости оператора. Другой примерр – баизирующаяся на стандарте ISOBUS система Tractor-Implement Automation (Автоматизация тракторного оборудования), разработанная обременительно к прицепу-измельчителю. С помощью ультразвукового сенсора, который определяет форму валка, и сенсора крутящего момента на измельчающем роторе скорость трактора регулируется в завиисимости от мощности валка. Также фирма John Deere использует стандарт ISOBUS для автоматического управления пресс-подборщиком (а также другими уборочными машинами), которое обеспечивает обмен данными в двух направлениях: от трактора к агрегируемой машине и от машины к трактору (рис. 7.7). Пресс-подборщик в зависимости от состояния валка управляет скоростью и направлением движения трактора, плотностью прессования рулона. При этом оптимизируется мощность трактора и формирует рулон равномерной плотности, а в сочетании с системами «быстрого реагирования», которые установлены на модели прессов 960 и 990, значительно сокращается время, затрачиваемое на выгрузку руло-Р нов.



Рисунок 7.7. Трактор и пресс-подборщик с системой ISOBUS

Синхронизация работы пресс-подборщика и трактора обеспечивает значительное (до 30 %) повышение производительности и экономный расход топлива. Так, рулонный пресс-подборщик john deere 864 в нужный момент передает трактору информацию о том, что рулон сформирован, после чего трактор без участия тракториста замедляет ход и останавливается. затем начинается процесс обматывания рулона сеткой, по завершению которого трактор автоматически выгружает рулон, затем весь цикл повторяется снова.

Еще одна разработка фирмы johnи deere – интеллектуальная система machine sync. тракторист, находясь в кабине трактора, может видеть на мониторе карту с местонахождением на поле других тракторов, комбайнов, прицепов и т.п. и принимать решения, необходимые в данный момент времени. устройство machine sync сообщает трактористу трейлера степень заполнения бункера, позволяя определить, как скоро потребуется разгрузка, к какиому комбайну подойти в первую очередь, если уборка поля ведется несколькими комбайнами. комбайнер, в свою очередь, может напрямую вызвать трейлер и начать разгрузку.

фирмой new holland (сша) разработана интеллектуальная система для корма заготовительного пресс-подборщика серии вв 9000, который не только осуществляет прессование тюка, его обвязку, но и определяет одновременно количество упаковочного корма (присоединяет бирку-чип с указанием влажности, сроков уборки и других показателей), что позволяет наиболее рационально и экономно составлять кормовой рацион при скармливании животным (рис. 7.8).



Рисунок 7.8. Пресс-подборщик new holland серии вв 9000

Компания krone (германия) предложила тюковой пресс bigpack 4×4 highspeed (рис. 7.9), который оснащен измерителем влажности, электронными весами и устройством для нанесения на тюки rfid-метки. Параметры спрессованного тюка передаются по каналам спутниковой связи, система управления машины может взаимодействовать с системой управления трактора, различным навигационным оборудованием и устройствами сбора данных.



Рисунок 7.9. Тюковой пресс bigpack 4×4 highspeed

Компания Krone разработала пресс-подборщик-обмотчик Ultima Non-Stop, который позволяет осуществлять процесс подбора зеленой массы, прессования, обмотки и выгрузки непрерывно (рис. 7.10). Размещенная в машине камера с функцией предварительного прессования и интеллектуальной системой регулирования позволяет полностью автоматизировать процесс. При этом скорость движения трактора автоматически устанавливается в зависимости от степени загрузки пресс-подборщика. Благодаря этому облегчается работа водителя, повышается пропускная способность машины до 50 % при максимальной плотности рулонов, снижаются затраты энергии.

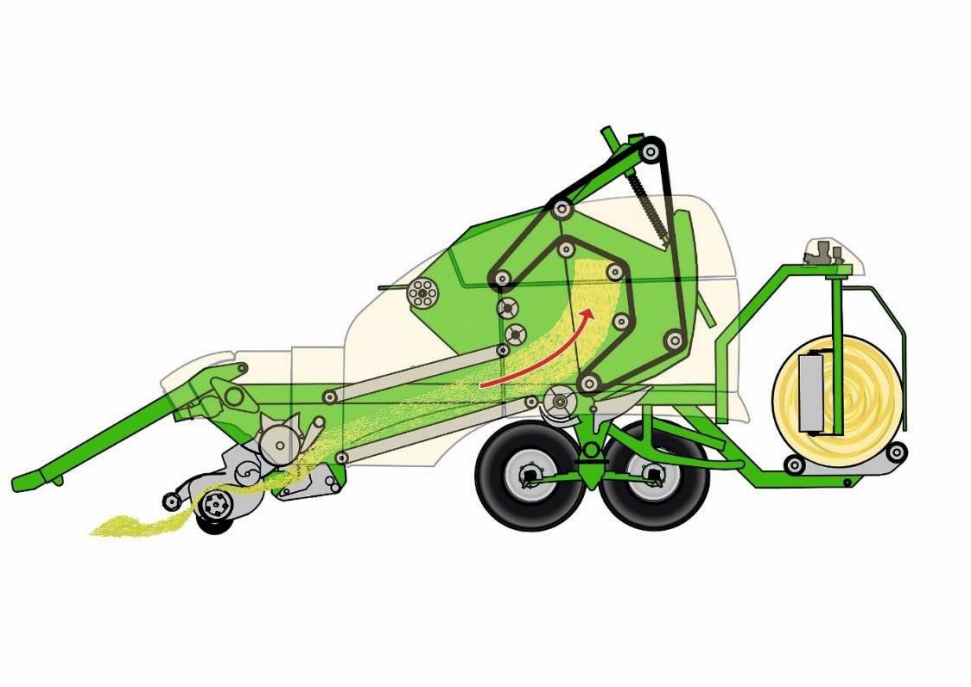


Рисунок 7.10. Пресс-подборщик-обмотчик Ultima Non-Stop

Существуют различные варианты интеллектуальных систем управления трактор-машина, предназначенных для работы с разными типами прицепного оборудования. Например, компания Grimme (Германия) выпускает системы управления корнеуборочными и картофелеуборочными машинами. В частности, практический интерес вызывает система управления картофелеуборочной машиной Potato Suite компании Grimme, которая позволяет следующим образом координировать функции картофелеуборочной машины с трактором: управление трактором осуществляется картофелеуборочной машиной, причем скорость движения трактора регулируется в зависимости от скольжения ботвиний ленты и загрузки сепаратора.

Фирмы Poettinger и John Deere создали «предусмотрительные системы» на самозагружающихся прицепах, осуществляющие дополнительные автоматические настройки трактора. Трактору задаются направление

движения и скорость движения для оптимальной загрузки. Установленная система распознает оптическими сенсорами валок перед машиной и своевременно регулирует скорость. На сегодняшний день систему приходится настраивать водителю. Однако ожидается, что в ближайшем будущем сенсоры будут самостоятельно настраиваться на оптимальную работу – определять состояние валка перед машиной и сравнивать полученные снимки с соответствующими показателями наклонного транспортера.

Компанией Lemken (Германия) выведена на рынок интеллектуальная антипробуксовочная система для почвенных катков. При работе катков большого диаметра, особенно на песчаных почвах, может произойти сдвиг почвы и образование складок или поперечных валов. Импульсное кольцо посевного агрегата измеряет действительную скорость движения и сравнивает с числом оборотов катка. В случае образования земельного наноса каток начинает пробуксовывать. В результате включения анти-пробуксовочной системы в систему Tractor Implement Management измерение пробуксовки катка может быть использовано для регулировки трехточечной навески на тракторе. Нагрузка временно переносится на задние колеса трактора или на ходовую часть навесного устройства, пока буксование не прекратится. Таким образом удается добиваться равномерного заглубленияи безаварийной работы с равномерной потребностью в тяговой силе.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ

Интеллектуальные системы широко применяются для автоматических различных функций сельскохозяйственных машин эти системы служат для повышения эффективности машинами полевых работ. Наиболее широкое распространение получили в уборочных машинах. Фирма New Holland CNH (Германия) создала систему IntelliCruise, которая изменяет скорость движения комбайна в соответствии с величиной потока убираемой массы. Система измеряет количество поступающей массы на жатке и подающем шнеке путем изменения натяжения приводного ремня, после чего задается определенная рабочая скорость движения, соответствующая оптимальным возможностям жатки. Если поток убираемой массы возрастает, то скорость движения снижается, и наоборот, она может повышаться, если количество зерновых уменьшается. На переезде или развороте комбайна натяжение приводного ремня автоматически ослабляется. Благодаря точной регулировке производительности предотвращается чрезмерная нагрузка на молотилку.

Также, в зависимости от степени очистки зерна Cemos Automatic автоматически устанавливает необходимую скорость вентиляторов. Инновационное решение фирмы Claas для зерноуборочных комбайнов – система Grain Quality Camera . Установленная в головки элеватора цветная фотокамера с высоким разрешением делает снимки убираемого зерна в

зерновом потоке. Снимки за тем анализируются на наличие не зерновых примесей и дроблёных зерен, а результаты анализа в виде диаграмм передаются на терминал комбайна. Комбайнер имеет возможность сразу же просматривать снимки и различать отдельные или прилипшие примеси. Это создает более точную основу для оценки качества зерна и оптимизации настройки жатки и системы очистки на зерноуборочных комбайнах Lexion 760p, 770, 780.

Для улучшения качества собираемого зерна перспективно использовать систему Moisturet Cabole фирмы Bintec (ОАЭ), которая автоматически регулирует мощность сушилки на основе измерения таких показателей, как температура, влажность зерна и влажность воздуха.

Кормоуборочные комбайны фирмы Krone оснащаются системой VariStream, обеспечивающей стабильную работу барабана-измельчителя и ускорительного барабана. Благодаря этой системе поперечное сечение потока кормовой массы автоматически изменяется в соответствии с объёмом поступающей массы. Система VariStream обеспечивает стабильную работу барабана-измельчителя и ускорительного барабана, неравномерность потока кормовой массы, возможность оптимальной загрузки машины. При этом комбайны работают более спокойно даже при неравномерной подаче комовой массы, в то же время расход топлива и износ техники снижаются. Кроме того, кормоуборочные комбайны фирмы Krone оснащаются системой Auto Scan, оптический датчик которой определяет цвет, а вместе с ним и степень спелости кукурузы. Затем электронно-программные средства комбайна вычисляют подходящую оптимальную длину измельчения (чем суше материал, тем меньше длина), и соответственно регулирует скорость гидравлического привода подрисовывающих вальцов.

В кормоуборочных комбайнах проводятся усовершенствования в области аналитической техники, с помощью которой до сих пор можно было определить только содержание сухого вещества в убранной кормовой массе. Усовершенствованная техника позволяет определять содержание таких веществ, как протеин, крахмал и сахар.

Так, у модернизированная система John Deere HarvestLab, кроме определения доли сухого вещества, способна определять в кормовой массе содержание сырого белка, сахара, крахмала, клетчатки, а также зольность. Повышению производительности и экономии расхода топлива способствует организация синхронизированной работы кормоуборочного комбайна и транспортного средства. Так, фирма Krone предложила автоматический предохранитель перегрузок Laser LoBad для самоходных кормоуборочных комбайнов серии BIG X. Управляемый лазерный сканер опознает движущееся параллельно с комбайном или за ним транспортное средство и управляет силос проводом.

Фирмой Claas разработано устройство, автоматически регулирующее равномерное распределение соломы половы за комбайном. На обеих задних фарах комбайна расположены датчики, которые фиксируют направление и силу бокового ветра, а также угол склона.

Одним из весьма чувствительных и требующих соответствующего отношения сельскохозяйственных продуктов является картофель. На практике скорость транспортеров элеватора картофелеуборочного комбайна постоянно регулируется механизатором, а чаще всего устанавливается на максимально значение для исключения проведения дополнительных регулировок. При передаче картофеля на элеватор или в транспортное средство возможно травмирование клубней из-за высокой скорости скребков. Для предотвращения этого можно использовать систему Sopeedtronic фирмы Grimme, которая позволяет распознавать степень заполнения карманов элеваторов картофелеуборочных комбайнов с помощью специального датчика. Полученные данные посылаются на бортовой компьютер комбайна, который рассчитывает и автоматически изменяет скорость транспортера элеватора, обеспечивая максимально возможную степень его наполнения. Благодаря этому уменьшается количество механических воздействий на клубни в местах передачи на транспортеры и с них и, кроме того, механизатор избавляется от необходимости проводить необходимые настройки вручную.

Существенные усовершенствования техники для полива и орошения выполнены фирмами TeeJet Technologies (США), Lemken и INUMA Fahrzeug Service (Германия), в которой используются различные виды сенсорных датчиков, регистрирующих поток жидкости на каждой форсунке опрыскивателя. Такой способ сенсорного контроля по сравнению с традиционным контролем путем осмотра имеет значительные преимущества: он позволяет достоверно определить поломанную или забившуюся форсунку, а обнаруженные неполадки автоматически и без задержек отражаются на дисплее терминала, что позволяет механизатору сразу же устранить неисправность.

В последние годы находят распространение интеллектуальные системы, служащие для повышения надежности работы сельскохозяйственных машин, поддержания нормальных режимов функционирования.

Для кормоуборочных комбайнов разработаны системы регулирования моторов, позволяющие приспосабливаться к различным условиям уборки, в результате чего кормоуборочный комбайн постоянно работает в оптимальном с точки зрения потребления мощности и производительности диапазоне числа оборотов, что одновреме позволяет снизить расход топлива. Для лучшей адаптации косилок к рельефу при очень большой ширине захвата и большой массе используется гидропневматическая система снижения нагрузки на косилку с компьютеризированной автоматической регулировкой опорного давления в реальном времени. Указанная система обеспечивает постоянное опорное давление элементов даже при очень волнистом рельефе и сильно варьирующейся скорости движения. Фирма Claas разработала автоматическую систему полного привода ActiveTrac для зерноуборочных комбайнов. Комбайны с приводом всех колес традиционной конструкции испытывают серьезные трудности при работе на склонах и на

почвах со слабой несущей способностью, поскольку при движении колеса могут пробуксовывать, сильно повреждая почву. Система ActiveTrac при пробуксовке колес одного из мостов с помощью электрогидравлической регулировки перераспределяет крутящий момент на колеса с лучшим сцеплением с почвой. Различия в размерах шин на осях учитываются электронной системой CEBIS. Достоинством этой новой концепции является автоматическая активация противобуксовочной функции, повышающей эффективность работы.

Фирма Krone выпустила обмоточный агрегат с автоматически регулируемым по высоте натяжителем пленки. Через сенсор угла поворота рабочая высота обмотчика автоматически приспосабливается к диаметру рулона. Фирма John Deere предложила интеллектуальную систему охлаждения Smart cooling с изменяющейся скоростью вентилятора, который подстраивается под текущую нагрузку на машину, тем самым снижая потребление топлива и уменьшая шум в кабине.

ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

В АПК широко используется грузовой автотранспорт, который служит в основном для перевозки различной сельскохозяйственной продукции. В последние годы в автомобилестроении уделяется большое внимание вопросам автоматизации. При этом, как правило, речь идет о создании локальных автоматических систем, например, устройств автоматического впрыска топлива и турбонаддува, автоматической трансмиссии, антиблокировочных систем и т.п., что существенно упрощает работу водителя. Тем не менее, объемы информации, поступающие от отдельных функциональных узлов автомобиля и из окружающей среды таковы, что часто превосходят возможности водителя по оперативному анализу этой информации и, как следствие, принятию соответствующих решений. Поэтому все более актуальными становятся задачи автоматизации управления автомобилем в целом.

Осуществляемая на сегодняшний день автоматизация автомобиля практически не касается основных функции водителя – управления движением автомобиля, обеспечения эффективной работы и безопасного движения автотранспорта. К числу функций водителя, автоматизация которых является наиболее важной, относятся:

– выбор маршрута движения;

– выбор оптимального по затратам топлива режима работы двигателя и основных агрегатов автомобиля;

– соблюдение правел дорожного движения (оптимальной скорости

и дистанции до впереди идущего автомобиля, порядка движения в колонне и т.д.);

– своевременное обнаружение и распознавание дорожных знаков и препятствий на пути движения и реагирование на них;

– контроль технического состояния автомобиля и др. Особенности вышеперечисленных задач свидетельствуют о необходимости построения систем управления автотранспортом с использованием интеллектуальных алгоритмов, с помощью которых становится возможным обеспечивать высокую скорость, комфортность и экономичность движения в широком диапазоне изменения внешних условий движения, выбирать оптимальные маршруты и режимы движения с автоматической адаптацией к возможным изменениям маршрутного задания и нарушениям в работе агрегатов автомобиля, что в итоге гарантирует высокое качество и безопасность управления движением. При построении интеллектуальных систем управления движением автомобиля перспективно использовать нейронные сети, являющиеся эффективным аппаратом коррекции каналов управления, а также мультиагентные вычислительные системы, способные обеспечить принципиально новые качества адаптации, самоорганизации и интеллектуального поведения, реализуя, фактически, бортовые распределенные информационные системы. При этом особое значение имеет разработка человеко-машинного интерфейса, обеспечивающего адаптивную фильтрацию информационных потоков: в зону внимания водителя должна вводиться только существенная оперативная информация, отвечающая текущим задачам управления.

Примером **интеллектуальной системы** управления автомобилем является разработанная компанией Bosch (Германия) система помощи водителю Eco Logic motion. Используя дополнительные навигационные данные, в частности, информацию о спусках, подъемах и поворотах, через которые должен пройти автомобиль, Eco.Logic motion оптимизирует работу двигателя и трансмиссии, что в итоге позволяет достичь снижения как расхода топлива, так и выбросов CO2. На практике это выглядит следующим образом: «электронный горизонт» рассчитывает оптимальную скорость и выбирает передачу, соответствующую участку пути впереди; эта информация сравнивается с текущими параметрами движения и передается в виде команды на блоки управления двигателем и трансмиссией автомобиля. В результате автомобиль набирает скорость там, где это необходимо, или же избегает лишних переключений передач незадолго до вершины холма, а также выполняет другие действия, диктуемые дорожной обстановкой.



Рисунок 7.11. Интеллектуальные стеклоочистители

Объектами интеллектуализации являются не только системы управления автомобилем, но и другие устройства, влияющие на эффективность работы водителя. Так, фирма Mercedes-Benz (Германия) предложила интеллектуальные стеклоочистители Magic Vision Control (рис. 7.11). Их преимущество состоит в расположенных по всей длине рабочих поверхностей форсунках, которые брызгают воду на стекло непосредственно во время взмахов щеток. При этом в зависимости от температуры воздуха, погодных условий и скорости движения стеклоочистители могут самостоятельно контролировать количество воды и напор, с которым она подается на стекло. Кроме того, у стеклоочистителей имеется три режима работы: для летнего и зимнего времени, а также для езды с открытой крышей. Разработанное устройство оснащено обогревателем бачка с жидкостью и форсунок, который автоматически включается при температуре ниже минус пяти градусов по Цельсию.

Точное управление движением машин

Вождение по заданной траектории. При выполнении полевых работ точное управление движением машин по всему полю может быть достигнуто на основе использования геоинформатики, получаемой с помощью спутниковых навигационных систем.

Существуют два технических подхода к созданию систем управления движением по заданной траектории – ручное управление с помощью световой балки и управление с помощью автоматики. Оба подхода предусматривают определение на основе учета сигналов спутниковых навигаторов отклонения от заданного курса движения, а именно: отклонения расстояния по горизонтали к намеченной линии, которая может быть зафиксирована заранее, а также к какой-либо компенсирующей линии.

В случае использования световой указатель отклонения от заданного курса указываются на дисплее посредством светоизлучающих диодов, расположенных в горизонтальный ряд (рис. 7.12).

Автоматическая система управления (рис. 7.13) подобна системе со световой балкой за исключением того, что сигналы, приходящие из компьютерного алгоритма, не требуют от водителя ручного управления машиной, вместо этого сигналы идут к электрическим и гидравлическим управляющим исполнительным механизмам.



Рисунок 7.12. Ручное управление машиной с помощью световой указатель



Рисунок 7.13. Дисплей интерфейса к автоматической системе управления

Световая балка (вверху) указывает погрешности бокового отклонения. Сигналы с двух разных спутниковых навигационных систем могут использоваться одновременно для улучшения эффекта управления.

Основные компоненты, необходимые для управления на основе обоих указанных подходов, т.е. с помощью световой балки или автоматики:

– GPS-приемник;

– пользовательский интерфейс для вывода на дисплей отклонений от заданного курса и ввода данных, например рабочей ширины или расположения направляющей линии;

– алгоритм планирования траектории движений, который вычисляет отклонения от заданного курса, соответствующего направляющей линии.

Дополнительно автоматическое управление требует монтажа активатора для рулевого управления машиной и детектора для ручной корекции.

Существуют различные варианты интеллект кабельных систем, предназначенных для вождения машин по заданной траектории. Фирма John Deere применяет для точного управления движением машинно-тракторных агрегатов и комбайнов по полям дифференцированную глобальную систему позиционирование, дополненную корректирующей системой Star, которая позволяет управлять положением машин на поле с погрешностью до 10 см. Система позиционирования, получив сигналы от спутников, либо подает оператору команду для ручного управления, либо обеспечивает полностью автоматическое управление движением трактора по полю и на поворотных полосах. Она также позволяет ориентировать движение агрегата по следам маркера. Применение системы обеспечивает точность движения агрегата, снижает утомляемость водителя, исключает повторное частичное перекрытие орудиями обработанной площади. Предложенная система позволяет устанавливать требуемое расстояние технологической колеи, ширину следа, специальную технологическую колею. При проведении посевных работ она позволяет отключать половину высевающих аппаратов с правой или левой стороны сеялки. При этом количество высеваемых семян автоматически уменьшается при включении технологической колеи. Ширина захвата посевного агрегата, размер технологической колеи и ритм колей выбираются на управляющем терминале. Фирма Farmworks (Великобритания) разработала программу Guide late для портативного компьютера Pocket PC, которая позволяет трактористу видеть на дисплее отклонение трактора от идеальной траектории движения, а также измерять обрабатываемые площади и вести документацию с пробами почвы и другими агротехническими данными. Кроме компьютера, на тракторе устанавливается приемник сигналов GPS с соответствующей антенной.

Фирмой John Deere совместно с фирмами Grimme и Pottinger предложены системы управления машинотракторными агрегатами, созданные на базе стандарта ISOBUS. Эти системы могут быть использованы для работы корнеуборочных и картофелеуборочных комбайнов. Трактор управляется по сигналам, передаваемым датчиками, благодаря чему оптимизируется его положение в бороздах и рядках. Фирмой John Deere разработана система iSteer, которая может работать с различными гидравлически регулируемыми плугами. Система контролирует рабочую ширину орудия, в то время как тракторист следит за работой трактора. Как только установленный на тракторе приемник StarFire iTC обнаруживает отклонение от заданной траектории, система сообщает плугу о необходимости увеличить либо уменьшить его рабочую ширину. В результате формируется точный рисунок борозды, требующийся, например, для создания идеально ровных грядок при выращивании овощей.

Существуют различные автоматические устройства вождения с возможностью управления движением на поворотных полосах (автоматические повороты и переключение передач), которые позволяют управлять трактором без вмешательства тракториста. Рядом фирм выпускаются системы автоматического вождения свеклоуборочных

комбайнов на основе использования специальных сенсорных устройств – полосковых копир-водителей. Последние выполнены в виде двух соединённых между собой щупов, которые своими концами касаются двух соседних рядков свеклы. При отклонении комбайна в сторону от рядков копир-водители, оставаясь в междурядьях, изменяют свое положение относительно машины. Сигнал об этом перемещении передается с помощью тяги на датчик и с него поступает в электронный блок, с которого после обработки сигнала подается команда на электромагнитные клапаны, открывающие доступ масла в гидроцилиндры управляющих колес. После корректировки положения комбайна относительно рядов копир-водители занимают нейтральную позицию. Серия систем точного движения предложена фирмой Claas. Система EASY on field позволяет исключить пропуски и перекрытия при работе широкозахватными агрегатами, в результате чего повышается качество работы, снижается расход топлива, посевного материала, пестицидов и удобрений. Система автоматического вождения Laser Pilot, устанавливаемая на зерноуборочные комбайны, определяет границы хлебостоя, используя сигналы электронно-оптических сенсоров. В системе Auto Pilot, автоматически ведущей комбайн по рядкам кукурузы, текущую позицию определяют скобы-копиры. Система Cam Pilot анализирует пространственную структуру участка поля перед машиной с помощью встроенной 3D-камеры.

Параллельное вождение. Интеллектуальные системы параллельного вождения машин обеспечивают точное движение машин по рядам, колеям, валкам и бороздам, благодаря чему значительно повышается эффективность выполняемых полевых работ.

Система GPS Pilot, являющаяся инновационным продуктом фирмы Claas, обеспечивает автоматическое параллельное вождение машин по прямым и криволинейным траекториям независимо от освещенности и погодных условий.

Система Parallel Tracking, разработанная фирмой John Deere, обеспечивает возможность параллельного движения машины по прямолинейным и криволинейным траекториям с повышенной скоростью при работе в поле даже в условиях плохой видимости. Она подходит для работы с почвообрабатывающей техникой, опрыскивателями и разбрасывателями удобрений. При работе с данной системой достаточно обозначить путь, после чего дисплей Parallel Tra ckiBng покажет визуальные знаки, которые позволят водителю следовать по заданному пути (рис. 7.14).



Рисунок 7.14. Параллельное движение трактора по полю с помощью системы Parallel Tracking

Об эффективности применения систем параллельного движения машин в точном земледелии можно судить на примере вождения агрегатов при внесении удобрений. Для внесения твердых минеральных удобрений широко используются центробежные дисковые разбрасыватели, что обусловлено такими их достоинствами, как возможность внесения различных видов удобрений в широком диапазоне доз, низкая стоимость, высокая производительность, простота конструкции, низкие затраты на техническое обслуживание. Вместе с тем, одной из особенностей таких разбрасывателей является то, что ширина разбрасывания намного превышает ширину машины. Это делает необходимым перекрытие смежных проходов на определенную величину, отклонение от которого повышает неравномерность внесения удобрений по полю. При этом наиболее сложно соблюдать необходимые перекрытия при работе без технологической колеи. Неравномерность распределения различных доз минеральных удобрений по-разному влияет на потери урожая. Так, если дозы вносимых удобрений лежат в пределах ниже оптимальных, то недостаток удобрения и, следовательно, недобор урожая в одном месте компенсируется прибавкой урожая в другом, поэтому неравномерность их распределения проявляется только в пестроте почвенного плодородия. При внесении же оптимальных доз потери урожая от неравномерности рассева удобрений увеличиваются в результате недобора на недостаточно удобренных участках, а также из-за полегания растений на участках, по лучивших избыточную дозу удобрений. При это потери урожая из-за избытка удобрений оказываются значительно выше, чем при их недостатке. Кроме того, недостаток питательных элементов влияет на качество сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, при работе без технологической колеи отсутствие устройств точного вождения ведет к нарушению оптимальных норм перекрытия смежных проходов, что повышает неравномерность распределения удобрений и пестицидов по полю. Это, в свою очередь, вызывает отклонение фактически вносимых доз от заданных на участках с двойной обработкой, потерям удобрений и пестицидов, снижает эффективность их применения, урожайность и качество продукции.



Рисунок 7.15. Внешний вид систем параллельного вождения машин

Кардинальным решением проблемы является использование систем параллельного вождения с применением спутниковой навигации (рис. 7.15). При управлении техникой, оснащенной такими системами, водитель чувствует себя комфортнее и меньше устает, имеет возможность вести машину, опираясь не на внешние ориентиры (маркеры), а на показания приборов. Более того, утром при низком солнце или вечером в сумерках трудно рассмотреть ориентиры, в то время как указатель курса всегда находится перед глазами. С помощью систем параллельного вождения можно двигаться и прямолинейно и криволинейно, главная идея состоит в том, чтобы минимизировать перекрытия, а также огрехи между соседними проходами.

Как правило, система параллельного вождения включает GPS-приемник с внешней антенной, контроллер и указатель курса. Указатель курса обычно располагается внутри кабины над рулем или перед рычагами управления. Чаще всего указатель курса по конструкции представляет собой горизонтальный ряд светодиодных индикаторов в пластиковом корпусе.

Также существуют системы параллельного вождения с графическим дисплеем, формирующим двумерное изображение агрегата, отрабатываемого ряда и линий сетки для визуализации движения.

Системы параллельного вождения предполагают активное участие водителя в управлении агрегатом, при котором управление осуществляется по следующей схеме: определение текущих координат агрегата – отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине – вращение водителем рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте.

Перед началом работы водитель выбирает требуемый режим обхода поля и устанавливает расстояние между проходами. GPS-приемник определяет текущее положение агрегата, а специализированный процессор осуществляет запоминание маршрута, вычисление отклонения от него и управление индикацией. При этом алгоритм управления транспортным средством оказывается достаточно простым: если индикаторы светятся в центре, то машина идет правильно, если же свет начал перемещаться, например, вправо, то машина уходит вправо и водитель дол-жен компенсировать отклонение от ряда. Если водитель уехал с поля для дозаправки или был вынужден прекратить работу досрочно, например, из-за непогоды, то в дальнейшем он может вернуться в ту точку, где бы-ела остановлена работа, и продолжить вождение по выбранной ранее траектории. При выборе системы параллельного вождения следует обращать внимание на точность работы, возможность приема корректирующих сигналов. Если работа с системой осуществляется в автономном режиме, то точность параллельного вождения невысока (достигает величины более 1 метра). Для ее повышения следует применять дифференциальный сервис, одним и вариантов которого является система широко зонной дифференциальной навигации EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services). При этом сигнал передается по каналам геостационарных телекоммуникационных спутников, что позволяет достигать 15–30-сантиметровой точности прокладки параллельных рядов.

Самый высокий уровень точности (1–3 см) достигается с помощью базовых станций, работающих в режиме RTK (Real-Time Kinematics – кинематика в реальном времени). Такая станция позволяет выполнять различные виды сельскохозяйственных работ, в том числе точный высев, локальное внесение удобрений и точную культивацию пропашных культур. С помощью ее можно из года в год выдерживать одну и ту же технологическую колею или попадать в одни и те же рядки.

Синхронное вождение. При разработке современных сельскохозяйственных машин особое внимание уделяется вопросам повышения эффективности потенциала мощности, заложенной в двигателях. Практический опыт показывает, что дальнейшее увеличение единичной мощности является нерациональным, поскольку наблюдаемое при этом повышение производительности сопряжено с резким ростом негативных последствий: неэффективной загрузкой мощности, затратной логистикой

технологического процесса, переуплотнением почвы и другими факторами. Поэтому выдвигается следующий тезис: лучше иметь два трактора мощностью в N л.с., чем один трактор мощностью в 2N л.с. При наличии автоматизированных систем синхронного управления обоими машинами. Благодаря этому возрастает производительность труда, два небольших по мощности трактора можно использовать более гибко; нагрузка на почву от них меньше, чем от одного трактора такой же производительности.



Рисунок 7.16. Синхронизация работы машин с помощью системы V2V

Фирма Case IH (США) разработала систему V2V – Vehicle to Vehicle («тягач к тягачу»), которая автоматически синхронизирует работу двух машин, как это показано на рис. 7.16. Комбайнер управляет движением комбайна, который контролирует движение трактора в агрегате с прицепом при выгрузке зернового бункера с использованием сетей связи Wi-Fi или ZigBee. Систему можно использовать для проведения различных полевых работ, в частности для уборки урожая. Система предусматривает наличие двух экипажей, работающих синхронно.

Компания AGCO (США) предложила виртуальную сцепку тракторов Guide Connect (рис. 7.17). Два трактора, оснащенных высокоточной системой контроля колеи, виртуально соединены друг с другом. Первый (ведущий) трактор управляется вручную и по радиосвязи сообщается со вторым (ведомым) трактором, в котором нет тракториста. Таким образом, водитель первого трактора, имея доступ к панели управления второго, контролирует обе машины. При этом второй трактор, оснащенный тем же навесным орудием, что и первый, автоматически движется по заданной колее с временным и пространственным с сдвигом.



Рисунок 7.17. Синхронизатция работы тракторов с помощью системы Guide Connect

Вождение по откосам. До недавнего времени при использовании систем автоматического вождения машин с помощью спутниковой навигации, разработанных фирмой John Deere, датчик приема сигнала со спутникоа StarFire iTC устанавливался только на тракторе, что обеспечи вало, соответственно, точную траекторию движения трактора. Однако при этом прицепное оборудование на сложных наклонных участках, на пересеченной местности могло не вполне точно повторять курс трактора. Устранить этот недостаток позволило новое интеллектуальное решение фирмы – система iGuide для пассивного управления прицепным оборудованием, которая обеспечивает большую точность (до 2 см) при условии, что второй приемник StarFire iTC установлен на самом орудии производства. Благодаря этому второму приемнику трактор может автоматически контролировать движение орудия во время работы на наклонной и неровной местности и удерживать прицепное оборудование таким образом, что- бы оно работало строго по ровной линии, предотвращая появление зазоров или нахлестав.



Рисунок 7.17. Активное управление сеялкой на боковом откосе. GPS-антенна на крыше трактора не видна

Существующие системы корректирования перемещений по откосам могут обеспечивать не только пассивное, но и активное управление прицепным оборудованием. Если при пассивном управлении коррекции основаны на компенсациях отклонений орудия от намеченного пути за счет управления трактором, то при активном управлении они осуществляются с помощью приборов управления, установленных на орудии (рис. 7.17). Результатом активного управления является совместное движение и трактора, и орудия по желаемому пути, тогда как при пассивном управлении по желаемому пути движется только лишь орудие, в то время как трактор движет по линии, которая слегка смещена (рис. 7.18).

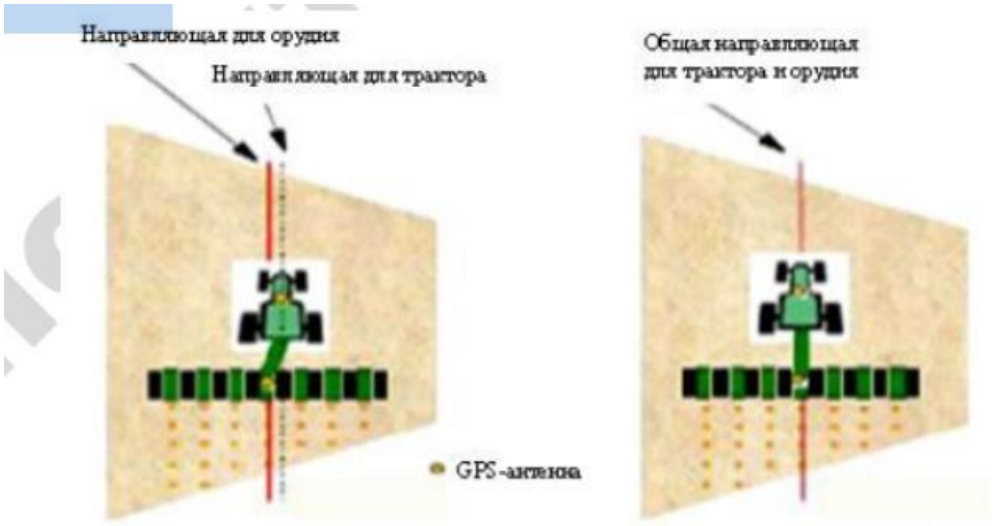


Рисунок 7.18. Пассивное (слева) и активное (справа) управление прицепным орудием с помощью GPS

Управление движением машин с прицепным оборудованием по откосам может осуществляться с помощью гироскопа, который устанавливается на сельхозтехнике для определения уклона местности. Полученные данные пересчитываются на длину всего агрегата. При движении по наклонной местности, во избежание сноса агрегата вниз, агрессивность направления трактора в противоположную наклону сторону регулируется в зависимости от общей длины сцепки. Секционно-контролируемое вождение. Рабочая ширина захвата современного сельскохозяйственного оборудования и нерегулярные очертания поля приводят к таким ситуациям, когда избежать перекрытия невозможно. Однако если перекрытия не могут быть предотвращены то повторные посев, внесение удобрений и орошение одного и того же участка не должны иметь места, поскольку это приводит к растрате семян и химикатов и уменьшает урожай. Эти недостатки устраняются при секционном контроле движения сельскохозяйственного оборудования. Основа современного секционного контроля состоит в том, что все границы поля, предварительно обработанные участки, невозделанные области и покрытые травой водные пути в пределах

поля регистрируются с привязкой к местности. Это является необходимым условием работы всех автоматических систем управления, взаимодействующих с GPS. Участки поля соотносятся с теми или иными одиночными модулями соответствующего оборудования, например, с модулями сеялки, соплами на консолях распылителей, выходными отверстиями пневматических разбрасывателей – или же с различными модулями, сгруппированными врместе. Каждый участок снабжен контрольным прибором, который может включаться или выключаться центральным контроллероом, имеющим данные поля и связанный с GPS-приёмниками. При должном использовании эта автоматическая техника обеспечивает точность на неровном поле, как показано на рис. 7.19.

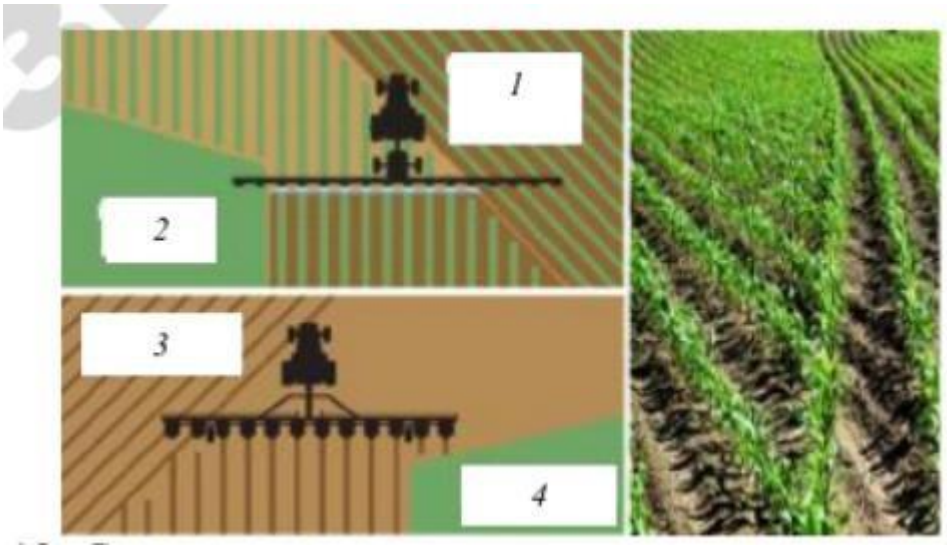


Рисунок 7.19. Схемы секционного контроля для посева и орошения на неровном поле и результат с кукурузой
1 – ранее опыленная зона, 2 – неопыленная зона,
3 – ранее засеянная площадь, 4 – незасеянная площадь

Точное управление работой машин

Сенсорные системы в точном земледелии. Для проведения работ по точному земледелию у производителя сельхозпродукции должна быть информация о пространственном варьировании различных почвенных показателей, которые могут лимитировать урожайность на конкретных участках поля. Невозможность оперативного получения такой информации путем отбора почвенных образцов и их лабораторного анализа до недавнего времени была одним из главных препятствий для развития точного земледелия.

В последние годы для получения слоев с высокой плотностью расположения данных по почвенным показателям используются технологии как наземного, так и дистанционного зондирования.

При дистанционном зондировании сенсоры располагаются на воздухоплавательных платформах или космических спутниках. Наземное зондирование требует размещения сенсоров вблизи или даже в контакте с обследуемой почвой. Это позволяет измерять почвенные характеристики in situ для конкретных участков на поверхности почвы или глубже. Подобным образом можно получать информацию о состоянии конкретных растений путем их зондирования на уровне растительного покрова или отдельных листьев.

Наземные сенсоры, как почвенные, так и растительные, могут работать в стационарных и подвижных условиях. При работе в стационарных условиях сенсоры используют для проведения измерений в одной заданной точке поля. Более эффективно проводить измерения в разных точках поля путем перемещении сенсоров в ландшафте, так как при этом можно создавать тематические карты полей высокого разрешения. Почвенные сенсоры в зависимости от методов измерений, лежащих в основе их работы, подразделяются на следующие типы:

– электрические и электромагнитные сенсоры – измеряют удельную электропроводность или электроемкость, зависящие от состава почвы;

– оптические и радиометрические сенсоры – используют электромагнитные волны для определения уровня энергии, поглощаемой, отражаемой или излучаемой почвенными частицами;

– механические сенсоры – измеряют силы воздействия инструмента на почву; – акустические сенсоры – измеряют звук, производимый инструментом при взаимодействии с почвой;

– пневматические сенсоры – оценивают способность воздуха проникать в почву; – электрохимические сенсоры – используют ионоселективные мембраны, на которых создается электрическое напряжение в зависимости от активности отдельных ионов (например, иона водорода, K^+, NO_3^- и др.).

В идеальном случае почвенный сенсор должен реагировать на варьирование только одного почвенного показателя и тесно коррелировать с

результатами общепринятого специфического аналитического метода. Однако в действительности каждый сенсор реагирует на изменение нескольких почвенных свойств. Разделение влияния этих свойств на показания сенсора является технически сложной задачей. Результаты наземного зондирования почв обеспечивают получение сравнительно недорогой информации о пространственном варьировании с высокой плотностью данных. Полученные карты совмещаются с цифровыми картами высот для отображения участков поля с существенно различающимися условиями произрастания растений, а также для определения участков с целью целенаправленного отбора почвенных образцов.

Растительные сенсоры, служащие для определения параметров, связанных с физическим размером сельскохозяйственных культур, работают на основе использования механических, ультразвуковых и других методов измерений. Сенсоры, определяющие оптическую отражательную способность, широко применяются для измерения способности растительного покрова отражать свет в видимой и ближней инфракрасной областях спектра электромагнитного излучения. Исходя из физических размеров растений, осуществляется дифференцированное внесение средств химизации в соответствии с прогнозируемой потребностью, тогда как зондирование состояния растений применяется для корректировки порядка применения удобрений и полива в течение сезона с целью поддержания требуемой доступности элементов питания и воды. Однако практика показывает, что при изменении почвенных условий в течение сезона на разных участках поля может потребоваться применение разных доз удобрений с учетом пространственных различий в отзывчивости растений. Широкое применение в земледелии сенсоров (в сочетании с информационными системами) привело к формированию нового подхода к аграрному производству – сенсорного земледелия (sensitive agriculture). В сенсорном земледелии наибольшее развитие получило топографическое картирование. Компьютер создает цифровые карты с учетом технико-экономических заключений о состоянии почвы, сельскохозяйственной продукции и производства; данных о типе почв, условиях пи-Р таяния растений, распределении воды, распространении болезней и других поражающих растения факторов, наличии сорняков, рельефе земли, поверхностном дренаже, а также метеорологических данных.

Эти исходные данные контролируются с непосредственной оценкой. Факторы, способствующие росту растений, действуют в требуемое время управляемым образом с учетом данных картирования земли. Согласно концепции сенсорного земледелия сельскохозяйственная техника оснащается системами управления, действующими на основе учета данных сенсорных систем. Фактически сенсорное земледелие является составной частью точного земледелия, в котором системы управления действуют на основе учета данных сенсорных систем, которые привязываются к местности благодаря использованию навигационных спутниковых систем.

В точном земледелии основными объектами сенсорного контроля являются неоднородности на полях, к которым относятся многие свойства почвы и сельскохозяйственных культур, которые могут варьироваться на разных полях или на разных участках одного и того же поля, в частности, такие как:

– неровности поверхности почвы;

– текстура (содержание песка, ила, суглинка и глины) и pH верхнего слоя почвы и подпочвенного слоя; – содержание в почве воды, органических веществ, различных минералов;

– плотность и морфология сельскохозяйственных культур;

– содержание в сельскохозяйственных культурах воды и различных минералов;

– засоренность посевов различными сорняками и вредителями. Для интеллектуальной обработки многомерных массивов информации об объектах продукционного процесса в растениеводстве необходимо применять специализированные программно-аппаратные средства.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства разработан блок контроля состояния растений по следующим основным параметрам продукционного процесса: температура почвы, влажность почвы, температура воздуха, влажность воздуха и освещённость. Кроме того, в блоке предусмотрена возможность контроля сокодвижения, концентрации CO2, капельной влаги на листе и роста плодов. Стандартный комплект сенсоров для оценки параметров жизнедеятельности растений, установленный в данном блоке, включает:

– датчик температуры почвы;

– датчик температуры окружающего воздуха;

– датчик влажности почвы аналогового типа;

– датчик освещенности;

– дисплей, встроенный в герметичный корпус блока.

Основой для разработки программных модулей функционирования блока служат алгоритмы адаптации сигналов датчиков к производственным условиям и сопоставления полученных данных. Основой оптимизационной модели, заложенной в работу блока, служит модель определения возможных потерь урожая. Для определения потерь урожайности, вызванных отклонением факторов погодно-климатических условий от их оптимальных значений, используются сигналы от датчиков программно-аппаратной части блока: температуры воздуха и влажности почвы.

Разработанный блок контроля состояния растений является составной частью интеллектуальной системы управления продукционными процессами, которая позволяет вырабатывать рекомендации по корректировке технологий возделывания в системе «растение – окружающая среда – урожай» с учетом возможности получения экологически безопасной продукции.

Сенсорный контроль почвы и растений. Контроль топографии почвы. Влияние топографии почвы на сельскохозяйственные процессы

проявляется в разных аспектах. Рельеф поля влияет на стекание воды и, таким образом, на эрозию почвы, что приводит к значительным различиям качества почвы на холмах и в низинах. Неодинаковый наклон разных полей или разных участков поля к солнцу (южные и северные склоны) влияет на температуру почвы.

На возвышенных участках содержание нитратного азота в почве превалирует над аммонийным, в то время как в понижениях содержание аммонийного азота выше, чем нитратного из-за большего анаэробиоза и редукции нитратов, мигрирующих с внутрипочвенным стоком в пониженные местоположения. Кроме того, в почве пониженных участков отмечается большее содержание подвижного фосфора.

Результирующее влияние особенностей рельефа на рост растений может быть весьма существенным. Указанные закономерности позволяют использовать результаты топографической съемки полей для априорного выявления контуров плодородия. Современная техника для контроля и регистрации топографии широко автоматизирована и включает такие сенсорные методы, как: – радарная интерферометрия (сравнение фаз и амплитуд исходящего и отраженного излучения спутникового радара); – лазерное, ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение со спутника или авиационной платформы и его отражение (время прохождения); – инерционное геопозиционирование путем регистрации линейных или вращательных ускорений на движущемся транспортном средстве; – кинематическое геопозиционирование в реальном времени посредством навигационных спутниковых систем (RTK-GPS).

Контроль свойств почвы. Естественные свойства почвы, такие как текстура, содержание воды, органических и минеральных веществ, кислотность, соленость влияют на урожайность. Знание характера пространственного распределения этих свойств способствует управлению операциями культивирования, посева, внесения удобрений и защитной обработки дифференцировано на каждом участке поля.



Рисунок 7.20. Оборудование для точечных измерений pH почвы с использованием ручного зонда (а) и точечного мониторинга матричного потенциала почвенной влаги и температуры почвы (б)

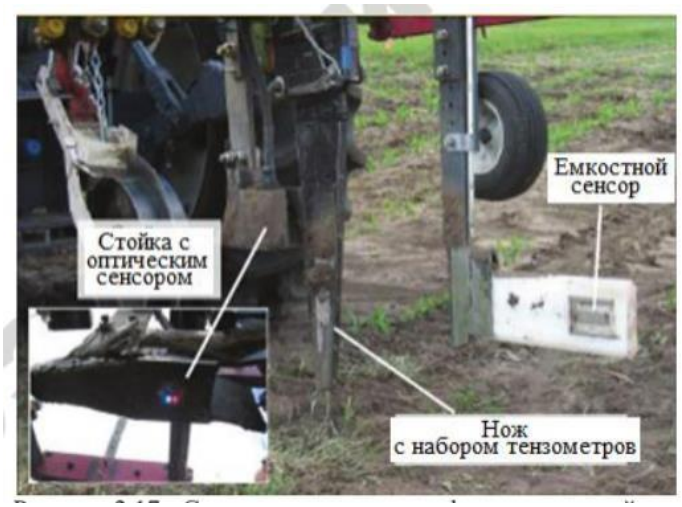


Рисунок 7.21. Система картирования физических свойств, состоящая из механических, электрических и оптических сенсорных компонентов

Существуют различные типы систем сенсорного контроля свойств почвы. Так, в университете г. Линкольна (США) разработан ручной зонд для локальных измерений величины pH почвы или активности ионов (например, NO3- или K+) на заданной глубине (рис. 7.20, а), а также модуль для беспроводного мониторинга матричного потенциала почвенной влаги и температуры почвы на четырех глубинах с 15-минутным интервалом (рис. 7.20, б). Кроме того, в этом же университете создана интегрированная система картирования физических свойств почвы, которая определяет диэлектрические свойства почвы с помощью емкостного сенсора для обеспечения улучшенной расшифровки значений механического сопротивления почвы, полученных с помощью оснащенного тензометрами ножа, и измерений оптической отражательной способности почвы, выполненных с использованием набора фотодиодов (рис. 7.21).

На практике эта система может использоваться для учета пространственного варьирования влажности почвы и содержания органического вещества, а также плотности почвы.

Мультисенсорные системы контроля при реализации технологии точного земледелия

Комплекс сенсорных элементов обеспечивает требуемую адекватность информационной поддержки в процессе сбора и обобщения данных о текущем состоянии и воздействиях внешней среды. Набор параметров внешней среды, управляемого процесса и объекта управления, определяемых мультисенсорным контрольно-измерительным модулем, учитывается при оценке ситуации интеллектуальной системой.

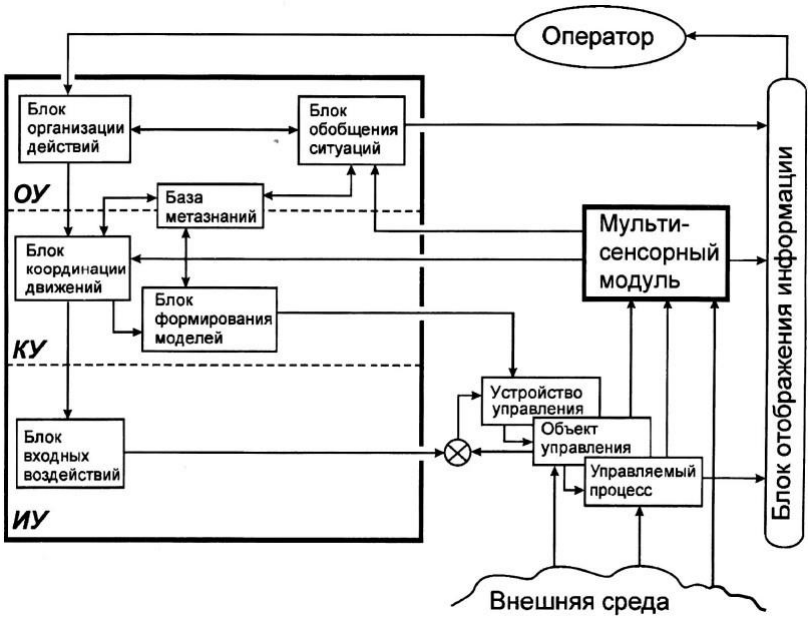


Рисунок 7.22. Интеллектуальная технологическая система.

Мультисенсорный модуль в составе интеллектуальной системы для технологии точного земледелия обеспечивает замыкание отдельных контуров иерархии управления технологическим процессом. Для автоматического управления микродозаторами при внесении в почву удобрений, поливе растений, внесении средств их защиты мультисенсорная система выполняет функции оценки характеристик качества поверхностного слоя почвы. С этой целью производится измерение таких параметров почвы как содержание органических веществ, уровень кислотности почвы, содержание влаги в ней, структура поверхностного слоя. Наиболее эффективным способом определения содержания органических веществ в почве является измерение параметров отражения ею оптического излучения в видимом диапазоне длин волн. Для измерения данного параметра используется набор светоизлучающих и фотоприемных элементов соответственно для освещения контролируемого участка почвы и восприятия отраженного оптического сигнала, по величине которого судят о качестве почвы (рис. 7.23). Системы спутниковой навигации GPS, GLONASS, Galileo позволяют позиционировать объекты с точностью 10-20 м. Более точное позиционирование сельскохозяйственного агрегата в междурядье осуществляется, например, путем определения расстояния до ряда обрабатываемых растений с помощью соответствующего сенсорного модуля и установления поправки для системы управления агрегатом. Расстояние до ряда растений измеряется по длительности прохождения или по изменению частоты ультразвукового и микроволнового излучения, а также по величине сигнала с выхода электростатического сенсора.

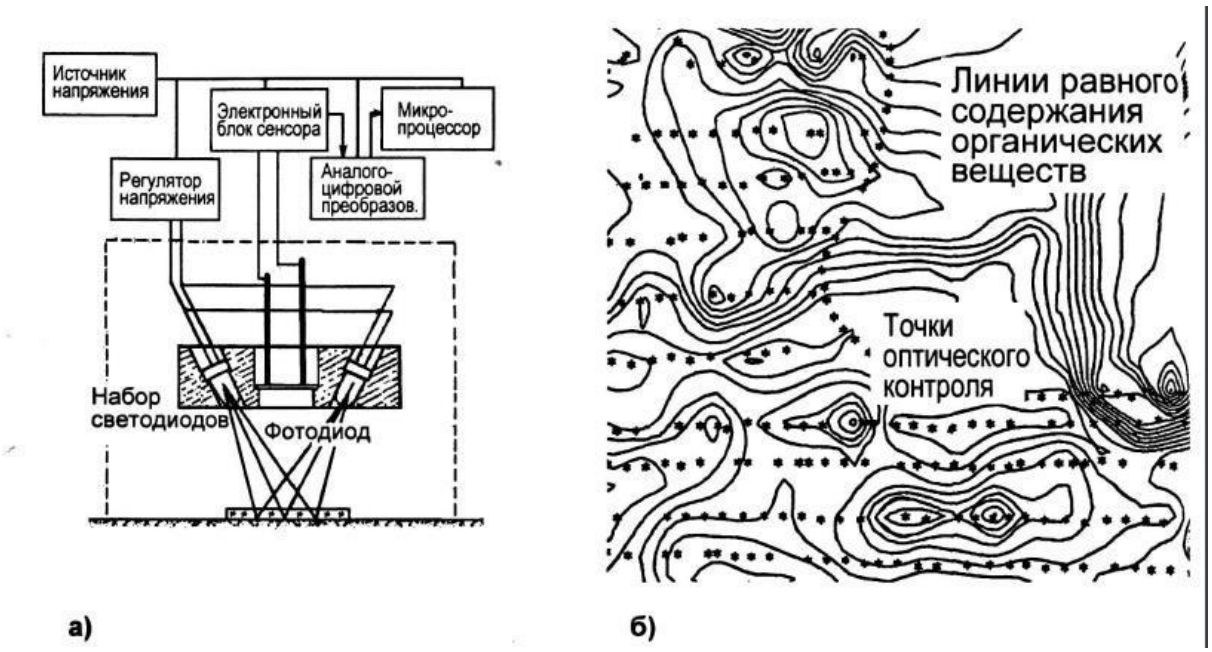


Рисунок. 7.23. Устройство для контроля качества почвы (а) и фрагмент электронной карты содержания органических веществ в почве (б).

Фирмой Veris Technologies (США) производится передвижная сенсорная платформа (рис. 7.24), которая объединяет в себе устройства по автоматическому измерению и картированию удельной электропроводности и pH почвы, работающие с приемником навигационной спутниковой системы сантиметровой точностиTrimbletAgGГPS

При использовании такой платформы, исходя из значений pH почвы, отображаются участки поля с кислой почвой, а измерения удельной электро-праведности используются для косвенной оценки количества извести, необходимого для повышения pH почвы до требуемого уровня.



Рисунок 7.24. Передвижная сенсорная платформа Veris с блоками измерения-картирования удельной электропроводности и pH почвы, оборудованная приемником спутниковой навигационной системы Trimble AgGPS.

Применение навигационных спутниковых систем позволяет получить качественную карту высот поля. Для незасолённых почв объединение информации о рельефе ландшафта с результатами геофизических измерений, таких как удельная электропроводность, дает полезную информацию о пространственном изменении водоудерживающей способности и величины потенциального смыва почвы.



Рисунок 7.25. Измерение электропроводности почвы контактным методом, система Veris.

Правый токовый электрод скрыт за колесом. Электропроводность почвы является одной из наиболее удобных и быстро-определяемых характеристик, позволяющая дать оценку почвенного плодородия (гранулометрический и минера логический состав, гумусированность, pH, влажность, свойства, определяющие почвенно-поглощающий комплекс и ряд других), уточнить расположение границ контуров гетерогенности агрохимических показателей. Для измерения электропроводносити применяются методы, основанные на гальваническом контакте с почвой. Например, при использовании сенсорной системы Veris электрический ток проходит между вращающимися ножами плуга, расположенными в левой и правой частях машины (рис. 7.25). Электропроводность почвы измеряется одной или несколькими парами находящихся под напряжением ножей.

GPS приемник и Индукционный сенсор. Также для измерения электропроводности применяются методы, основанные на электромагнитной индукции. Электромагнитная индукция имеет место, когда магнитное поле пересекает электрический проводник. В данном случае проводником

является почва. Прибор, генерирующий первичное магнитное поле, движется на определенном расстоянии над почвой (рис. 7.26).



Рисунок 7.26. Измерение электропроводности почвы с помощью электромагнитной индукции в режиме реального времени в процессе движения

Сенсор EM 38 фирмы Geonics (Канада) может двигаться на салазках, на тележке или перемещаться вручную. Для предотвращения помех от металла его следует размещать на некотором расстоянии от транспортного средства. Скорость перемещения и емкость участка площади могут быть приблизительно такими же. Следует, заметить, что если контактные методы используют электрический ток, который является постоянным, то электромагнитные индукционные методы используют переменный ток с килогерцовой частотой.

Свойства почвы на поверхности контролируются по отражательной способности. Контроль проводится по отраженному видимому или инфракрасному излучению. Сигналы исходят от поверхности, которая может быть верхней частью поля или поверхностью в вертикальном сечении почвы, раскрываемой культивирующим орудием. Такие свойства почвы, как электропроводность, наличие органических веществ, глины и катион обменная емкость сохраняются в течение длительного времени. Поэтому эти свойства удобно регистрировать с одновременным геопозиционированием на одной и той же карте или ряде карт и, таким образом, сочетать соответствующие сенсоры в одной машине (рис. 7.27).

Проблемные участки на поле (недостаток питательных веществ, уплотнение почвы, проблемы с дренажем и наличие сорняков) можно определять с помощью программы EASY (блок EASY on farm) фирмыClaas. С ее помощью также анализируются электронные карты урожайности, карты проб почв, влажности, создаются карты для диференцированного внесения удобрений.



Рисунок 7.27. Одновременное картирование коэффициентов отражения излучения ближней инфракрасной части спектра в нижней части культиватора и электропроводностей контактным методом

Контроль свойств растений. Контроль свойств сельскохозяйственных культур проводится по коэффициенту отражения видимого или и инфакрасного излучения. Таким способом можно оценивать концентрацию хлорофилла в листьях, а также индекс листовой поверхности (отношение поверхности листьев к поверхности почвы). Произведение концентрации хлорофилла в листьях и индекса листовой поверхности дает значение содержания хлорофилла на единице площади поля. Регистрация этого критерия многократно в течение сезона обеспечивает надежные оценки потенциала урожая на конкретном участке с учетом предшествовавших условий роста.

Коэффициент отражения инфракрасного излучения, а также тепловое излучение могут использоваться для получения информации о снабжении водой сельскохозяйственных культур на конкретном участке. По обратному рассеянию волн радара можно получать информацию о био-массе, индексе листовой поверхности и особенно о разновидностях сельскохозяйственных культур для классификации растительности в пределах больших сельскохозяйственных районов.

Ближняя регистрация, осуществляемая непосредственно с сельскохозяйственных машин, позволяет проводить контроль с конкретных участков в реальном времени. С другой стороны, удаленная регистрация со спутников удобна для многократного контроля полей или больших площадей в течение периода роста.

В случае контроля с машин используются приборы, осуществляющие дифференцирование почвы и растений, и таким образом, позволяющие проводить капельное распыление (рис. 7.28). Эта техника может быть полезна для контроля сорняков в засушливых сельскохозяйственных районах, где не хватает воды, необходимой для кругооборота в течение длительного периода в паровой системе земледелия, когда сорняки должны уничтожаться. По сравнению с опылением всего поля это позволяет существенно сберегать гербициды и, таким образом, уменьшать их воздействие на окружающую среду.



Рисунок 7.28. Консоль разбрызгивателя с оптическими сенсорами для капельного опыления сорняков на невозделанном поле

Фирмы Claas и John Deere разработали прибор для измерения параметров кормовых культур, который с помощью коротковолновой инфракрасной спектроскопии и точно установленных калибровочных кривых позволяет во время уборки в режиме реального времени наряду с влажностью определять содержание таких веществ как сахар, крахмал, протеин, целлюлоза, гемицеллюлоза и зола. В результате можно получить информацию для торговых расчетов по качественному принципу и рекомендации по технологии производства, оптимизировать процессы силосования и брожения.



Рисунок 7.29. Сенсор контроля потребности растений во влаге в полевых условиях, размещаемый на листья растений

В Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси предложен метод контроля потребности растений во влаге в полевых условиях с помощью специальных сенсоров, размещаемых непосредственно на листьях растений (рис. 7.29). Сенсор деформирует зеленый лист, и, анализируя степень этой деформации, микропроцессор определяет упругость растительной ткани, обусловленную внутриклеточным давлением воды. Полученные дранные передаются по радиоканалу на компьютер, который рассчитывает, насколько удовлетворена потребность растения во влаге. При этом также можно оценить степень снижения интенсивности фотосинтеза и, следовательно, недобор урожая в сравнении с условиями идеального водоснабжения растения.

Техника для предпосевной обработки почвы. Одним из основных процессов предпосевной обработки почвы является культивация – рыхление обработанной почвы (без оборачивания) с подрезанием сорняков. В результате культивации на поверхности почвы создается рыхлый слой, препятствующий капиллярному поднятию влаги и интенсивному ее испарению с поверхности почвы, выравнивается ранее вспаханный грунт, подрезается корневая система сорняков. Как следствие, улучшается воздушный и водный режим почвы, активизируется деятельность почвенных микроорганизмов, создаются благоприятные условия для прорастания семян культурных растений. В точном земледелии культивация проводится с учетом особенностей свойств почвы на конкретных обрабатываемых участках поля, а также с учетом тех практических задач, которые решаются при проведении культивации.

При культивации, основной задачей которой является предварительное разрыхление почвы, важно обеспечить контроль глубины обработки с конкретных участков. Соответствующие сигналы контроля могут быть производными от содержания в почве глины и органических веществ, поскольку оно влияет на гидроморфные свойства почвы и, следовательно, на выбираемую глубину культивации. Роль таких сигналов может также играть сопротивление почвы проникновению в нее рабочих органов культиватора, однако это приемлемо только для твердого подпочвенного слоя и не пригодно для верхнего слоя почвы, поскольку его состояние сильно зависит от содержания воды.

Посевная техника. В точном земледелии при проведении посевных работ важно обеспечить управление плотностью и глубиной высева по конкретным участкам поля ср учетом соответствующих данных контроля этих параметров. Контроль плотности высева по конкретным участкам может основываться на картах текстуры почвы. Плотность высева растет при переходе от песчаных почв ко илистым и жирным почвам и падает на глинистых почвах. Таким образом, с учетом текстуры почвы можно обеспечить либо увеличение урожая, либо уменьшение расхода семян. Контроль глубины посева по конкретным участкам базируется либо на текстуре почвы, либо на содержании воды в почве. В районах с морским климатом и, следовательно, с

частыми дождями контроль на основе текстуры почвы является предпочтительным. Такой контроль можно реализовать, используя карты текстуры и регулируя глубину действия разрыхлителя при его движении с помощью ультразвукового дистанционного сенсора. На участках с континентальным климатом и, следовательно, с более длительным засушливым сроком вполне приемлемым является контроль на основе содержания воды в почве. При этом работа системы контроля влажности почвы, с помощью которой регулируется глубина высева при засухе, основывается на измерении коэффициента отражения инфракрасного излучения или электропроводности.

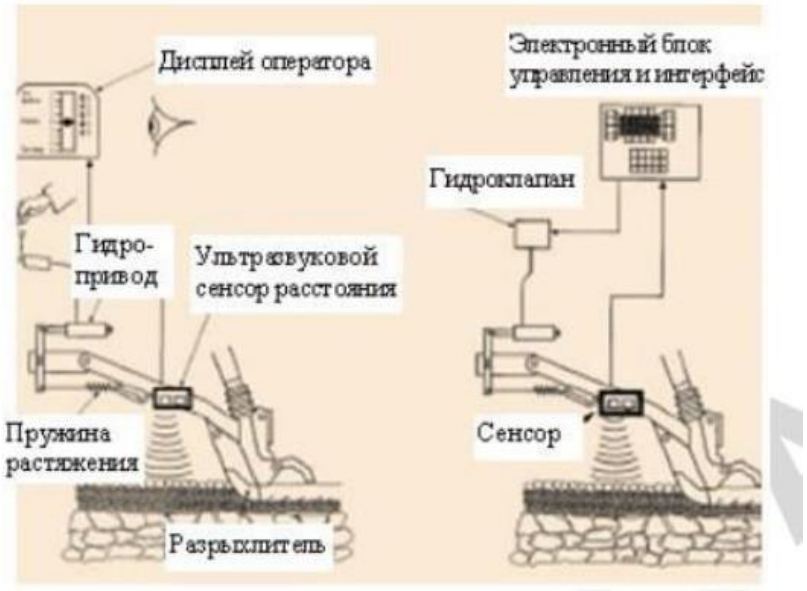


Рисунок 7.30. Схемы использование датчиков расстояния для ручного (слева) или компьютерного (справа) управления глубиной высева

Точное управление глубиной высева является важным фактором обеспечения однородного прорастания и последующего роста растений по всему полю. Это, в свою очередь, существенно для обработки всех растений на одной и той же стадии роста химикатами и, таким образом, для получения высокого урожая.

Обычно глубина высева зависит либо от давления, с которым высевающий сошник действует на почву, либо от высоты салазок или колес, которые прикреплены к разрыхлителю тяжеловесного посевного оборудования. Регулирование давлением используется только для некоторых машин объемного дозирования. Глубина проникновения разрыхлителя контролируется с помощью ультразвуковых волн, которые излучаются миниатюрными сенсорами, закрепленными на рычаге разрыхлителя. Время, требуемое для того, чтобы вертикально ориентированные ультразвуковые волны вернулись к сенсору, определяет расстояние рычага разрыхлителя над землей и, таким образом, реальную глубину высева (рис. 7.30). В последние годы предложен ряд новых технических подходов к обеспечению точного высева семян. Компания Alois Pottinger Maschinenf (Германия) разработала

комбинированную сеялку точного высева модели PCS, оснащенную сенсорными контрольными датчиками продольного распределения семян и Р регистратором пропусков или дублирования семян. Фирма Amazone разработала сеялку EDX 6000-Т с системой точного высева и заделки семян Xpress (рис. 7.31). Достоинством этой системы является модульное разделение высева и заделки семян. Точная пневматическая подача семян проводится на восемь рядов центральным высеивающим барабаном через шланг в сошник под давлением. Пластиковый приемный диск мягко (без риска повреждения) принимает и заделывает семя в борозду, которая выполняется с прямоугольной формой, что обеспечивает оптимальную заделку семян на любой почве.

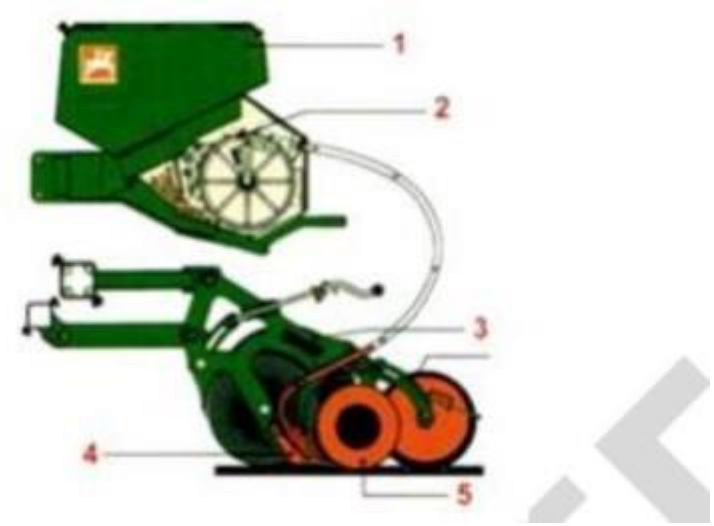


Рисунок 7.31. Сеялка EDX 6000-Т с системой высева и заделки семян Xpress фирмы Amazon:
1 – центральный дозатор, 2 – высевающий барабан, 3 – опорный диск,
4 – сошник с каналом подачи посевного материала , 5 –Б приемный диск, 6 – прижимной диск

Настройка и регулировка нормы высева осуществляются при помощи бортового компьютера, управляющего высевающим барабаном с электрическим приводом.



Рисунок 7.32. Сеялка Centurion-600 с системой регулировки заглубления культиваторных дисков

Отклонение от заданной глубины заделки семян в почву на ±10 мм приводит к потере до четверти урожая. Поэтому сеялки с дисковыми сошниками оборудуют прикатывающими катками для повышения равномерности заделывания семян по глубине.

Фирма Great Plains (США) разработала систему регулировки заглубления культиваторных дисков сеялки Centurion, которая позволяет автоматически возвращаться к заданной глубине работы и обеспечивает точный контроль заглубления (рис. 7.32). Под бункером находятся три высокоточных датчика веса материала: два датчика – сзади и один – впереди. Они автоматически распределяют вес бункера на боковые секции с помощью гидравлики, что обеспечивает равномерное заглубление рабочих органов по всей ширине орудия.

Компания Vaderstad (Швеция) выпустила сеялку точного высева Tempo, оснащенную системой посева, в которой посевной материал выстреливается сжатым воздухом в борозду для укладки семян. Эта система делает машину невосприимчивой к вибрациям и положению на склонах.

Центр управления сеялки приводится в действие автоматически и обеспечивает возможность упрощённой калибровки и изменения количества посевного материала во время работы. Благодаря возможности калибровки каждого рядка в отдельности и наличию сенсора на каждом рядке могут быть посеяны различные сорта культур без снижения точности. Дозировка высеваемых семян осуществляется электрическими приводами. После завершения посева в рядке внесение посевного материала прекращается – данная функция сеялки получила название Row off control (контроль отключения пунктирного сева). Сеялка Teimpo выпускается в многорядном исполнении и используется для высева кукурузы, подсолнечника, сои и других сельскохозяйственных культур.

Фирмой Amazone создана высокопроизводительная пунктирная сеялка с оригинальной системой разъединения семян. Отличительным признаком этой машины является пневморазделитель семян с регулируемыми устройствами, которые предотвращают «спаривание» семян. Перемещающиеся по гибкому пластиковому шлангу семена под действием воздушного потока с большой скоростью выстреливаются и попадают в пластиковый ролик-уловитель конструкции, который аккуратно, без повреждений фиксирует каждое зерно и плотно вдавливает его в борозду. Машина позволяет увеличить рабочую скорость посева до 15 км/ч, что почти в два раза больше, чем на традиционных пунктирных сеялках. Фирмой MSO Messtechnik und Ortung (Германия) предложена система высева Seedector, которая базируется на новом техническом решении анализа материал потоков с помощью радарной техники.

Регистрируя отражение посылаемых микроволн от движущегося потока семян или от отдельного зерна, можно измерять пропускной объем или вести подсчет зерен. Такая сенсорная система может применяться в силках для контроля блокировки семяпроводов, проверки отключений или измерений повторной укладки семян в режиме реального времени.

Предложенная измерительная система отличается простотой и гибкостью конструкции, компактностью, невысокой стоимостью и нечувствительностью к загрязнениям. Эти преимущества по сравнению с аналогичными оптическими решениями, создают для радарной технологии значительный потенциал использования в сельхозтехнике, например, в пневматических сеялках, а также разбрасывателях удобрений.

Техника для полива и орошения. Оптимальное обеспечение растений водой является обязательным условием получения высоких урожаев, особенно в орошаемом земледелии. С другой стороны, возрастающая потребность в воде требует существенного повышения эффективности орошения, чтобы сберечь становящуюся во всем мире все более дефицитной пресную воду.

Содержание воды является одним из наиболее непостоянных во времени свойств почвы: оно может резко увеличиваться в течение нескольких часов из-за дождя и уменьшаться в течение нескольких дней во время засушливого периода. Для повышения урожайности можно применять карты водной обстановки, однако одна и та же карта вряд ли будет применима в течение длительного времени. Несмотря на это, такие карты могут быть пригодными для использования в тех случаях, когда существует значительная потребность в точных знаниях о временном со- держании воды в почве, например:

– когда культивация должна проводиться регулярно, поскольку требуемое измельчение крупных комков земли, а также предотвращение их уплотнения под весом сельскохозяйственных машин зависит от со-держания воды в почве;

– когда требуется вобрать определенное, наиболее подходящее время для посева и определить глубину высева с учетом того, что семена могут всплыть на и поверхность воды;

– когда орошение проводится в плановом порядке на конкретных участках поля.

Сельскохозяйственные растения извлекают наибольшую часть воды из слоя почвы глубиной в 30 см. Если вода, подаваемая в почву в процессе орошения, оказывается в более глубоком слое почвы, то она остается там практически неиспользуемой растениями и может просто просачиваться вглубь, захватывая с собой растворенные химикаты, которые загрязняют грунтовую воду. Для сохранения в почве воды и во избежание нежелательного вымывания минеральных веществ и пестицидов следует проводить непрерывно мониторинг влажности верхнего слоя почвы в сочетании с управляемым орошением. Существующие методы контроля водной обстановки на конкретных участках поля, осуществляемого в процессе движения транспортных средств, сводятся к контролю диэлектрической проницаемости, электрической емкости и отраженного инфракрасного излучения. Измерение диэлектрической проницаемости и электрической емкости проводится в пределах объема почвы, в то время как инфракрасное излучение регистрируется на поверхности почвы.



Рисунок 7.33. Контроль поверхностной отражательной способности почвы с использованием радара:
1 – приемник; 2 – передатчик.

Метод контроля воды в почве по диэлектрической проницаемости является весьма привлекательным для точного земледелия, если он реализуется во время обычных сельскохозяйственных работ, т.е. непосредственно в процессе движения сельскохозяйственных машин. Процесс измерения коэффициента отражения земной поверхностью направленного на нее излучения радара с наземного транспортного средства показана на рис. 7.33. Частота излучения составляет 500 MHz. Эта частота ниже обычного диапазона, используемого спутниками. Пониженная частота, т.е. более длинные волны излучения приводит к увеличению глубины контроля почвы, которая достигает 12 см.



Рисунок 7.34. Схема емкостного контроля на наконечнике зуба культиватора.

Метод контроля воды в почве по электрической емкости, проводимого в процессе движения сельскохозяйственных машин, требует гальванического контакта с почвой подобно методу электропроводности (рис. 7.34). Однако, в противоположность контролю электропроводности, при контроле электрической емкости положительный и отрицательный электроды устанавливаются очень близко друг к другу, например, в пределах одного и того же зуба культиватора. Два электрода – латунный конус и металлическое кольцо – образуют наконечник зуба культиватора (рис. 7.34). Они разделены изолятором. Почва, окружающая зуб, является частью конденсатора. Контроль осуществляется измерением сопротивления электрическому току внутри конденсатора.

Фирмой John Deere предложен инновационный подход к созданию интеллектуальных ирригационных систем для рядковых сельскохозяйственных культур (например, кукурузы). Такая система позволяет планировать и регулировать специфическое для конкретного участка поля и конкретных растений орошение, основанное на измеренных в реальным времени показателях влаги в почве. Эти показатели по беспроводной связи передаются на компьютер в офисе сельскохозяйственного предприятия и визируются с помощью экспертной онлайн-системы.

Предлагаемое фирмой комплексное решение включает в себя:

– высокоточную прокладку капельных шлангов, управляемую через RTK-систему, представляющую собой совокупность методов получения координат и высот точек местности сантиметровой точности с помощью спутниковых навигационных систем;

–специальный датчик влажности и почвы для измерения содержания воды в разных слоях почвы;

– устройство беспроводной передачи данных (наряду с влажностью почвы и температурой воздуха, количество осадков, количество солнечных часов и т.д.);

– набор капельных шлангов (по выбору) для точного распределения воды;

– головную станцию с адаптированными друг к другу компонентами (насосы, вентили, фильтры и пр.). Данная система обеспечивает эффективное использование воды, питательных веществ, энергии и затрат труда при орошении с одновременным внесением удобрений. Управляемая через RTK-систему и документированная соответствующим образом прокладка капельных шлангов, кроме того, обеспечивает бесперебойную работу машин для обработки почвы и посева между проложенными в земле шлангами без их повреждения. Система управления ирригацией на основе GPS с беспроводной связью, разработанная фирмой Comer Industries, обеспечивает полную автоматизацию процесса ирригации на участках любой формы, причем имеется возможность преодоления преград любого типа. Это достигается за счет автоматического управления дождевальной установкой при непрерывном сопоставлении данных о местоположении установки и ее рабочих параметров с учетом влияния ветра.

Техника для внесения удобрений. В сельском хозяйстве на сегодня нет более эффективного и оперативного способа сохранения плодородия почв и повышения урожайности, чем внесение минеральных удобрений. Однако эффективность применения минеральных удобрений в значительной степени снижается из-за недостаточной равномерности их распределения по площади, обусловленной не только конструктивно-технологическими недостатками машин для внесения удобрений, но и использованием способа внесения усредненной дозы удобрений на все поле без учета внутрипольной вариабельности пара-метров исходного распределения их на разных участках поля. Для решения этой проблемы необходимо обеспечить внесение удобрений на одном и том же поле дифференцированно, с учетом исходного содержания их на каждом конкретном участке поля.

О наличии большой внутрипольной неоднородности распределения питательных веществ в почве свидетельствуют представленные на рис.3.32 в качестве примера результаты агрохимического анализа содержания в ней азота.

Для того чтобы вносить удобрения в почву наиболее рационально, следует обеспечить контроль содержания питательных веществ в почве.

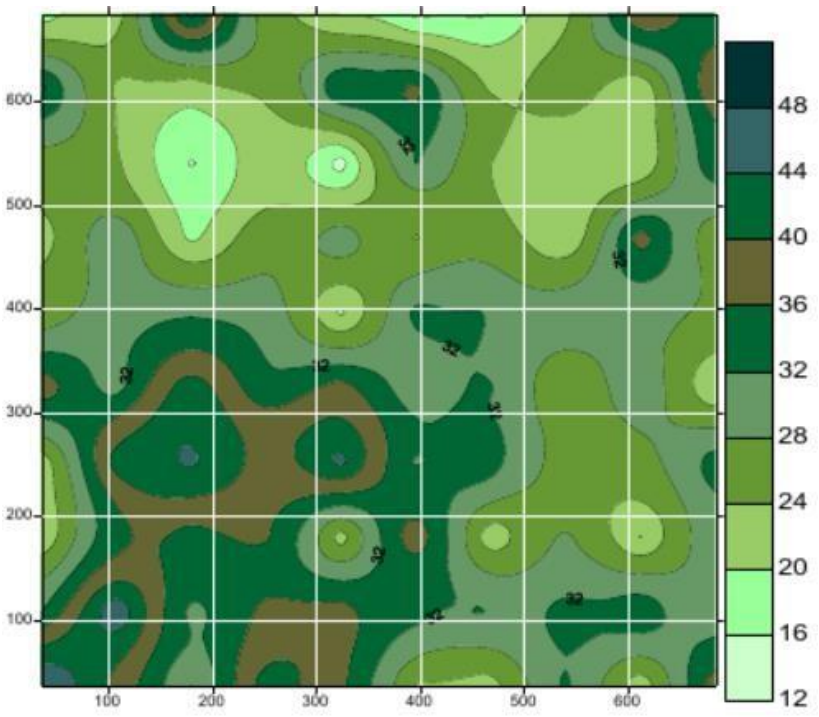


Рисунок 7.35. Картограмма распределения нитратного азота в поле

Существующие методы контроля питательных веществ, которые традиционно применяются в почвенных лабораториях, нацелены на моделирование влияния их содержания в почве на урожай. При этом необходимо учитывать возможности измерения состояния почвы и растений во времени, например, изменение длины корней по мере роста растений.

В связи с этим для более эффективного управления внесением удобрений следует проводить своевременный сенсорный контроль состава почвы. Обычно в большинстве случаев свойства почвы и урожая различны для разных полей или разных участков одного поля. Проблема состоит в том, чтобы найти сенсорные методы, которые обеспечивают контроль внесения удобрений на конкретные поля или участки поля.

Возможные подходы для решения этой проблемы:

– регистрация урожая предыдущих посевов и извлеченных из них питательных веществ;

– электрохимическое индицирование питательных веществ в почвах ионоизбирательными электродами;

– контроль питательных веществ в почве и урожае с помощью методов оптического отражения.

Лучший выбор зависит от многих факторов, таких как, например, тип питательных веществ, свойства почвы, свойства урожая и климат. Последний из перечисленных методов – контроль по оптическому отражению – можно использовать для машин, находящихся вблизи от фермы или на удалении – с помощью спутников, когда облака не перекрывают излучение. Контроль внесения азотных удобрений для машин, находящихся вблизи от фермы, является более распространенным.



Рисунок 7.35. Оборудование Veris для одновременного контроля pH и электропроводности почвы

Показатель кислотности pH является критерием состояния почвы, который необходимо учитывать при установлении видов и доз вносимых удобрений. Важный вопрос контроля pH в естественно влажных почвах – приготовление образцов почвы. Традиционная процедура стационарного контроля в лабораториях посредством ион избирательных электродов основана на использовании растворов или суспензий образцов почвы. Процедура контроля непосредственно с транспортного средства в процессе движения является более простой и удобной, но она может выполняться, если образцы естественно влажной почвы могут быть непосредственно измерены сенсором. При этом контроль почвы сам по себе предполагает, что ее влажность изменяется в некоторых пределах. Она может изменяться от поля к полю или от участка к участку в пределах поля, а также во времени.

Соответствующее оборудование для контроля, производимое фирмой Veris Technologies, показано на (рис. 7.35). При контроле pH колодка для отбора проб (вставка вверху справа) периодически опускается в почву и при поднятии вталкивает образец естественно влажной почвы в напротив ион избирательных электродов. После этого электроды промываются водой. Остатки растений (если они есть) удаляются очистительным устройством. Калибровка электродов является существенной для точного контроля. Оборудование обеспечивает регистрацию pH на образцах естественно влажной почвы через периоды около 10 с. Это означает, что при скорости перемещения 2 м/с (7,2 км/час) и расстоянии между поперечными разрезами 20 м регистрация обеспечивается для последовательных участков площадью 400 м2. При этом пространственная разрешающая способность оказывается в 25 раз лучше по сравнению с обычным методом получения образцов для анализа в специальных лабораториях. Особый практический интерес представляет сенсор фирмы Biocover A/S (Дания), который контролирует

показатель pH в навозе, вывозимом на поля, давая тем самым возможностиь управлять внесением азотсодержащих веществ и добиваться максимальных результатов при использовании органических удобрений.

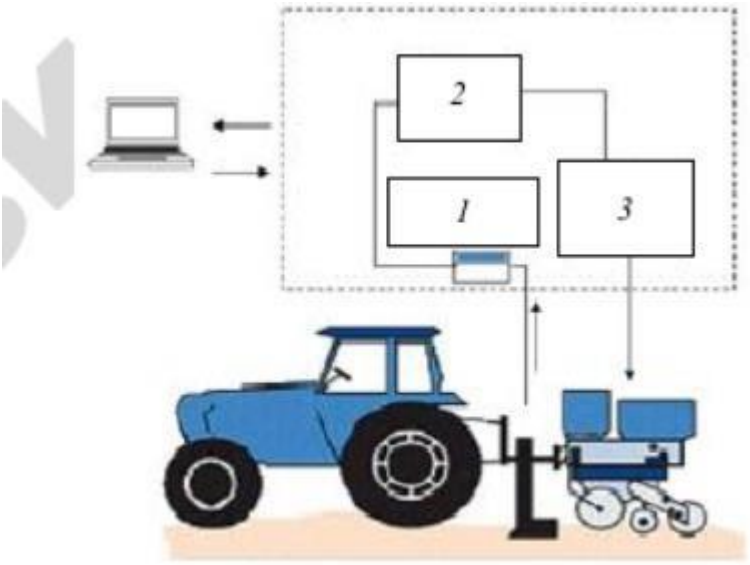


Рисунок 7.36. Схема контроля фосфора на конкретных участках плоской поверхности при движении машины во время посева:
1 – сенсорное устройство, 2 – программа обработки спектров,
3 – контроль фосфора во время посева

На рис. 7.36 показаны три системы управляемого внесения азотных удобрений при движении машины, основанные на контроле свойств сельскохозяйственных культур на конкретных участках: Kiel-система, DLR-система и Bornim-система (все системы разработаны в Германии). Kniel-система (University of Kiel) основана на контроле коэффициента отражения видимого и ближнего инфракрасного излучения растительным покровом. DLR-система (DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt / German Aerospace Center), основана на контроле флуоресценции хлорофилла в растениях. Наконец, Bornim-система (Bornim P Institute of Agricultural Engineering) основана на контроле отклонения маятника, который тянется по верхней части растительного покрова. При использовании Bornim-системы маятник устанавливается перед трактором .

Угол наклона маятника к вертикали, рис. 7.37 определяемый потенциометром, зависит от сопротивления растительного покрова изгибам, которое, в свою очередь, определяется величиной биомассы растений. Учет кореляции между углом наклона маятника и биомассой сельскохозяйственных культур лежит в основе применяемых методов управления внесением удобрений на конкретные участки поля (на этом же принципе реализуются и методы распыления фунгицидов).

Принцип действия Bornim-системы в определенной мере характерен и для системы управляемого внесения азотных удобрений, основанной на контроле высоты растений, поскольку по высоте растений, также как и по сопротивлению растительного покрова изгибам, можно судить о величине

биомассы растений. Наблюдаемая высота растений контролируется ультразвуковым преобразователем. Этот метод контроля основан на дистанционной регистрации и работает подобно хорошо известному методу, применяемому как вспомогательное средство для водителя при парковке автомобиля. Ультразвуковой преобразователь, который направлен вертикально вниз от передней стойки транспортного средства, одновременно может определять расстояние и к поверхности почвы, и к верхней части растительного покров а. Благодаря разности этих расстояний он может контролировать высоту растений, которая коррелирует с их биомассой.

Ряд технических подходов к созиданию систем управления внесением азотных удобрений при движении машины с использованием сенсорных систем предложен фирмами Amazone, Agri Con, WTK Elektronic и Fritzmeier (Германия). Применяемые сенсоры анализируют сразу не сколько визуальных параметров, включая цвет растений, густоту посевов и т.д., учет которых помогает определить характер и степень развития возделываемых культур и точечно вносить удобрения.

Разбрасыватели удобрений. Ведущие производители разбрасывателей минеральных удобрений предлагают усовершенствованные системы управления, позволяющие учитывать вид удобрений, дозировку и трехмерный шлейф разбрасывания на основе расчета картины разбрасывания. В разбрасывателях находят все большее применение базирующиеся на GPS автоматические системы дозируемой подачи удобрений с учетом характеристик обрабатываемых участков поля и особенностей движения машины. Фирма Rauch (Австрия) разработала систему управления Spread Control для дискового разбрасывателя удобрений, которая обеспечивает автоматизацию и одновременно оптимизацию открывания и закрывания дозирующих задвижек на поворотных полосах и клиньях (рис. 7.37). Система позволяет производить расчет оптимальных положений переключения в зависимости от доз и вида минеральных удобрений, а также с учетом картины пространственного распределения удобрений из-за их аэродинамических свойств.

Таким образом, разработанная система не зависит от неточных, основанных на личном опыте тракториста данных по включению и отключению дозирующих щитков. Вместе с тем она создает базу для оптимального распределения удобрений на клиньях поля (посегментное подключение ширины захвата) при несоответствующей колее ширине захвата или кривых колеях. Благодаря оптимальным точкам переключения в поле становится возможным сэкономить удобрения, избежать чрезмерного или недостаточного внесения удобрений, повысить качество и сберечь окружающую среду.

Фирма Amazone разработала систему контроля WindControl для компенсации воздействия ветра при использовании центробежных разбрасывателей. Разбрасыватель оснащен метеостанцией, регистрирующей силу и направление ветра в каждый конкретный момент в зоне шлейфа разбрасывания. Переключающий механизм, управляемый компьютерной

программой, изменяет число оборотов разбрасывающих тарелок и точку подачи на них удобрений с учетом различия используемых видов удобрений по размерам. На основе измеренных метеостанцией данных в процессоре рассчитываются необходимые корректировки и производятся соответствующие регулировки разбрасывающего механизма разбрасывателя, в результате чего достигается стабильное поперечное распределение удобрений даже при воздействии ветра.

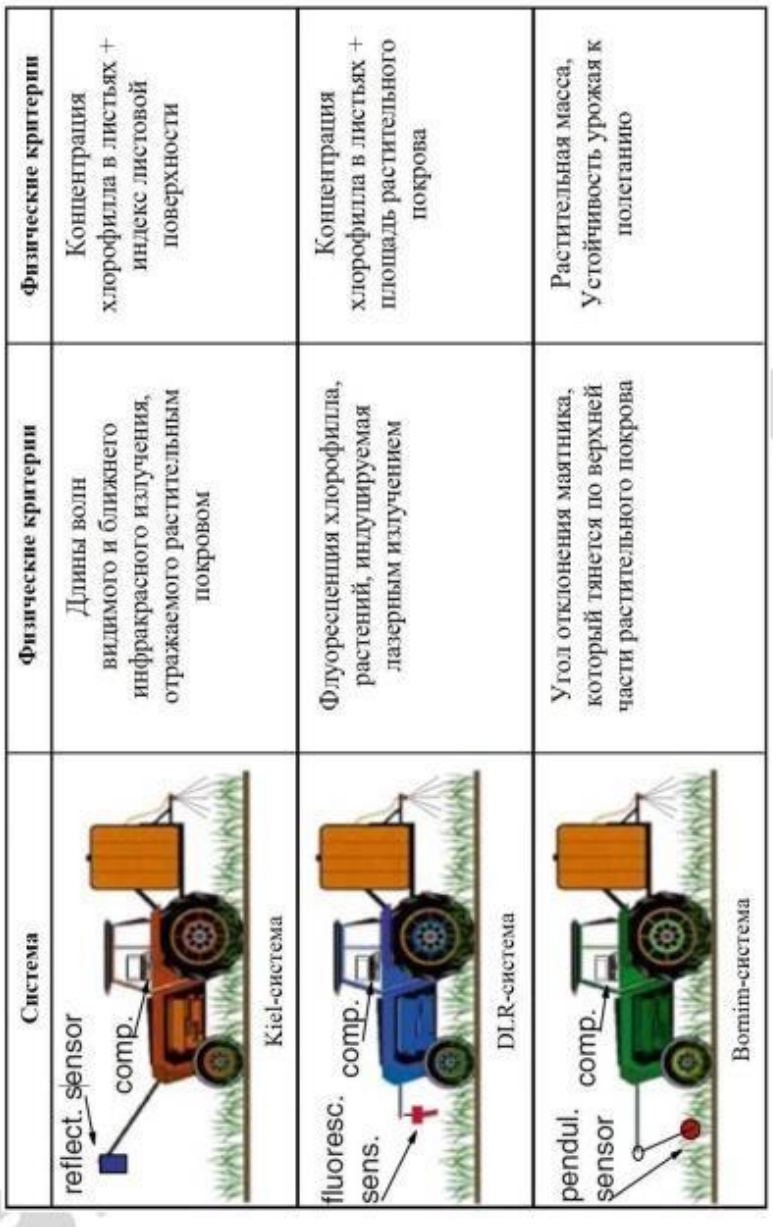


Рисунок 2.32 - Системы для внесения азотных удобрений на конкретные участки, основанные на использовании сенсоров



Рисунок 7.37. Контроль сопротивления покрова злаковых культур изгибам с помощью маятника, который установлен перед трактором



Рисунок 7.38. Разбрасыватель удобрений с системой управления Spread Control

Опрыскиватели. Фирмы, производящие опрыскиватели, постоянно вносят в конструкцию машин различные интеллектуальные системы, повышающие эффективность из работы. Фирмой John Deere предложен ряд технических решений по совершенствованию прицепных опрыскивателей, способствующих росту производительности, минимизации ошибок оператора, снижению затрат и защите окружающей среды на всех стадиях процесса опрыскивания – от заполнения емкостей и разбавления химических удобрений водой до собственно опрыскивания. В том числе разработаны счетчик резервуара Sprayer Pro и технология разбавления Auto Dilute, благодаря чему стало возможным более точно заполнять опрыскиватель водой и удобрениями, опрыскивать посевы и разбавлять остатки удобрений. Счетчик Sprayer Pro, используя систему GPS навигации, автоматически контролирует главный клапан управления штангой опрыскивателя и отдельные клапаны на каждую секцию, отключая и включая секции по мере того, как эти секции оказываются востребованными для работы или наоборот.

Эта функция становится особенно актуальной, когда опрыскиватель приближается к краям поля или к тем его участкам, которые по каким-либо причинам не надо обрабатывать – в таких случаях секция автоматически отключается и включается лишь тогда, когда она опять заходит в рабочую зону.

Технология разбавления Auto Dilute контролирует остатки жидких удобрений в опрыскивателе после их применения. В зависимости от вида удобрений, использовавшихся ранее, а также вида культур, которые необходимо опрыскивать далее, оператор может выбрать предустановленное программное меню, позволяющее обеспечить максимально эффективный процесс разбавления удобрений.

Используемая в опрыскивателях и система управления в зависимости от интенсивности опрыскивания и размера оставшейся территории способ сама рассчитывать необходимое количество воды для разбавления химикатов, предупреждать оператора, хватит ли ему раствора для обработки всего предстоящего участка, чтобы не возвращаться для дозаправки с полпути. Фирма Amazone разработала для опрыскивателей систему дистанционного контроля Distance Control. С помощью сенсоров штанга идет точно по поверхности растений, автоматически поднимается на разворотах в конце гона и регулируется по высоте и наклону. Компания Лемкен предложила встраиваемую в опрыскиватели ав-томатическую систему ведения пути на основе использования GPS-навигаторов. До начала работы в компьютер записываются очертания обрабатываемого поля. Затем система с учетом особенностей траектории следования машины автоматически включает требуемую часть рабочей ширины распыления жидкости. Таким образом, работа опрыскивателя может быть оптимизирована под различные траектории движения: по прямой или кривой линии, по кругу, по следу последнего прохода. Компания Berthoud (США) ввела в конструкцию опрыскивателей систему управления Slant Control. Она использует встроенные в штангу ультразвуковые сенсоры, благодаря чему обеспечивается автоматическая регулировка штанги, в частности, высоты ее расположения от поверхности земли или верхушек растений.

Техника для химической обработки. Важным условием получения хорошего урожая является рациональная обработка полей химическими средствами защиты культурных растений – пестицидами (сельскохозяйственными ядохимикатами). Существуют различные виды пестицидов в зависимости от их назначения: они применяются для борьбы с сорняками (гербициды), вредителями (инсектициды, акарициды, зооциды и др.) и болезнями (фунгициды, бактерициды и др.). У культурных растений большинство пестицидов – это синтетические органические вещества, обладающие токсичными свойствами. При систематическом применении стойких высокотоксичных пестицидов, особенно в завышенных дозах, происходит загрязнение ими окружающей среды, что приводит к уничтожению полезных насекомых, птиц, рыб, зверей, а также отравлению людей непосредственно пестицидами или продуктами, в которых они

способны накапливаться. Поэтому использование пестицидов строго регламентируется законодательством во всех странах. Существуют нормы расхода пестицидов, под которыми понимаются весовые количества препарата, вносимого на единицу обрабатываемой площади. Эти нормы зависят от концентрации пестицида, способа его применения, а также от вида и возраста растения или от фазы развития насекомого-вредителя и

В зависимости от свойств пестицидов для обработки одного гектара обычно требуется от 0,5 до 2 кг пестицидов в пересчете на активное вещество. Чтобы равномерно распределить такое небольшое количество пестицидов по обрабатываемой площади, их применяют в соответствующей препарат ивиной форме – в виде порошков, эмульсий, растворов, аэрозолей и др. Обработку сельскохозяйственных культур пестицидами проводят с помощью различных устройств – опрыскивателей, опыливателей и др. Пестициды при завышенных дозах, несоответствующих способах, сроках и условиях применения вызывают ожог растений, снижение жизнеспособности пыльцы, гибель пестиков и тем самым значительно снижают урожай. Растения могут загрязняться пестицидами, приобретать неприятный запах и вкус, а также накапливать пестициды на поверхности в виде ядовитых остатков, опасных для человека и животных. При использовании пестицидов в точном земледелии важнейшей задачей является обеспечить их оптимальное распределение на разных участках поля с учетом свойств почвы и особенностей развития растений. Так, дифференцированное внесение гербицидов с учетом внутрипочвенной неоднородности фитосанитарного состояния посевов обеспечивает снижение расхода гербицидов на 30–70 % и опасности загрязнения окружающей среды, повышение окупаемости гербицидов на 70–80 %, получение запрограммированной урожайности сельскохозяйственных культур.

Дифференцированное внесение гербицидов осуществляется использованием одноэтапных технологий в режиме реального времени с помощью сенсорной техники или двухэтапных с помощью цифровых карт, а также комбинации одно- и двухэтапных технологий – сенсорный подход с дополнением данными от цифровых карт. При двухэтапном подходе предварительно собирается и анализируется исходная информация, составляются электронные карты-задания,которые затем переносятся в бортовые компьютеры опрыскивателей, оснащенных GPS-приемниками. Двухэтапные технологии, благодаря использованию цифровых карт, дают возможность обрабатывать довольно сложную информацию, однако они весьма затратны и продолжительны во времени. Поэтому на практике преимущественное распространение получают одноэтапные технологии дифференцированного внесения гербицидов в режиме реального времени, позволяющие в сжатые сроки проводить борьбу с сорной растительностью. При одноэтапном подходе информация о состоянии засоренности посевов собирается с помощью различных датчиков. Затем информация обрабатывается с учетом агротехнических требований, заложенных в программу бортового компьютера, и преобразуется в сигналы управления

работой сельскохозяйственной маишины. Так, в случае применения гербицидов необходимо контролировать наличие сорняков. Для выявления сорняков используются три вида оптических сенсоров: спектрометры, флуоресцентные сенсоры и цифровые камеры с последующим анализом изображений. Применение спектрометров основано на способности неповрежденных зеленых растений преобразовывать падающий свет с помощью своих хлорофизильных пигментов, которые поглощают преимущественно красный, а также фиолетовый и голубой свет. Только некоторая часть зеленого и большинство ближнего инфракрасного света отражается. Спектральный коэффициент отражения растений имеет минимум в видемой области длин волн и значительно увеличивается в направлении невидимого ближнего инфракрасного диапазона. е Флуоресцентные сенсоры регистрируют флуоресцентное излучение, которое испускают листья зеленых растений после воздействия на них в течение определенного времени обычного светового излучения Р (флуоресцентное излучение обладает большей длинной волны, чем па-дающее излучение). Интенсивность флуоресценции сильно зависит от свойств листьев и физиологического состояния растений.

Анализ изображений растений, получаемых с помощью цифровых камер, позволяют довольно просто выявлять и идентифицировать сорняки, поскольку разные виды сорняков, а также сельскохозяйственных культур могут идентифицироваться и подсчитываться на основе автоматической классификации особенностей их формы. Как правило, сорняки и сельскохозяйственные культуры сегментируются из цифровых изображений в реальном времени с использованием биспектральной видеокамеры, соединенной с системой повышения точности сигналов.

Другой пример – применение фунгицидов. Опыт показывает, что густо растущие растения более восприимчивы к грибковым заболеваниям, чем редкий и плохо развитый растительный покров. Концентрация биомассы варьируется на различных участках поля. В обычной практике фунгициды равномерно распределяются без учета каких-либо различий в густоте растений на разных участках. Но поскольку объектом действия фунгицидов является, прежде всего, поверхность листьев, то логически правильно вносить одно и то же количество фунгицидов на единицу площади поверхности листьев. Такое использование фунгицидов является рациональным с учетом неравномерного распределения растений на разных участках поля по густоте растительного покрова, которую можно оценивать по таким параметрам, как концентрация биомассы или индекс листовой поверхности (определяемый как отношение поверхности листьев к поверхности почвы).

На практике указанные параметры можно контролировать следующими методами (рассмотрены выше в данном разделе): оптическим – по коэффициенту отражения разлучения радара; маятниковым – по сопротивлению растительного покрова изгибу; ультразвуковым – по коэффициенту отражения ультразвука (рис. 7.39).

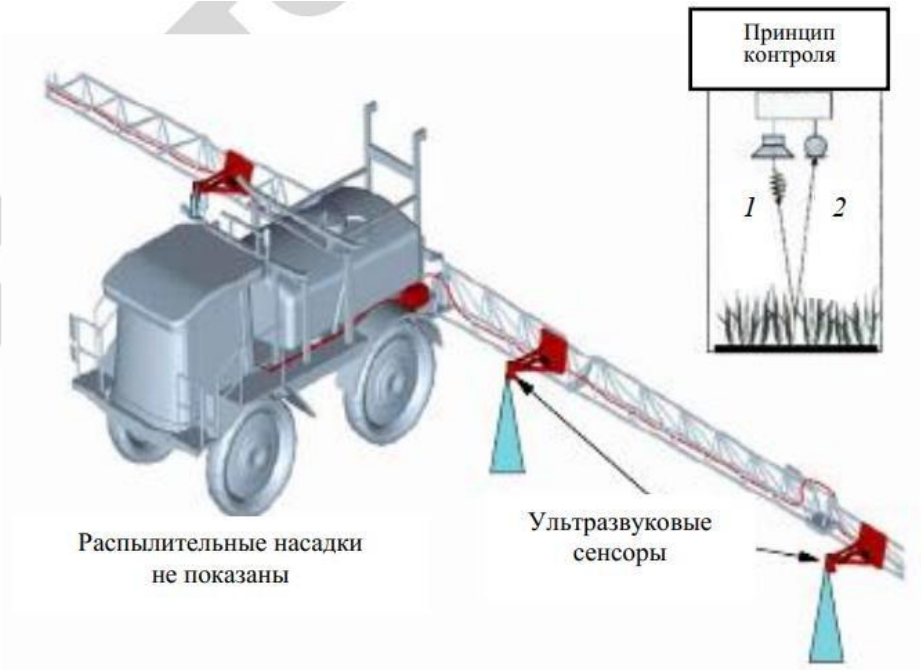


Рисунок 7.39. Секционное управление распылителем путем ультразвукового контроля биомассы. Принцип контроля: 1 – излучение, 2 – отражение

Во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства оценивались возможности использования системы Green Seeker RT-200 фирмы Trimble (США) для учета засоренности поля с озимой пшеницей. Информация от оптического датчика (индекс вегетации биомассы) передавалась на полевой компьютер RECON, одновременно фиксировались GPS-приемником и записывались координаты отдельных участков поля. В результате испытаний была выявлена высокая засоренность выделенного контура поля и неравномерность распределения сорняков по площади, что доказывает необходимость дифференцированного внесения гербицидов. Предварительно на этом же поле проводилась калибровка оптического датчика системы Green Seeker RT-200. Для этого на выровненном участке поля устанавливали ряд рамок размером 50×50 см, в пределах которых подсчитывали сорняки и культурные растения. Затем с помощью оптического датчика снимали значения вегетационного индекса NDVJ (Normalized Difference Vegetative Index) и записывали в полевой компьютер RECON. После удаления вручную сорняков с площади каждой рамки повторно измеряли значения NDVJ и рассчитывали коэффициенты корреляции между показателями NйDVJ на делянках с сорной растительностью и без сорняков с их фактическим количеством на каждой площади делянки. Результаты исследований показали возможность использования оптического датчика для оценки состояния засоренности посевов, так как коэффициент корреляции между показателями NDVJ на делянках с сорняками и без сорняков и фактическим их количеством составил 0,77.

Также была разработано карта-задание на выполнение технологической операции «дифференцированное внесение гербицидов». Норму внесения гербицида марки «гран стар» устанавливали с учетом показаний NDVJ на каждом выделенном элементарном участке поля. Расчеты показали, что экономия гербицида при его дифференцированном внесении составила 32 % по сравнению со сплошным внесением средней дозы (0,02 кго/га). Уборочная и кормозаготовительная техника. Одной из наиболее важных задач точного земледелия, решаемых на стадии выполнения уборочных работ, является обеспечение контроля урожая на основе зиционирования. При таком контроле становится возможным определять урожайность на разных участках поля. С начала 1990-х гг. на зерноуборочных комбайнах начали устанавливать различные системы для регистрации в сочетании с позиционированием машин.

Позднее такими системами стали оснащать кормозаготовительные машины, а также машины для уборки хлопка, зерна, помидоров, сахарной свеклы, арахиса, винограда, сахарного тростника. Кроме того, делались подобные попытки определения урожая культур, убираемых вручную, таких как апельсины, яблоки и кофе.

Благодаря применению таких систем можно получать оперативную информацию о производительности уборки, объеме убранного урожая и неубранном остатке. Точный учет веса урожая, собранного каждым комбайном и перевезенного каждым грузовиком, позволяет более эффективно мотивировать персонал, а также предотвращает возможные потери или хищения урожая в процессе уборки.

Автоматический контроль убираемого урожая осуществляется с помощью устанавливаемых на уборочных комбайнах сенсоров уровня зерна, фиксирующих уровень зерна в бункере каждого комбайна. Обычно для этой цели используются емкостные датчики уровня сыпучих продуктов (рис. 3.38). Они позволяют эффективно контролировать динамику наполняемости бункера уборочного комбайна. При этом дополнительный используемый сигнализатор дает возможность определять среднюю влажность сырья при каждом заполнении бункера. Датчики уровня сыпучих продуктов измеряют количество собранного в бункере зерна в единицах объема. При необходимости можно выполнять автоматический пересчет полученных данных и определять количество собранного в бункере зерна в единицах массы.

Документированным результатами контроля сбираемого в поле урожая с использованием систем геопозиционирования являются карты урожайности, составляемые на основании данных по убранным участкам, и ее графическое отображение в виде распределения по площади поля с цветовым кодированием диапазонов урожайности.

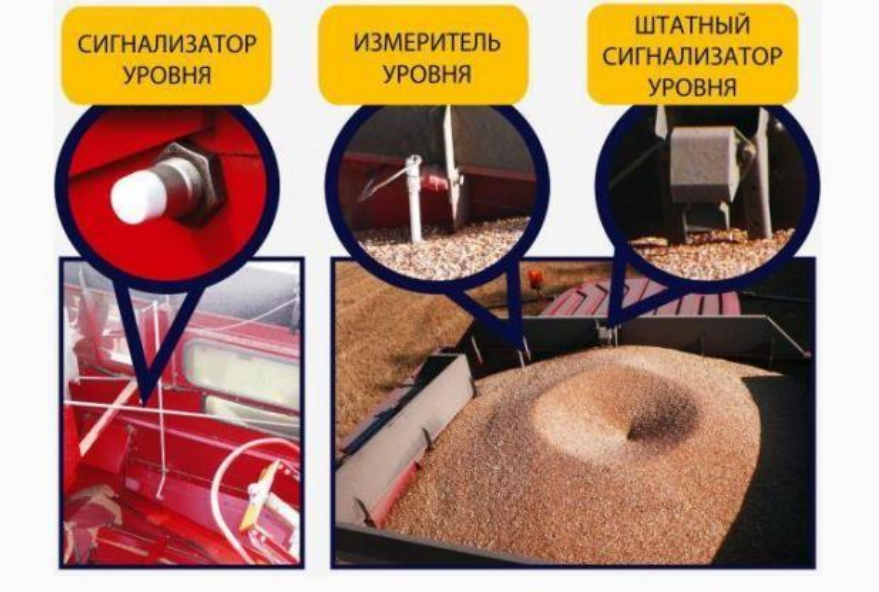


Рисунок 7.40. Сенсорный контроль уровня сыпучих материалов в бункере комбайна

Урожай также можно контролировать путем определения количества порции зерна, загружаемого на лопасти элеватора уборочного комбайна. Такой контроль можно проводить косвенным методом – с помощью светового луча, который перекрывается грудой зерна, расположенной на лопасти: по длительности перекрытия луча определяется высота груды зерна, которая затем пересчитывается в объем. Для непосредственного определения массы зерна используется метод радиометрического измерения степени поглощения гамма-излучения зерном.

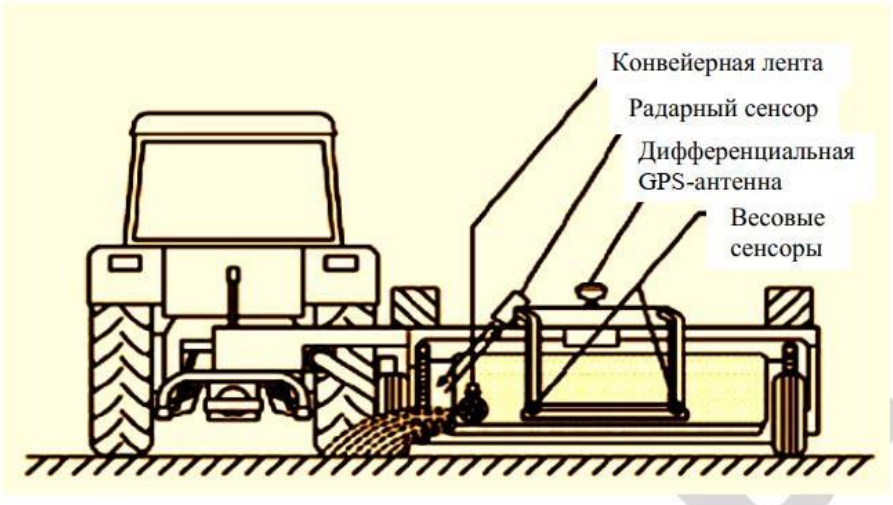


Рисунок 7.41. Контроль уборки кормовых трав на основе техники конвейерных весов для травокосилки

Для геоинформационного контроля уройжая кормовых растений травокосилки, агрегированные с тракторами, оснащают сенсорными системами, работа которых основана на использовании техники конвейерных весов (рис. 7.41). Подобные системы переменяются для геоинформационного контроля урожая корнеплодов, таких как картофель и сахарная свекла.

Вывод

При использовании в технологии точного земледелия широкое применения интеллектуальных систем при автоматизации выполнения различных технологических операций аграрного производства возникает комплекс проблем, автоматизации технологических процессов в сельском хозяйстве. Широкий охват данных процессов интеллектуальными технологиями вполне позволяет называть точное земледелие
«интеллектуальным». Для решения задачи интеллектуализации технологии точного земледелия необходимо четкое определение круга проблем, которые встают при разработке методов автоматизации, а также аппаратно- программного обслуживания.

Тема 8. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ТРАВ

ОСНОВНЫЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УБОРКЕ

(из «Организационно-технологических нормативоввозделывания сельскохозяйственных культур»)

Уборку ***прямым*** комбайнированием проводят при достижении
полной спелости зерна и ***влажности 16…20 %.***
Продолжительность – 4…6 дней.

При уборке ***раздельным*** комбайнированием валки подбирают через 3…4 дня после скашивания при ***влажности 19…21 %.***
Продолжительность обмолота валков – ***1…2 дня***.

Требования к выполнению операций при уборке:

дробление зерна – отсутствует

чистота зерна в бункере – не менее 97 %

потери зерна при различных условиях уборки: благоприятные – 1 %
средние – 1,5 %трудные – 2,5 %

КОМБАЙНОВЫЕ СПОСОБЫ УБОРКИ

Прямое комбайнирование





Операции:

одновременное ***скашивание*** и ***обмолот*** хлебной массы, ***очистка*** и ***сбор*** зерна в бункер комбайна.

Применяют на посевах:

- ***чистых***,
- равномерно ***созревших***;
- ***редких*** и ***низкорослых***;
- при ***неустойчивых*** погодных условиях.

Достоинства:

- уборка проводится за ***одну операцию***;
- меньшие ***удельные затраты***.

Недостатки:

- ограниченность ***сроков*** уборки;
- вторичное ***увлажнение*** хлебной массы.

КОМБАЙНОВЫЕ СПОСОБЫ УБОРКИ

Раздельное комбайнирование





Операции:

- ***скашивание*** и укладку растений ***в валки*** валковыми жатками;
- ***подбор*** подсохшей массы и ***обмолот*** комбайнами с подборщиками.



Применяют на посевах:

- ***засоренных***;
- ***неравномерно*** созревающих;
- склонных к ***осыпанию*** и ***полеганию***.



Достоинства:

- раньше ***начало*** уборки;
- снижение ее ***напряженности***;
- меньше ***затраты*** на ***доработку***.

Недостатки:

- требуется ***хорошая погода***;
- уборка за ***две операции***;
- увеличение ***удельных затрат***.

КОМБАЙНОВЫЕ СПОСОБЫ УБОРКИ

Операции:

- ***скашивание*** растений ***в валки***;
- ***подбор*** и ***обмолот*** валков со сбором «невеянного» вороха (без очистки);
- ***доработка*** вороха на ***стационаре***.

Применяют при уборке:

- ***мелкосеменных*** культур;
- зерна с последующим ***плющением***;
- в условиях ***повышенного увлажнения***.

«Невейка»





Достоинства:

- ***упрощается*** процесс ***уборки***;
- выше ***производительность*** уборочной машины.

Недостатки:

- необходимо ***дооборудование*** комбайна;
- необходимо больше ***транспорта***.

КОМБАЙНОВЫЕ СПОСОБЫ УБОРКИ



Уборка методом очеса



Операции:

- ***очес*** растений ***на корню*** спомощью очесывающей приставки, ***обмолот*** и ***сепарация*** вороха зерноуборочным комбайном

Применяют при уборке:

- ***мелкосеменных*** культур;
- зерна с последующим ***плющением***;
- в условиях ***повышенного увлажнения***.

Достоинства:

- ***снижение энергозатрат*** на обмолот;
- выше ***производительность.***

Недостатки:

- необходим ***очесывающий адаптер*** к комбайну.

«ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ» СПОСОБЫ УБОРКИ

Трехфазная уборка





Операции:

- ***скашивание*** растений ***в валки***;
- ***подбор*** массы с ***измельчением*** ипогрузкой в транспортное средство;
- ***доработка*** вороха на ***стационаре***.

Применяют при уборке:

- ***зернофуражных*** культур;
- ***семенников трав***;
- в условиях ***повышенного увлажнения***.

Достоинства:

- ***круглосуточная*** уборка;
- выше ***производительность*** полевых работ.

Недостатки:

- ***дробление*** зерна при измельчении;
- необходимо больше ***транспорта***;
- нужны ***стационарные молотилки***.

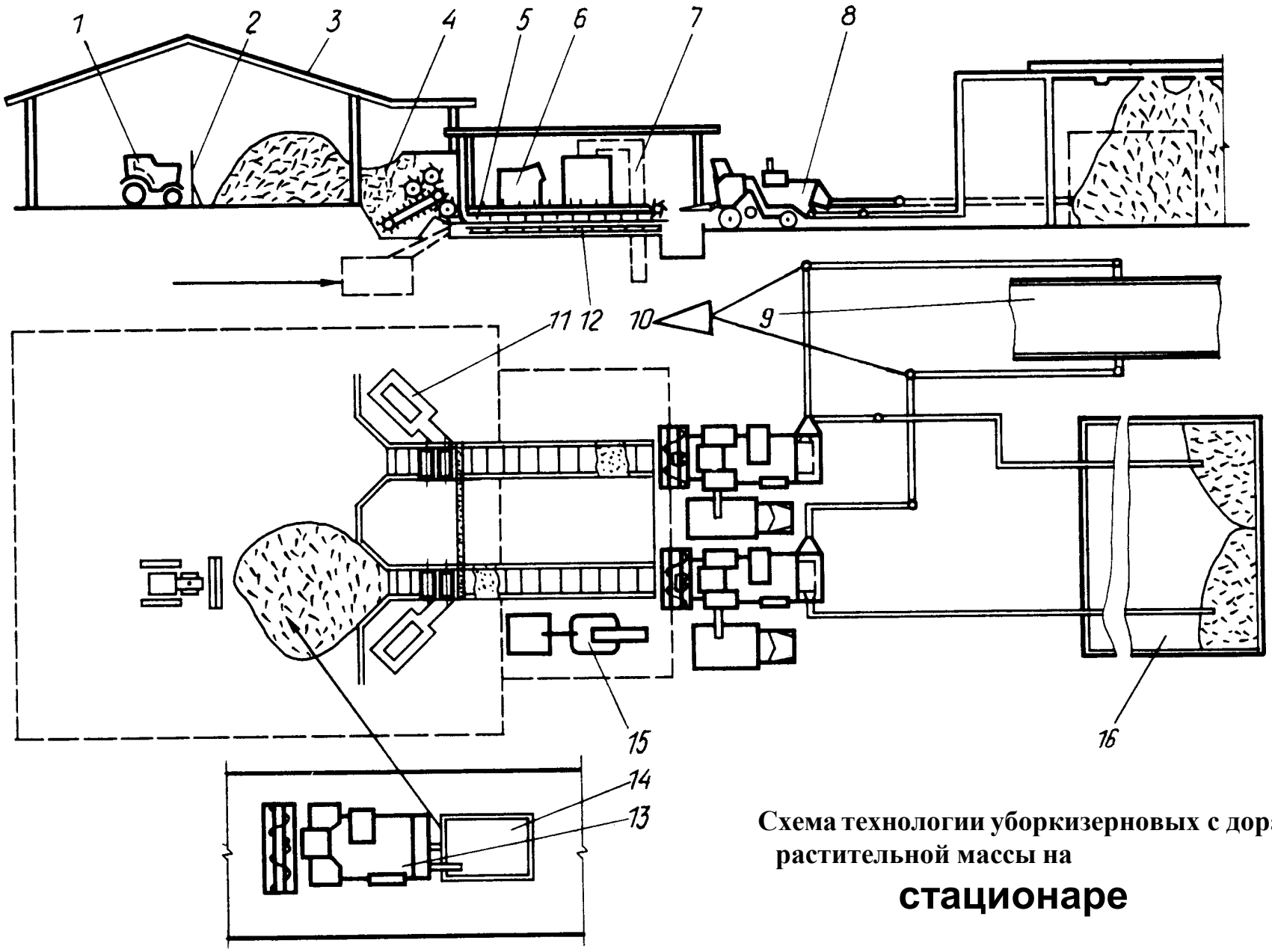


Схема технологии уборкизерновых с доработкой растительной массы на

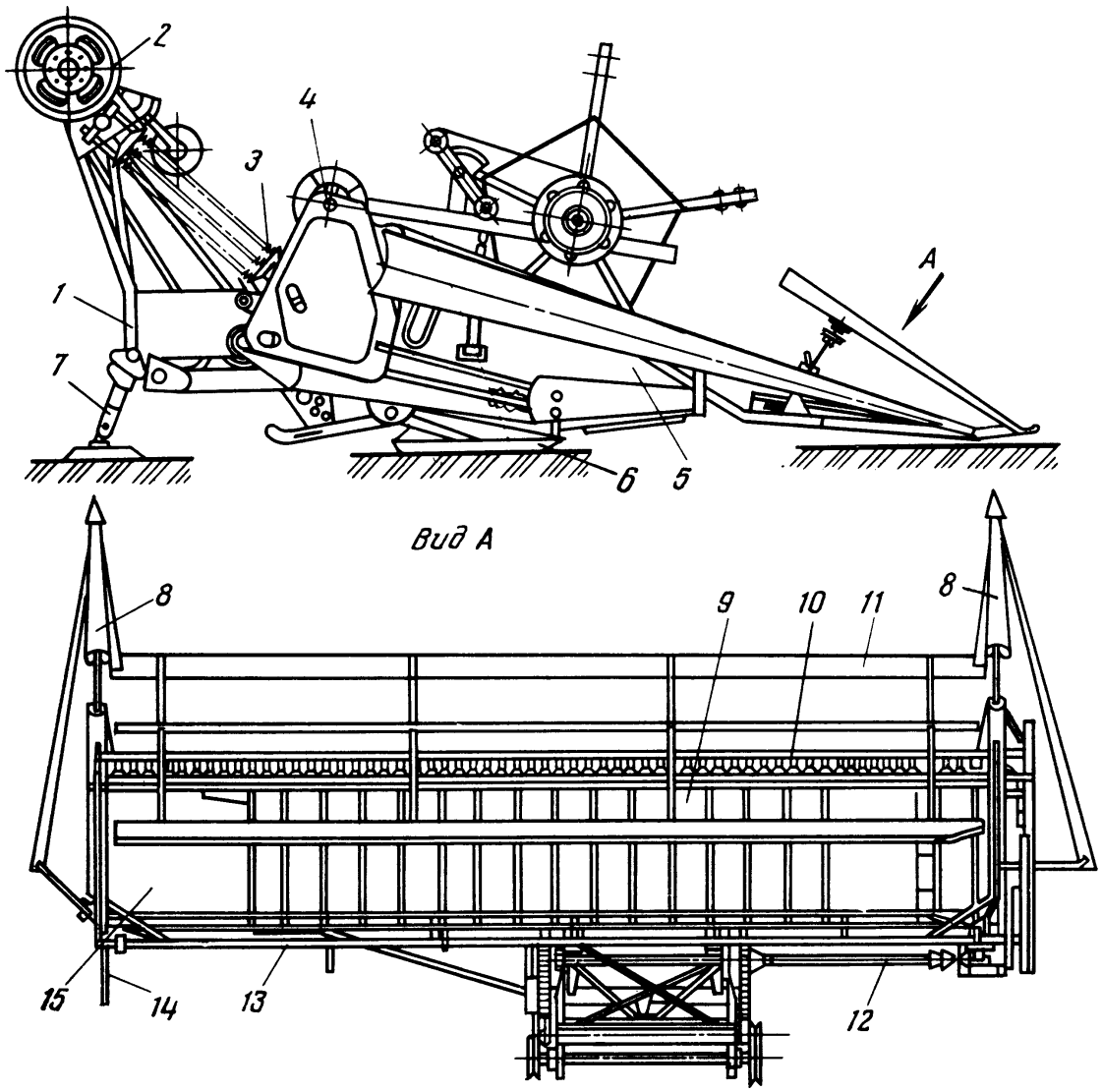
стационаре

Предназначены:

для ***скашивания*** растений и ***укладки в валок*** с целью ***подсыхания*** соломы ***дозревания*** зерна.

Включают:

делители, ***мотовило***, ***режущий аппарат***, ***поперечный транспортер***.



Валковые жатки различают:

по ***назначению*** –

- ***универсальные***;
- ***специальные*** (для бобовых).

по способу
агрегатирования -

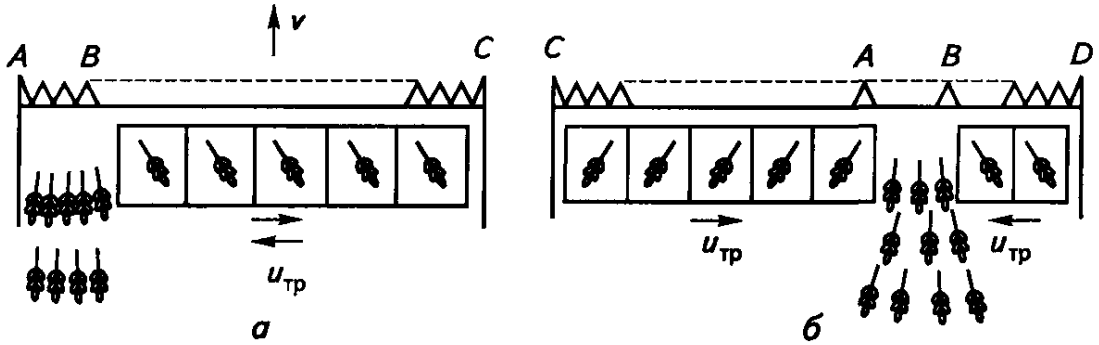
- ***навесные***;
- ***прицепные***.





по способу ***формирования валка*** —

- ***двухпоточные***;
- ***трехпоточные***.



Общий вид прицепной трехпоточной валковой жатки



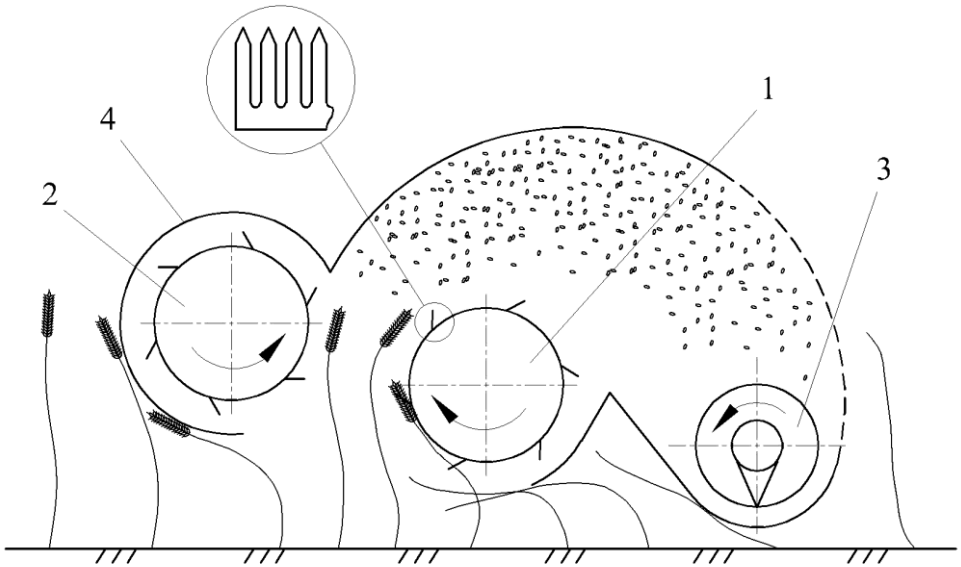
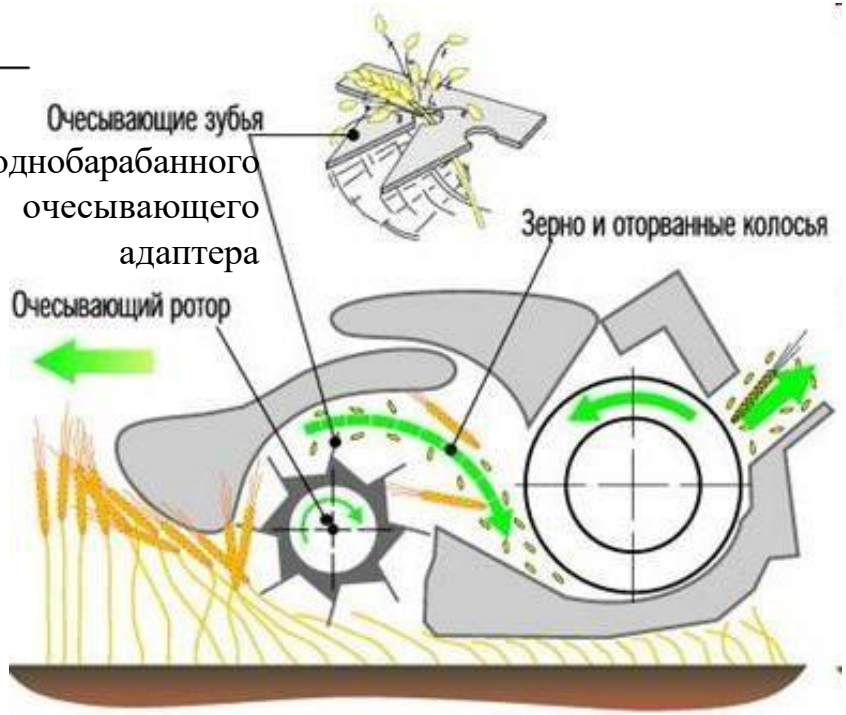


Схема двухбарабанногоочесывающего адаптера



Схемаоднобарабанного очесывающего адаптера

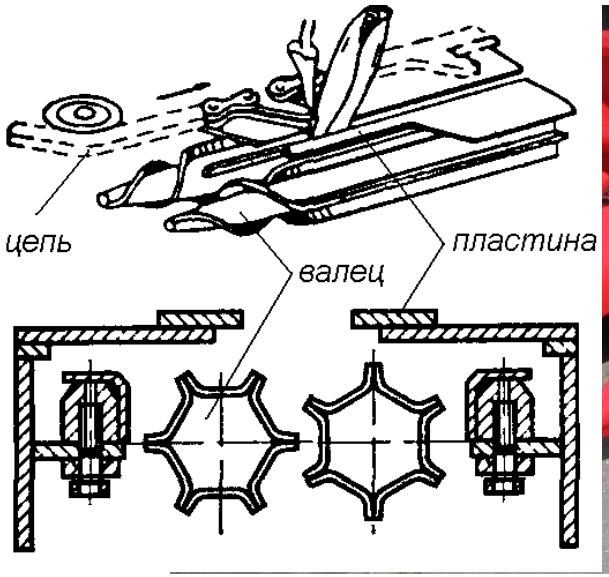
Общий вид очесывающего адаптера







Общий вид ручьевой жатки для уборки кукурузы на зерно









ТИПЫ, РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ИОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Зерноуборочный комбайн ***предназначен*** для ***прямой*** иуборки ***раздельной зерновых*** культур,

а с применением специальных приспособлений для

уборки ***кукурузы на зерно***, ***подсолнечника***, ***зернобобовых***, ***крупяных*** культур, ***семенников трав*** и ***рапса***.

Комбайн производит ***срез***, ***обмолот***, ***сепарацию*** зернового ***вороха***, ***очистку зерна***,



накопление зерна в бункере с последующей ***выгрузкой*** его в транспортное средство,

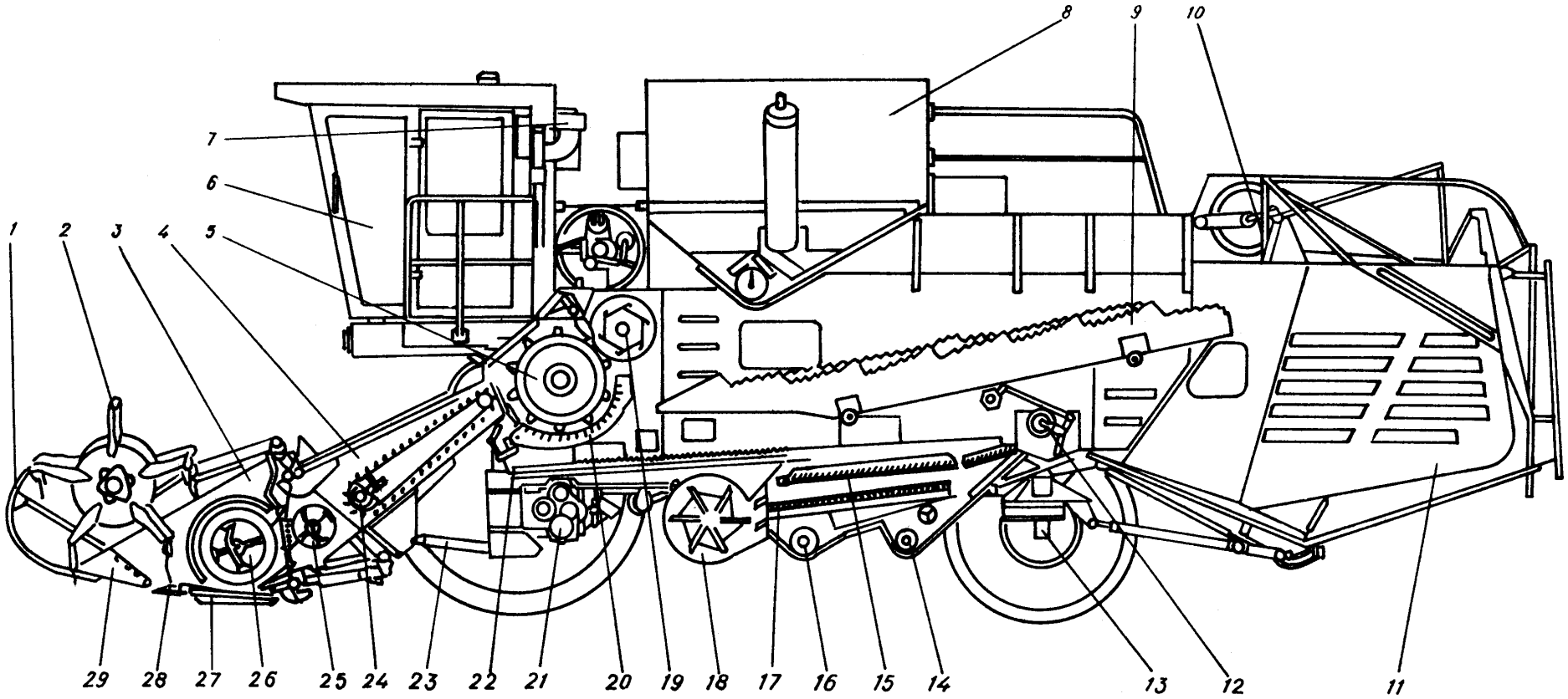
а также ***укладку соломы*** в валок или ***измельчение и разбрасывание*** ее по полю.

Зерноуборочные комбайны различают:

по ***типу*** конструкции ***молотильно-сепарирующей части*** –

➢ с ***классической*** (тангенциально-роторной) схемой:

подача растительной ***массы*** на обмолот происходит ***перпендикулярно оси*** молотильного ***барабана***



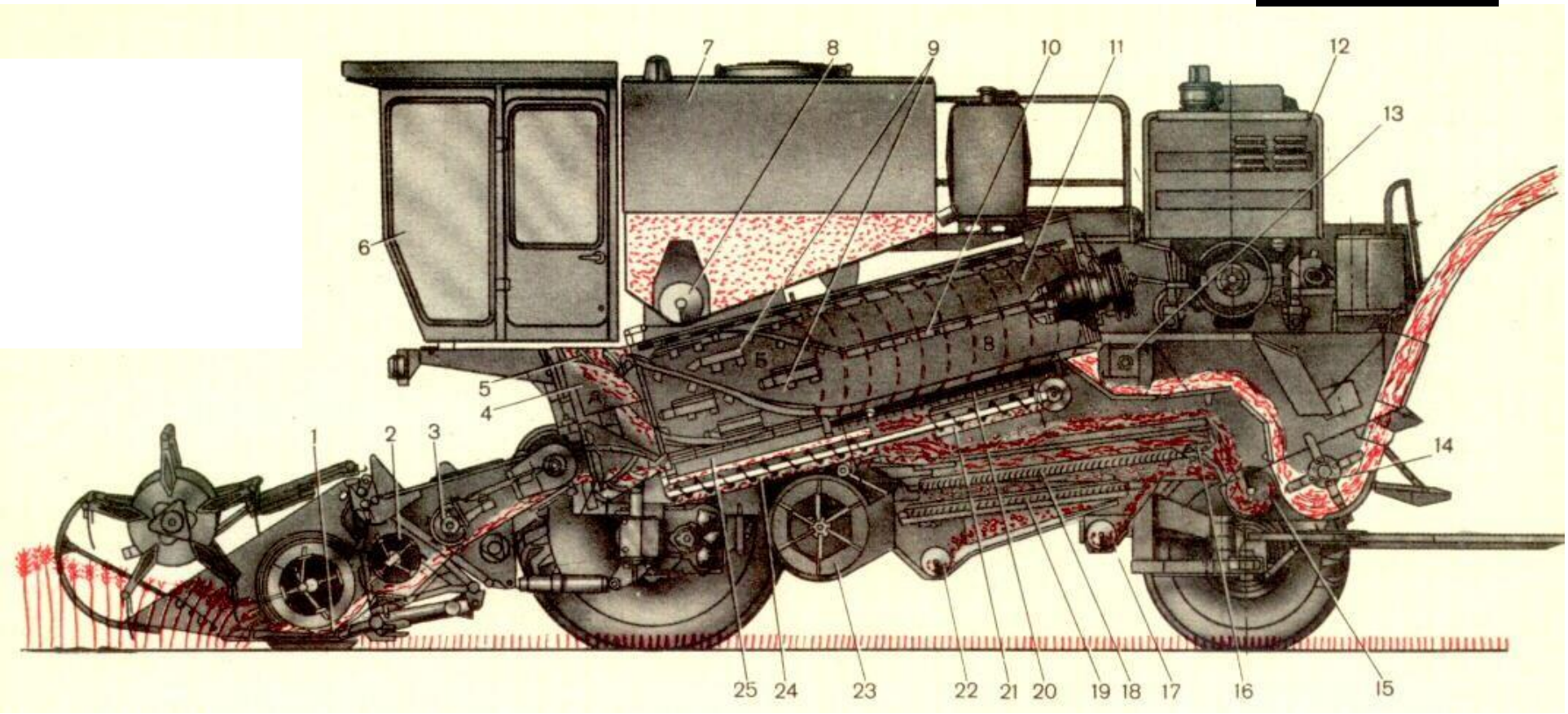
Зерноуборочные комбайны различают:

по ***типу*** конструкции ***молотильно-сепарирующей части*** –

➢с ***аксиально-роторной***:



подача растительной ***массы*** на обмолот происходит ***вдоль оси*** молотильного ***барабана***



Зерноуборочные комбайны различают:

по ***типу*** конструкции ***молотильно-сепарирующей части*** –

- с *комбинированной*:

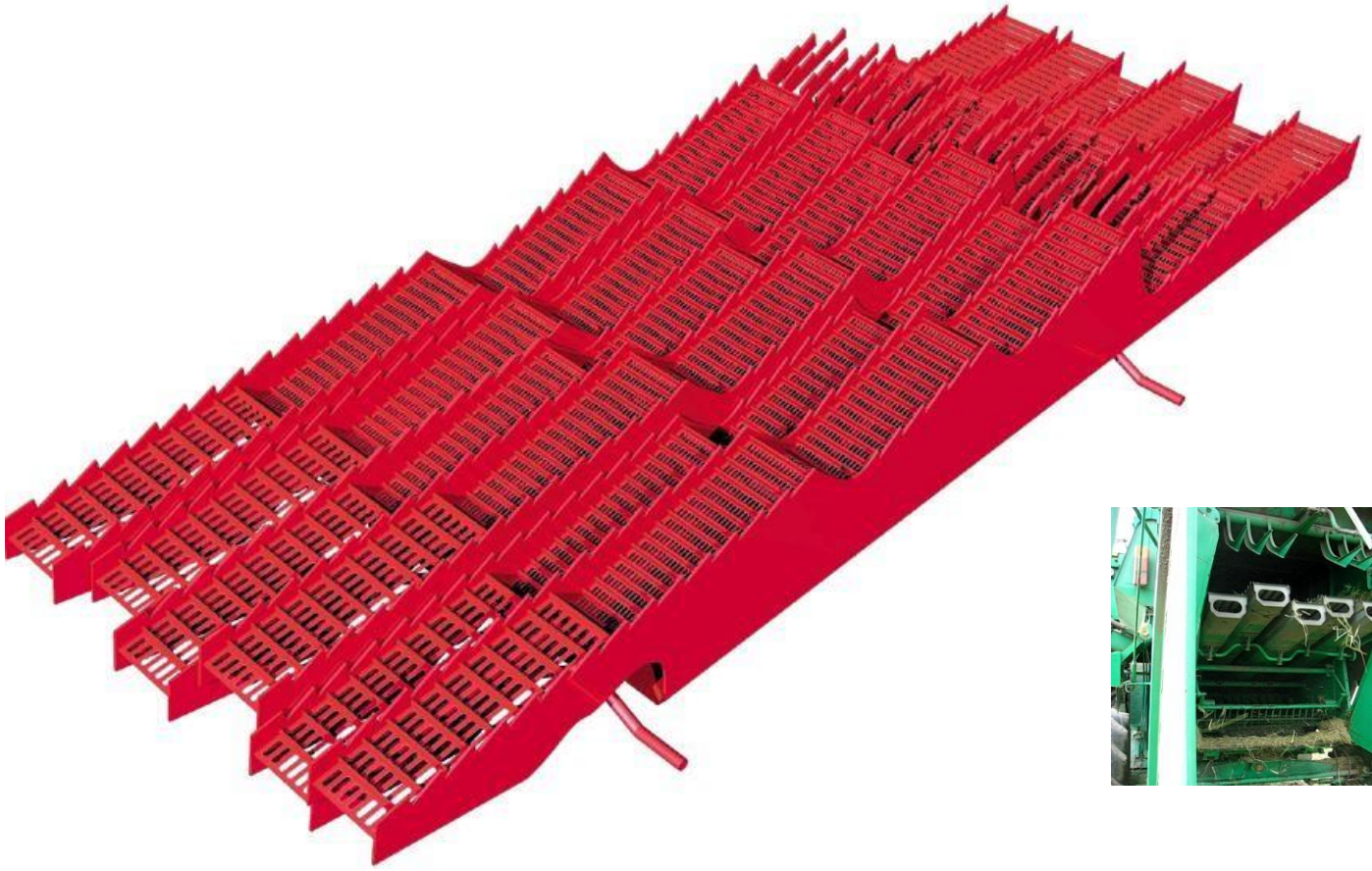
подача растительной ***массы*** на обмолот с ***тангенциальной***(перпендикулярно оси) изменяется на ***аксиальную*** (вдоль осимолотильного барабана)



Зерноуборочные комбайны различают:

по ***типу*** конструкции ***соломоотделителя*** –

- с ***клавишным*** соломоотделителем (соломотрясом)

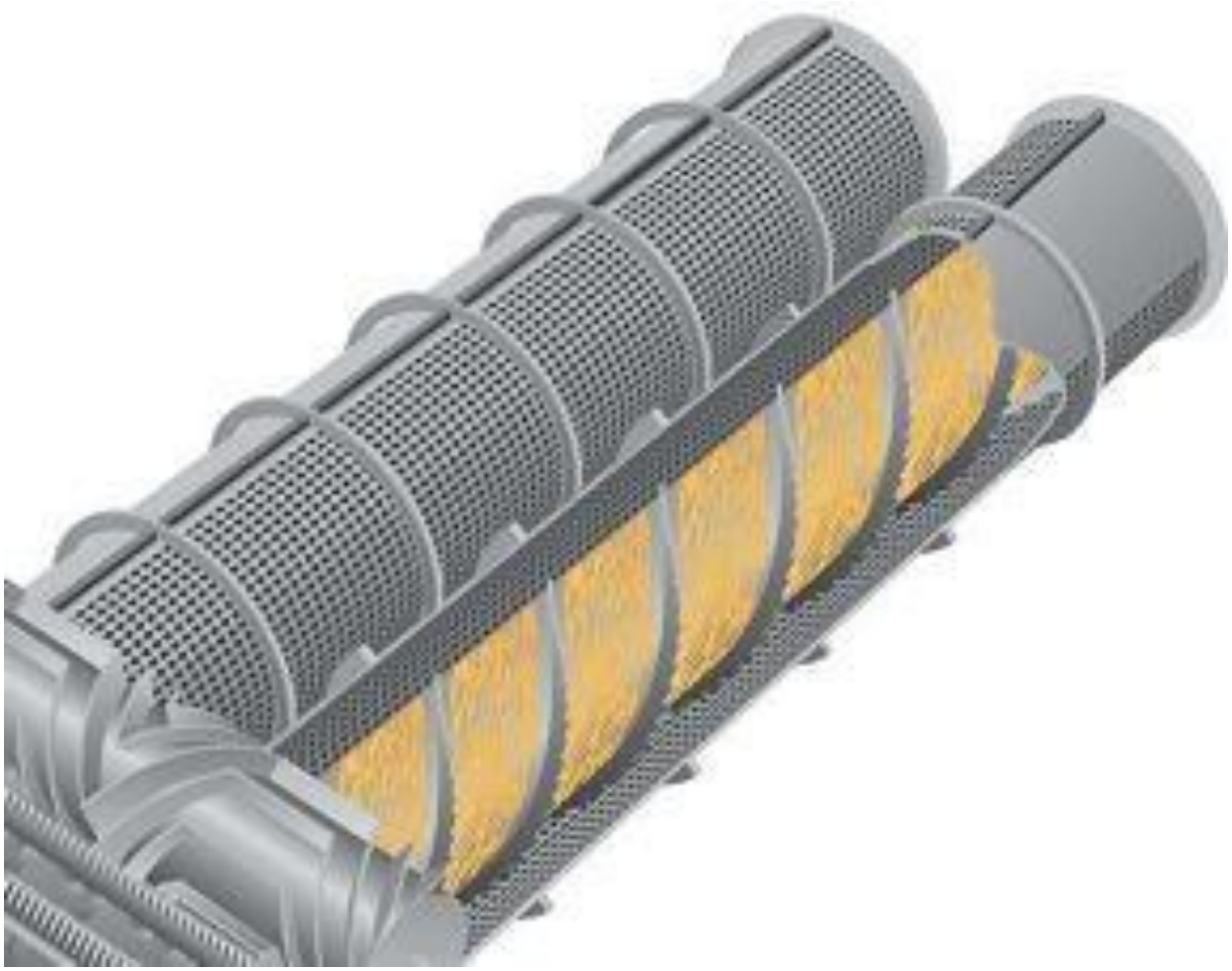




Зерноуборочные комбайны различают:

по ***типу*** конструкции ***соломоотделителя*** –

- с ***роторным*** соломоотделителем



Зерноуборочные комбайны различают:

по номинальной ***пропускной способности*** –

➢ с ***малой*** пропускной способностью (до ***5 кг/с***):

селекционные комбайны



Зерноуборочные комбайны различают:

по номинальной ***пропускной способности*** –

- со ***средней*** пропускной способностью (***5..10 кг/с***):для уборки зерновых с ***невысокой урожайностью***



Зерноуборочные комбайны различают:

по номинальной ***пропускной способности*** –

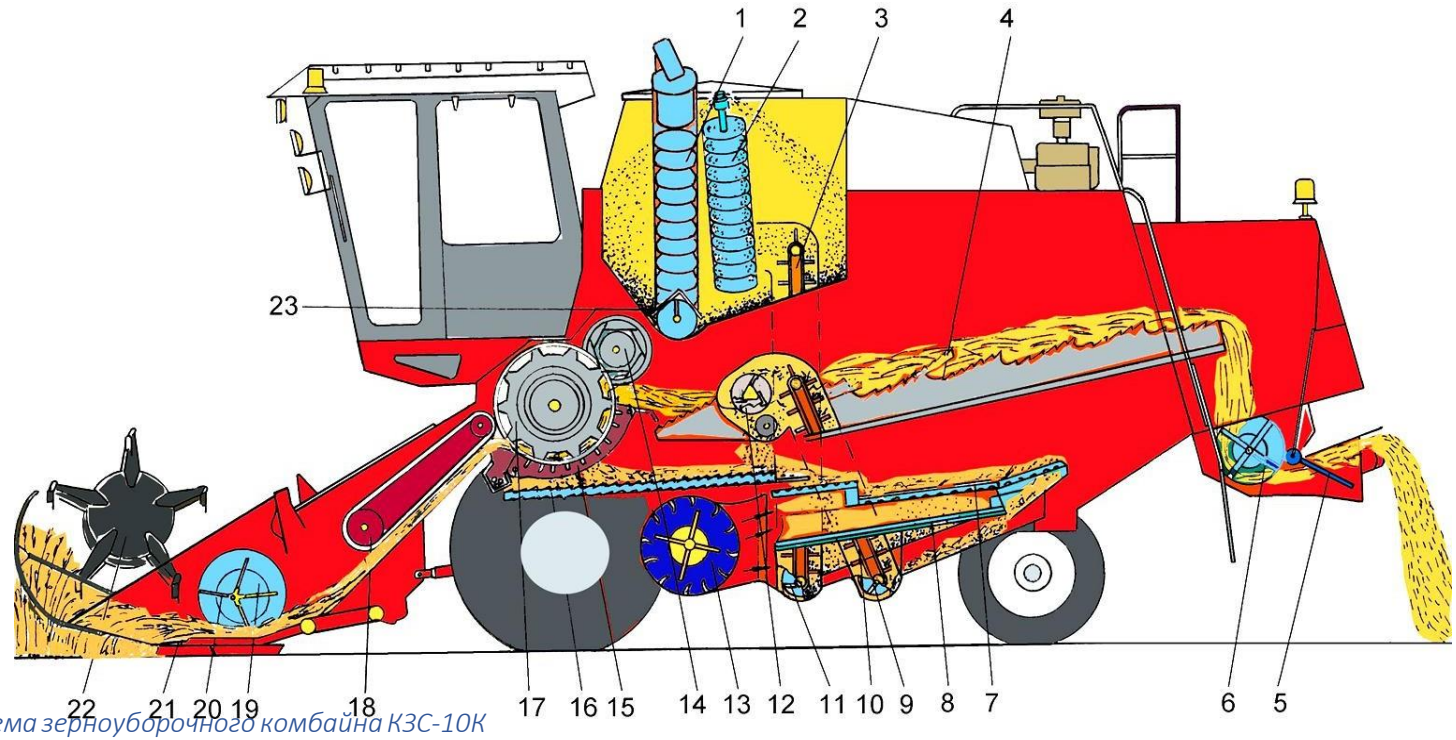
➢с ***большой*** пропускной способностью (свыше ***10 кг/с***):для уборки ***высокоурожайных*** посевов



Зерноуборочный комбайн включает:

жатвенную часть (***делители***, ***мотовило***, ***режущий*** аппарат, ***шнек***, ***наклонная*** камера);

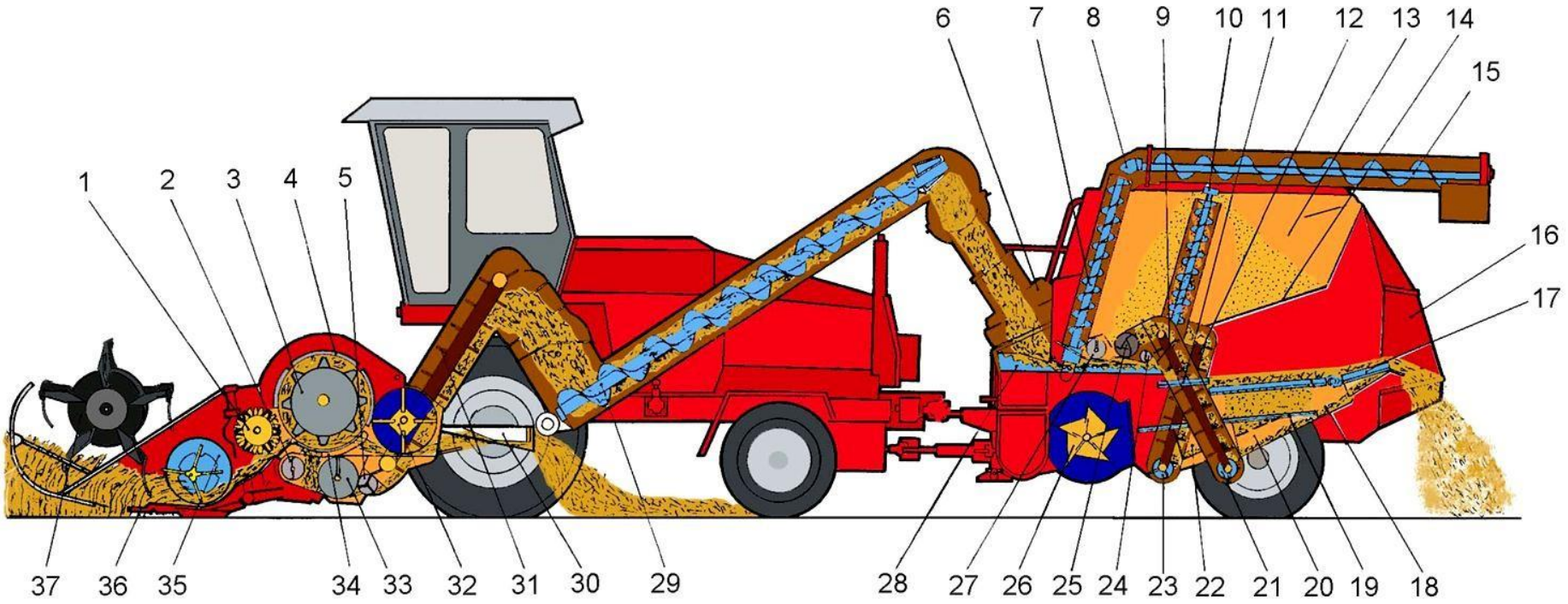
молотильно-сепарирующую часть (***молотильный*** аппарат, ***очистку***, ***соломоотделитель***, ***домолачивающее*** устройство,***соломоизмельчитель***);



Технологическая схема зерноуборочного комбайна КЗС-10К

Общий вид и схема
зерноуборочного комбайна
КЗР-10 иуниверсального
энергетического
средства
УЭС-250





Общий вид зерноуборочного комбайна Лида-1300



Общий вид зерноуборочного комбайна Лида-1600



Общий вид зерноуборочного комбайна КЗС-10К



Общий вид зерноуборочного комбайна КЗС-1218



Общий вид зерноуборочного комбайна GS14



Общий вид зерноуборочного комбайна GS16



Общий вид зерноуборочного комбайна Lexion-580



Особенности конструкции современных жаток

Увеличение
ширины захвата
до 12 м



Использование устройств
автоматического копирования рельефа ***поля*** типа
«Автоконтур»



Особенности конструкции современных жаток

Использование ***активных делителей***для уборки перепутанного (рапса) и***стеблеподъемников*** для полеглого стеблестоя



Расположение *пальчикового* ***механизма*** по всей длине шнека

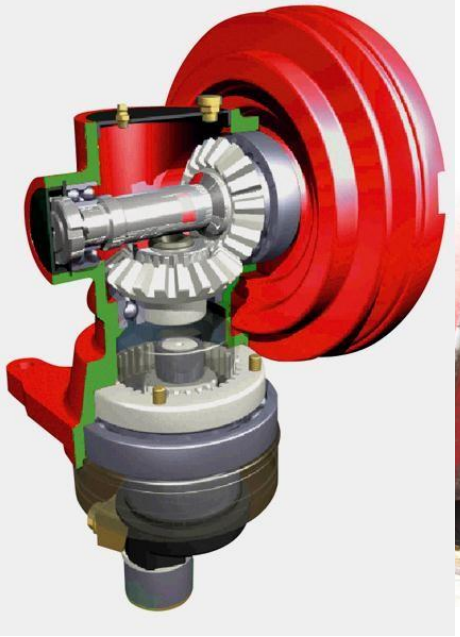


Особенности конструкции современных жаток

Использование
режущего аппарата
фирмы Schumacher



Использование
планетарного
механизма привода
режущего аппарата





Особенности конструкции современных жаток

Использование
выдвижного стола



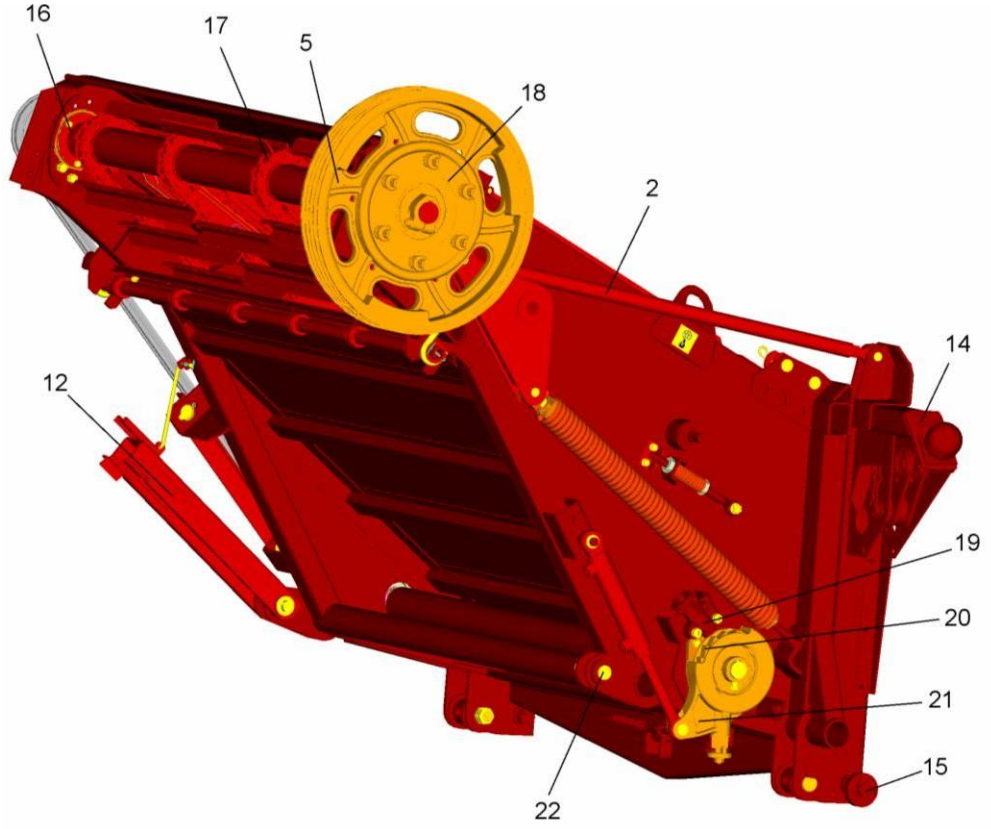
Использование
промежуточноготранспортера

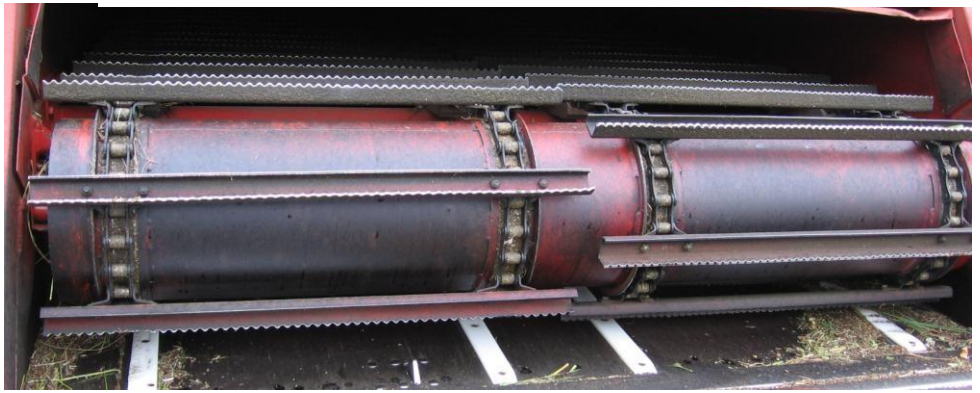


Особенности конструкции наклонной камеры

Использование механизма
реверсирования или ***обратной прокрутки***рабочих органов

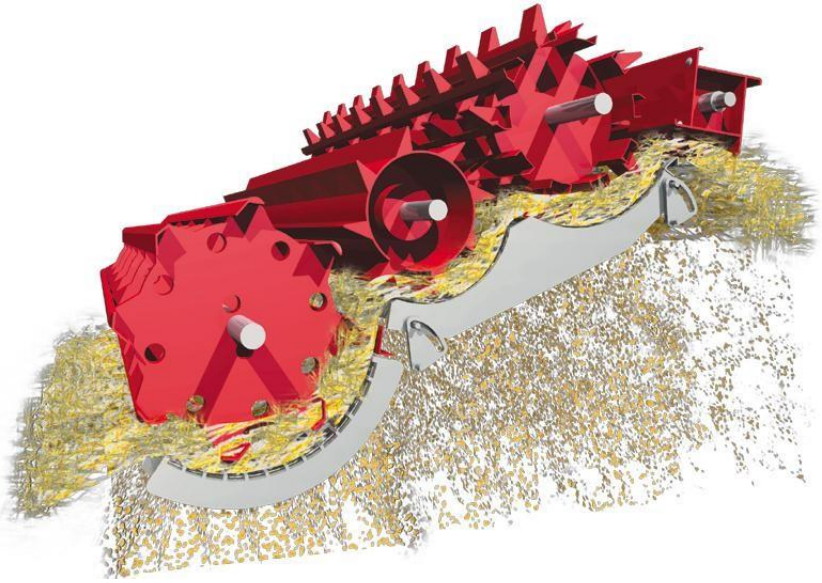






Особенности конструкции молотильно-сепарирующих устройств

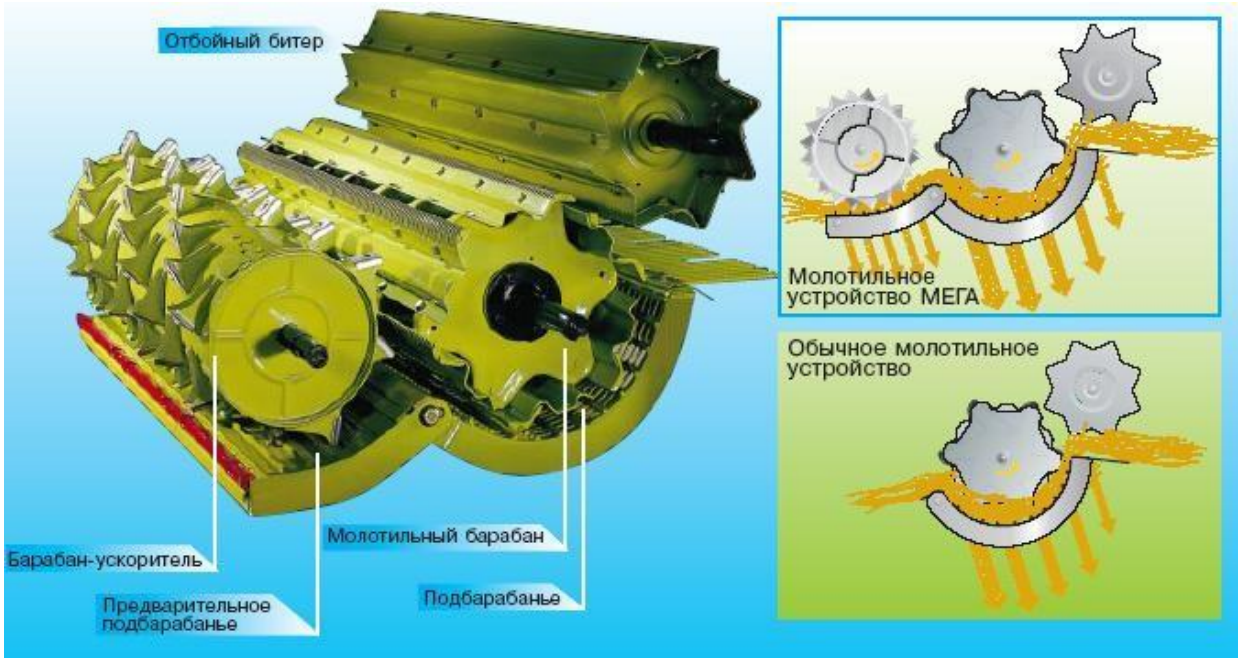
Использование ***двухбарабанных***конструкций:



дополнительного ***сепарирующего***(Лида-1300)

или ***барабана-ускорителя*** (К3-14)





Особенности конструкции соломоотделителей

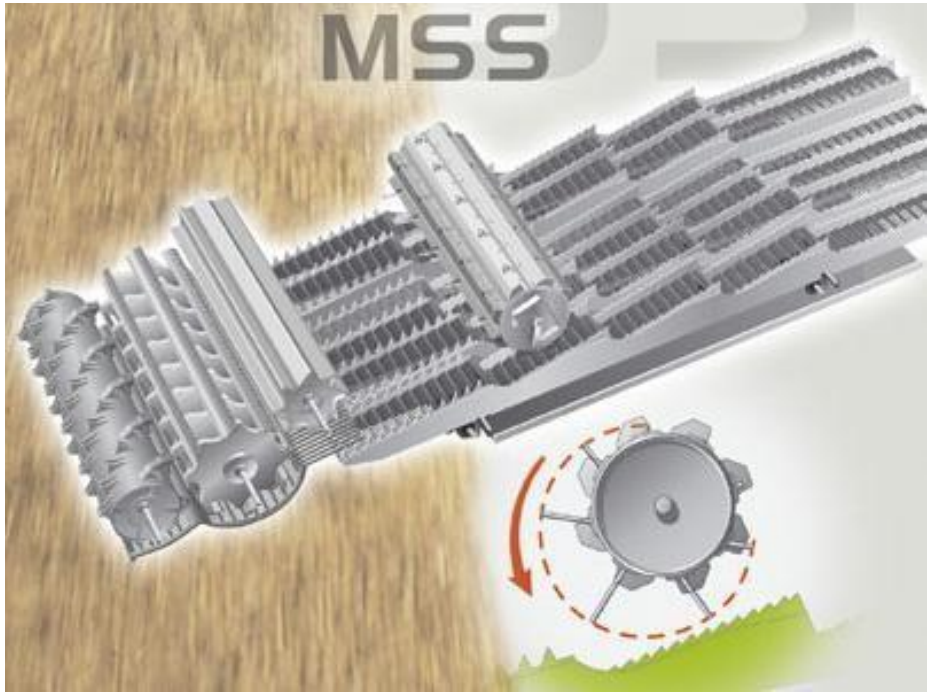
Использование ***активаторов*** разрыхления соломистоймассы:



коленчато-пальцевых(пальцы на коленчатом валу совершают плоско-параллельное движение

или *роторно-пальцевых*
(ротор с пальцевыммеханизмом)



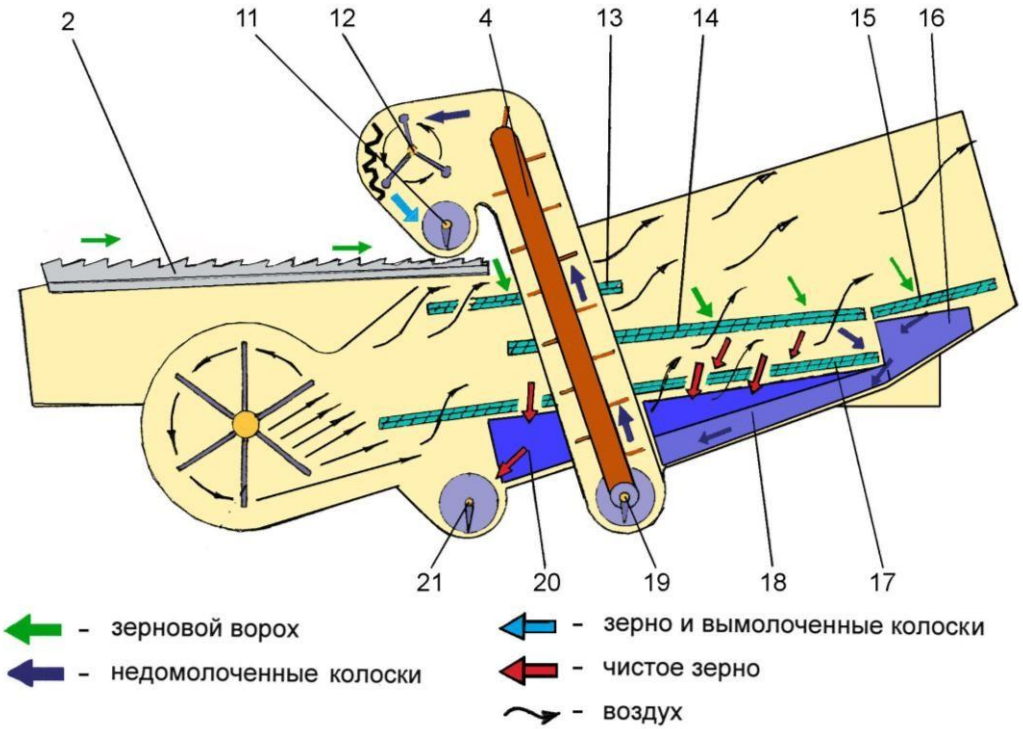


Особенности конструкции очистки

Использование ***каскадного*** решета (для интенсификациипродувания вороха;

нескольких центобежных ***вентиляторов*** (длявыравнивания воздушного потока)



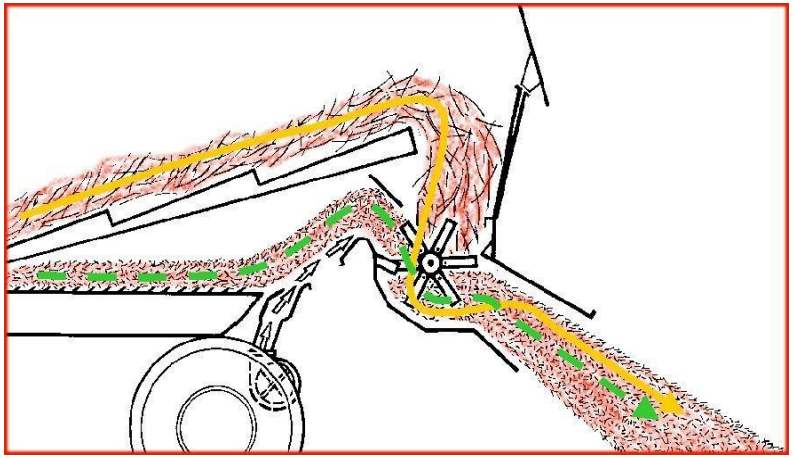


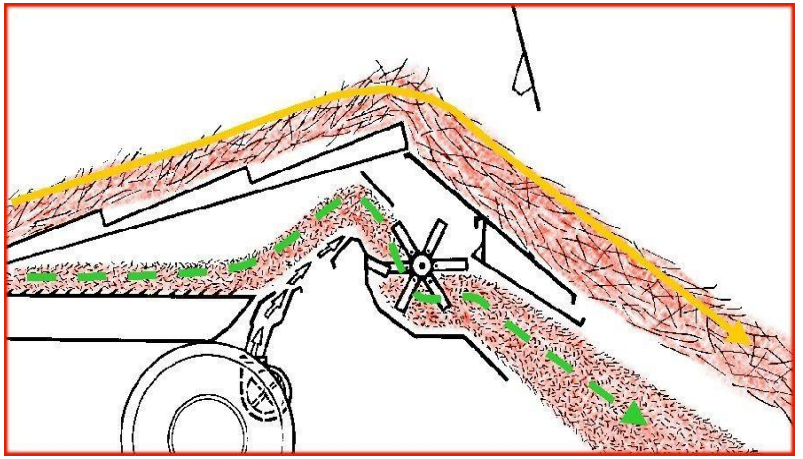


Особенности обработки соломистой массы

Измельчение с разбрасываниемпо полю или укладка в валок



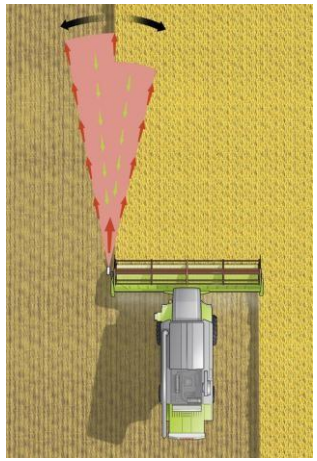




Особенности управления рабочими органами

Использование электронных (лазерных) систем ***управлениявождением***





Использование электронных бортовых систем контроля и *управления рабочими органами*



Использование автоматических***систем выравнивания*** при работе на склонах



1. Установка мотовила по высоте – с помощью двух гидроцилиндров, управляемых из кабины клавишей на пульте управления.
2. Вынос мотовила относительно режущего аппарата – с помощью двух гидроцилиндров, управляемых из кабины клавишей на пульте управления.
3. Частота вращения мотовила – с помощью клиноременного вариатора, управляемого исполнительным электромеханизмом.

4-5. Высота среза: при работе жатки с копированием – перестановкойфиксатора в одно из отверстий копирующих башмаков; при работе жатки без копирования – с помощью гидроцилиндров подъема жатки.

6. Давление башмаков на почву – с помощью регулируемых тяг механизма уравновешивания жатки.
7. Зазор между витками шнека и днищем жатки – перемещением опор шнека регулировочными тягами.
8. Зазор между концами пальцев шнека и днищем жатки – поворотом рычага с правой стороны жатки.
9. Зазор между витками шнека и чистиками – перемещением чистиков по овальным отверстиям рамы жатки.

10. Частота вращения молотильного барабана – с помощью клиноременного вариатора из кабины.

11-12. Изменение зазоров между бичами барабана и подбарабаньем: установочная регулировка – изменением длины тяг подвески подбарабанья:

эксплуатационная – электромеханизмом побарабанья, управляемымкнопкой на пульте управления.

13-16. Открытие жалюзи: каскадного (дополнительного) решета, верхнего решета, удлинителя верхнего решета, нижнего решета – с помощью механизма регулировки трубчатым ключом.

17. Воздушный поток, поступающий на очистку, – изменением частоты вращения вала вентилятора при помощи рукоятки и фиксатора на осивала главного контрпривода.

18. Длина измельчения соломы – поворотом ножевой опоры спротиворежущими ножами по овальным отверстиям опоры.

ТИПЫ ДЕЛИТЕЛЕЙ И СТЕБЛЕПОДЪЕМНИКОВ

предназначены:



➢ для ***отделения*** срезаемых
или вытеребливаемых растений
от основного массива;

➢ для ***разделения***
стеблестоя на полосы;



➢ для частичного ***подвода*** стеблей к режущим
или теребильным аппаратам.

Пассивные делители

➢ ***клиновые*** –

для ***невысокого*** и
прямостоячего стеблестоя





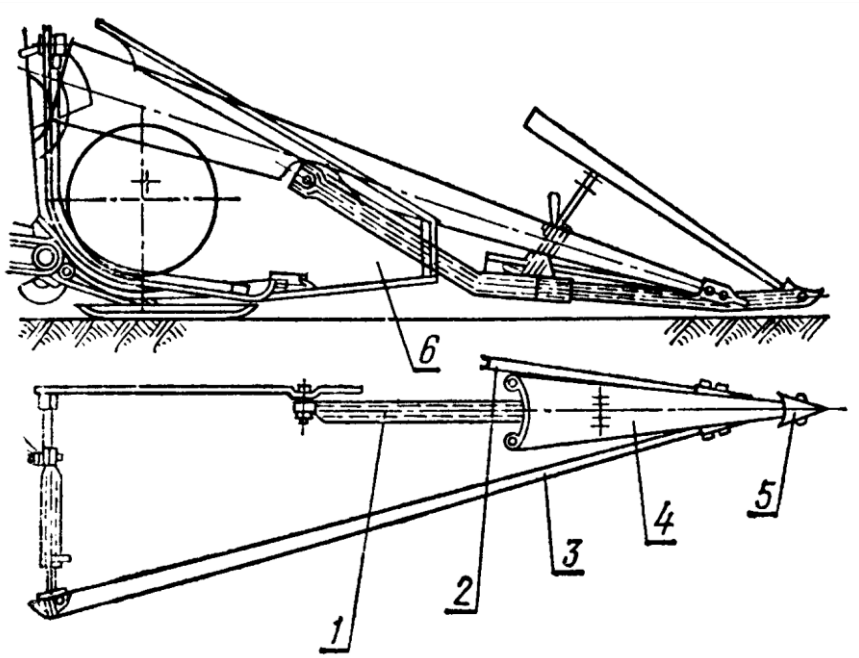


Пассивные делители

- ***торпедные***

для ***длинносоломистого*** и ***полеглого*** стеблестоя





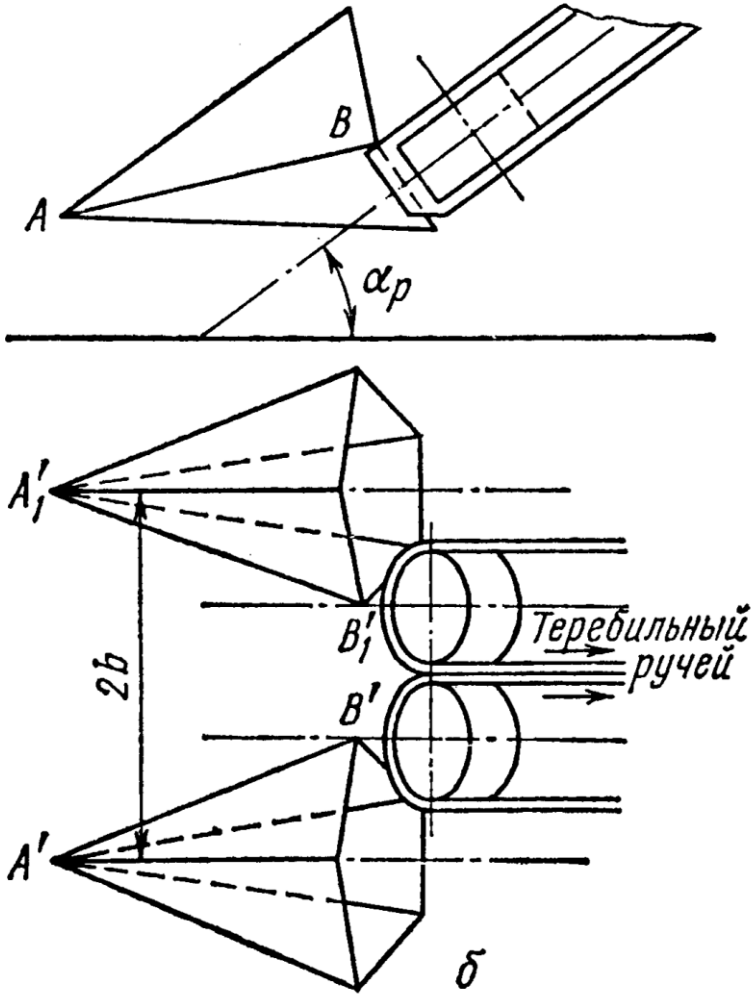


Пассивные делители

➢ ***прутковые*** –

для ***льнотеребильных***
аппаратов.

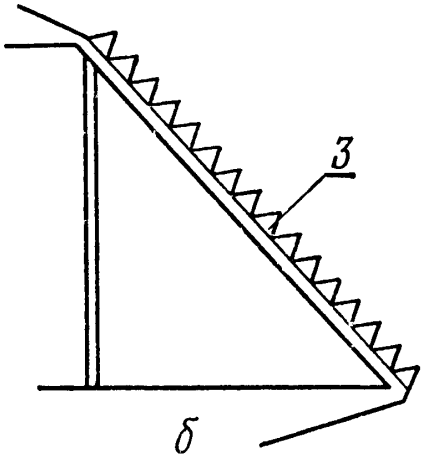




Активные делители

➢с ***режущим аппаратом***
(разрезают растения) –

для уборки ***перепутанного***
стеблестоя (рапса)



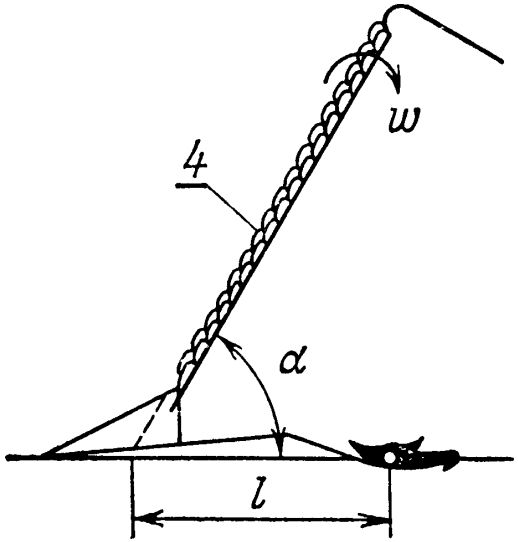




Активные делители

➢ с ***вращающимся шнеком***
(разрывают растения) –

для уборки ***кукурузы***







Стеблеподъемники

предназначены:

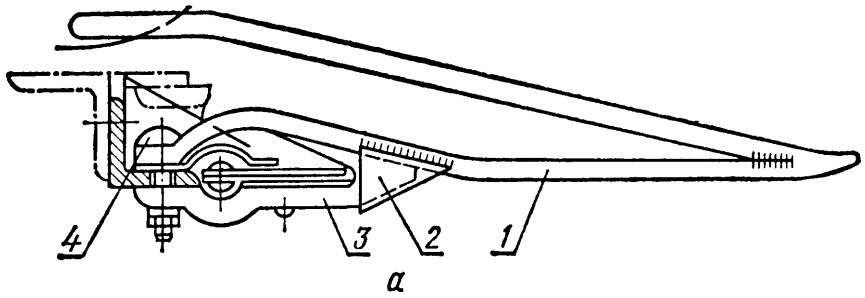
- для ***подъема*** полеглой растительной массы;

- для ***облегчения среза***стеблей режущими аппаратами при уборке полеглых культур.



➢ ***жесткие*** –

для уборки ***зерновых***

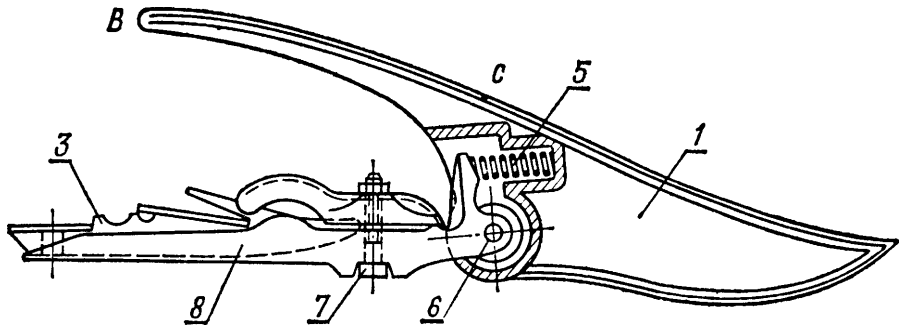






➢ ***шарнирные***

(удовлетворительно работаютна плотных почвах) —



для уборки ***бобовых*** культур



ЦИФРОВЫЕ МАШИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Smart Farming – разумное земледелие или «интеллектуальное сельское хозяйство» – этот термин уже в течение ряда лет является стратегическим вектором развития мирового сельского хозяйства. Бурное развитие информационных технологий, на основе использования инновационных достижений в области кибернетических, оптических и сенсорных систем, компьютерной техники, спутниковых систем навигации, датчиков различного назначения и средств беспроводной связи, систем математического анализа и программного обеспечения позволило разработать и внедрить в аграрное производство системные решения, связывающие все элементы сельскохозяйственного предприятия, как в растениеводстве, так и в животноводстве, в единое целое. Эти инновации дали возможность осуществлять управление целыми технологическими цепочками в автоматическом режиме на основе оптимизации рабочих параметров машин и оборудования с учетом информационной взаимосвязи между всеми элементами системы.

Цифровые машинные технологии активно входят в повседневную жизнь аграриев. Они позволяют значительно облегчить труд механизаторов и автоматизировать процесс управления агробизнесом. Внедрение в производство систем автоматизированного контроля и мониторинга способствует снижению риска «человеческого фактора» при принятии управленческих решений, оптимизации использования парка сельскохозяйственной техники и ресурсов, что в конечном итоге приведет к снижению затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Интеллектуальные технические решения для кормоуборочных комбайнов

Одним из основных направлений в развитии кормозаготовительной техники является внедрение электронных систем управления, а также оснащение кормоуборочных машин системами спутниковой навигации для работы по технологиям точного земледелия. Электронное оборудование, устанавливаемое на самоходных кормоуборочных комбайнах, применяется не только для контроля работы их систем и механизмов, но и качества выполнения технологического процесса, регулирования мощности двигателя и скорости движения машины в зависимости от урожайности убираемых

культур, защиты рабочих органов от попадания инородных предметов, автоматического регулирования загрузки комбайна, высоты среза растений, заточки ножей измельчающего аппарата, угла поворота силосопровода и ряда других параметров. Среди последних разработок ведущих мировых производителей сельскохозяйственной техники стоит отметить программный продукт EASY немецкой фирмы CLAAS, системы HarvestLab, AutoLOC и HarvestDoc американской фирмы John Deere, а также системы RSM SynSpeed, RSM IQ-Doser, RSM Fill Control и RSM AutoSharp отечественной компании Rostselmash.

Программный продукт EASY (Efficient Agriculture Systems – эффективные сельскохозяйственные системы) объединяет в единый комплекс под общим брендом ряд электронных систем, начиная от настройки машин и их автоматического вождения до программных решений для различных сфер и рабочих процессов в сельском хозяйстве. EASY упрощает и оптимизирует работу уборочных машин посредством ситуационных настроек с помощью системы CEMOS AUTOMATIC и систем параллельного вождения на базе GPS, а также производит контроль и координацию работы целого парка машин через цифровую систему передачи данных TELEMATICS.

Диалоговые системы CEMOS DIALOG или CEMOS Advisor фирмы CLAAS пошагово подводят механизатора к оптимальным настройкам кормоуборочного комбайна с учетом параметров мощности, качества, безопасности и эффективности технологического процесса, при этом механизатору требуется подтвердить или изменить предложенные параметры работы. CEMOS AUTOMATIC автоматически изменяет настройки для полного использования производительности кормоуборочного комбайна.

Система автоматического управления силосопровода AUTO Fill служит для упрощения процесса загрузки транспортных средств, позволяет снизить утомляемость механизатора во время рабочей смены и уменьшить потери убираемой массы. Данная система основана на принципе цифровой обработки 3D-изображений камеры, установленной на корпусе силосопровода. Она автоматически распознает транспортное средство и самостоятельно направляет в него поток измельченной растительной массы, контролируя уровень заполнения кузова. В случае заполнения части кузова система автоматически наполняет оставшуюся его часть, после чего оповещает комбайнера звуковым сигналом. При работе в темное время суток включается дополнительное рабочее освещение, чтобы камера могла хорошо видеть транспортное средство и степень его заполнения. Весь ход процесса загрузки кузова отражается на мониторе в кабине комбайна.

Для учета урожайности на кормоуборочных комбайнах JAGUAR применяется система CLAAS QUANTIMETER, которая непрерывно замеряет проходное сечение, скорость растительной массы, проходящей через питающий аппарат, положение верхнего уплотняющего вальца (рисунок 8.1) и совместно с датчиком влажности определяет урожайность и количество сухой массы на каждом участке поля. Использование этих данных впоследствии позволяет создавать карты урожайности (рисунок 8.2) для работы в системе точного земледелия.

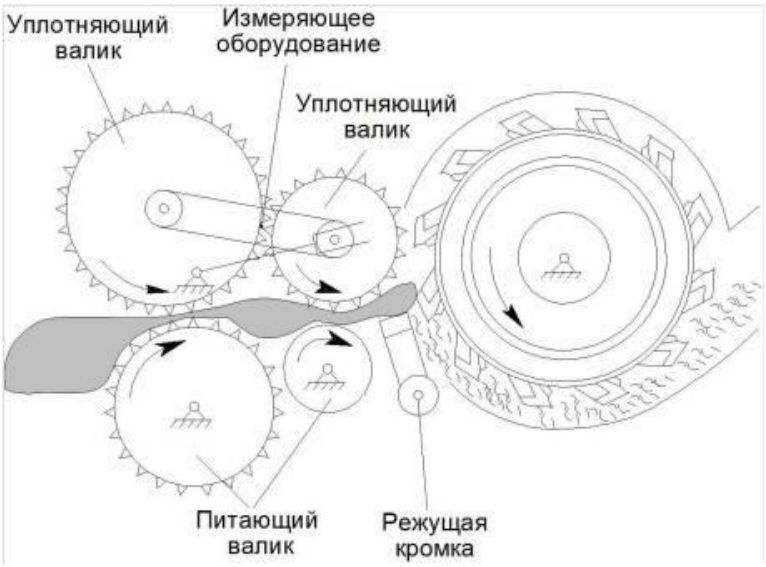


Рисунок 8.1. Схема работы датчика для определения урожайности зеленой массы в кормоуборочном комбайне



Рисунок 8.2. Картирование урожайности кормоуборочным комбайном

JAGUAR CLAAS с бортовой информационной системой CEBIS

Специальный модуль с SIM-картой, установленный в кабине кормоуборочного комбайна, системы CLAAS TELEMATICS непрерывно

собирает данные (в том числе GPS) и с помощью мобильной связи отправляет их на сервер TELEMATICS. Используя интернет и персональный компьютер, ноутбук или смартфон эти данные на сервере можно вызывать и анализировать в режиме on-line или на портале TELEMATICS, а также экспортировать в любые распространенные программы управления сельскохозяйственным предприятием. Дополнительный модуль «Автоматическое документирование» позволяет автоматически присваивать полученные данные обработанным участкам поля и создавать карты урожайности с помощью программы AGROCOM MAP.

Фирма John Deere разработала пакет интеллектуальных решений для самоходных кормоуборочных комбайнов серии 8000, включающий в себя три системы – HarvestLab, AutoLOC и HarvestDoc.

Датчик системы HarvestLab, устанавливаемый на силосопроводе кормоуборочного комбайна, в режиме реального времени собирает данные по содержанию сухого вещества и измеряет влажность при скорости потока растительного материала до 40 м/с (в среднем один замер на 50 кг массы). Датчик работает на основе технологии спектроскопии в ближнем инфракрасном диапазоне. Информация о качественном составе убираемой растительной массы (содержании белка, крахмала, сухого вещества, сахара и клетчатки), урожайности, а также показатели пропускной способности машины для каждого поля или на 1 га отражаются в режиме реального времени на мониторе Green Star 2630 в кабине комбайна. При необходимости есть возможность распечатать отчет, содержащий эту информацию на бортовом принтере, предлагаемом в качестве опции. Система резки AutoLOC соединяет датчик HarvestLab и привод IVLOC, что позволяет выбирать автоматически длину резки в зависимости от влажности убираемых растений.

Еще одной важной характеристикой комбайнов John Deere серии 8000 является полностью интегрированная современная двухконтурная система внесения консервантов ADS Twin Line. Она служит высокоуниверсальным инструментом для управления качеством заготовки кормов. Можно выбрать фиксированную или изменяемую норму внесения консервантов в зависимости от влажности убираемой массы или данных о содержании сухого вещества, полученных от датчика HarvestLab. Два бака позволяют вносить две разные добавки – одновременно или поочередно.

Опционный двойной привод подборщика кормоуборочного комбайна John Deere (рисунок 8.3) позволяет автоматически регулировать частоту вращения пальцев подборщика независимо от шнека. Это особенно важно при уборке маломощных валков. По мере увеличения скорости движения

комбайна частота вращения пальцев подборщика автоматически увеличивается.

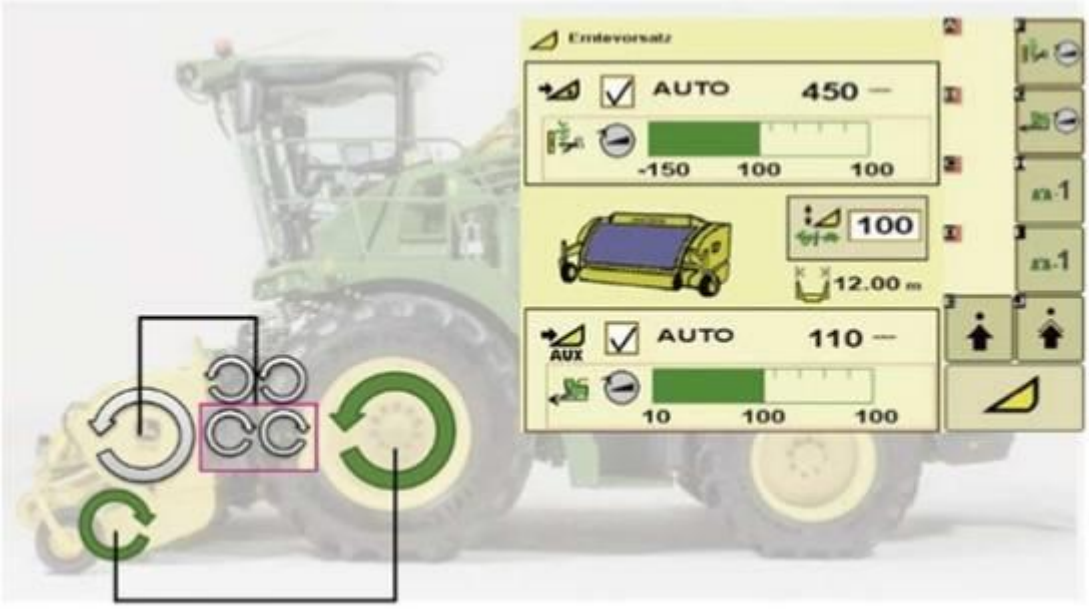


Рисунок 8.3. Система синхронизации скорости привода шнека и пальцев подборщика кормоуборочного комбайна John Deere серии 8000

Система документирования урожайности HarvestDoc автоматически записывает во время уборки все ключевые данные об урожае и позволяет анализировать собранную информацию и в соответствии с количеством сухого вещества, длины резки и объема растительной массы подбирать оптимальную дозу консервантов для наилучшего сохранения силоса, создавать карты полей, составлять отчеты.

Отечественное сельхозмашиностроение в последние годы также сделало большой шаг в создании интеллектуальных кормоуборочных машин. Специалистами компании Rostselmash разработана собственная система картирования урожайности RSM Yeild Mapping для кормоуборочных комбайнов Rostselmash на основе датчиков урожайности и влажности, которые осуществляют замер поля в каждой его точке и обеспечивают создание карт урожайности и влажности. Полученные данные постоянно передаются на сервер Agrotronic, где автоматически анализируются и выдаются в виде карт. Пользователь может в любое время посмотреть их, обработать, выгрузить для дальнейшего использования, в том числе для создания карт дифференцированного внесения удобрений.

Инновационной разработкой компании Rostselmash является кормоуборочный комбайн RSM F 2650. Помимо уже привычной удобной и

умной системы управления и контроля производитель серийно комплектует эту машину системой дистанционного мониторинга Agrotronic (рисунок 8.4). Более 80 параметров передаются через GPRS-модем и доступны как в on-line режиме, так и в записи с любого подключенного к системе компьютера. Дополнительно предлагаются еще различные опции, например, «полевая лаборатория» для определения состава измельченной массы, картирование урожайности, автопилотирование и другие.



Рисунок 8.4. Система контроля работы кормоуборочных комбайнов Rostselmash

Информационно-голосовая система Adviser III непрерывно следит за работой механизмов кормоуборочного комбайна, позволяя контролировать стабильность технологического процесса и предотвращать поломки агрегатов.

Система RSM SynSpeed регулирует скорость движения комбайна и обороты двигателя в зависимости от текущего режима работы, агрофона, загрузки ГСТ хода на основе настроек, заданных оператором. Для разных целей система имеет разные режимы работы, выбираемые оператором по ключевым показателям.

В современном кормоуборочном комбайне много различных управляющих органов, пользоваться которыми оператору одновременно нелегко. Rostselmash разработал систему RSM Voice Access распознавания голосовых команд оператора для облегчения доступа к целому ряду вторичных функций комбайна: переключения режимов отображения информации на экране бортовой системы; управления рабочими органами

комбайна; управления мультимедиа.

Система регулирования дозирования силосных добавок RSM IQ-Doser (рисунок 8.5) осуществляет автоматическое регулирование степени дозирования добавок в зависимости от влажности, сухой массы убираемого урожая и производительности комбайна на основе режимов и настроек, заданных оператором. Режим дозирования и его параметры задаются независимо для каждого компонента. Пользователю предоставляется 4 режима дозирования для каждого компонента: «Постоянно», «В зависимости от производительности», «В зависимости от сухой массы», «В зависимости от влажности». В любом режиме доступна функция «Компенсация испарения». Если функция включена, то система непрерывно контролирует температуру растительной массы и автоматически определяет дозирование компонента для компенсации эффекта испарения.

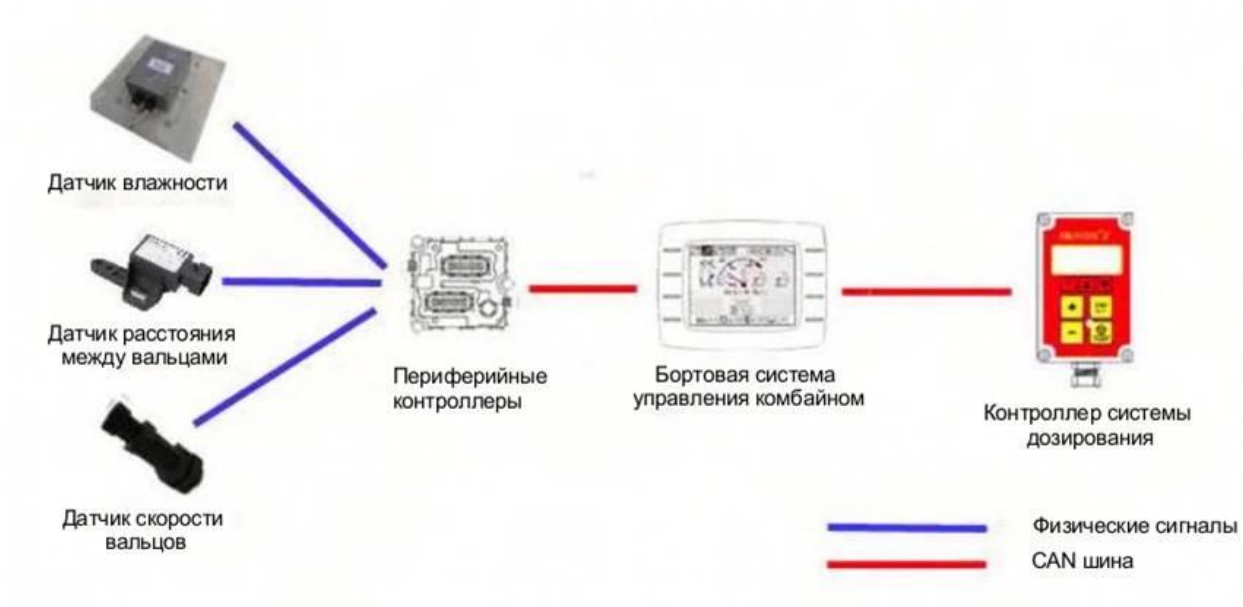


Рисунок 8.5. Состав системы RSM IQ-Doser Rostselmash

Штатная бортовая система управления комбайном получает информацию о текущей влажности растительной массы, ее температуре, производительности машины, а так же от системы внесения консервантов. Система RSM IQ-Doser производит необходимый расчет, на основании которого, а также установленной оператором производительности, штатная бортовая система управления комбайна формирует управляющий сигнал с требуемым расходом смеси.

Электронные системы управления для пресс-подборщиков

К ведущим фирмам-производителям пресс-подборщиков относятся KRONE, CLAAS, John Deere, KUHN, Kverneland Group, Case IH и др. Они выпускают широкую номенклатуру рулонных пресс-подборщиков, различающихся плотностью прессования, диаметром формируемых рулонов, конструкцией камеры прессования, системами управления технологическим процессом т.д.

Электронные средства, применяемые на пресс-подборщиках, информируют механизатора о плотности прессования и управляют процессами загрузки прессовальной камеры, обвязки рулонов или тюков и их выгрузки. Фирмой CLAAS разработан инновационный программный продукт ICT (Implement Controls Tractor), который представляет собой электронную систему для оптимизации параметров прицепной машины с целью управления скоростью движения трактора через интерфейс ISOBUS (рисунок 8.6).



Рисунок 8.6. Программный продукт ICT (Implement Controls Tractor) фирмы CLAAS

На данном этапе система ICT доступна для комбинации тюковый пресс-подборщик-трактор и позволяет непрерывно управлять скоростью движения пресс-подборщика в оптимальном диапазоне. При этом можно выбрать рабочий режим в диапазоне от «Максимальная производительность» до «Качество тюков». При неполадках и перегрузках агрегата вал отбора мощности трактора автоматически отключается. Благодаря автоматическому

контролю над рабочими органами (подборщик, узловязатель, ротор и уплотнитель) достигается значительное снижение нагрузки на механизатора.

Примером применения цифровых технологий в конструкциях кормозаготовительных машин являются также пресс-подборщики фирмы New Holland серии BB 9000, которые не только производят прессование тюков и их обвязку, но и определяют одновременно количество упакованного корма, прикрепляют бирку-чип с указанием влажности, сроков уборки и других показателей. Система нанесения этикеток на готовые паковки корма позволяет идентифицировать каждый рулон или тюк. Это дает возможность наиболее рационально составлять и планировать сбалансированный рацион для животных. Внедрение синхронизированной работы (гармонизации) пресс-подборщика в агрегате с трактором обеспечивает повышение производительности до 30% и экономию расхода топлива.

Электронный терминал управления Beta и ISOBUS-терминал CCI 200 пресс-подборщиков KRONE обеспечивают индикацию диаметра формируемого рулона, автоматическое начало процесса обматывания сеткой или обвязки шпагатом, настройку и контроль числа обмоток, количество спрессованных рулонов и вызов функций клапанов и датчиков. Возможность подключения к терминалам джойстика (AUX) и видеокамеры создают высокий уровень комфорта для механизатора при управлении пресс-подборщиком.

ЧЕМ ПОМОГАЮТ В ЗАГОТОВКЕ СИЛОСУЕМЫХ КОРМОВ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ РОСТСЕЛЬМАШ

В расходах животноводческих комплексов затраты на корма составляют до 60 %. При этом низкое их качество ведет к недополучению порядка 10 – 25% продукции с одновременным увеличением расходной части на 10–25 %.

Кукурузу на силос выращивают 3–5 месяцев, убирают 8–10 дней (в соответствии с агротехническими сроками), а скармливают животным 9–12 месяцев. Иногда и дольше. Примерно так же дело обстоит с сенажом, зерносенажом и силажом из трав. Доля влажных кормов в рационе, например, КРС может доходить до 40 %. При низком качестве продукта или его потере (из-за угара, плесневения, гниения и т. д.) найти ему полноценную замену в зимнее время невозможно. А для компенсации недополученной животными за счет сочных кормов энергии требуется на 25 % увеличить в рационе количество зерна и/или комбикорма.

Когда исчерпаны «механические» средства достижения желаемого результата, выправить ситуацию помогают электронные системы.

Максимизация качества и минимизация потерь на примере заготовки силоса

Итоговое качество силоса и его сохранность до раздачи скоту во многом зависят от параметров подготовленной к закладке в хранилища массы. Основные показатели: длина резки и ее равномерность, чистота реза, полнота разрушения зерен; наличие нужного количества консерванта. Важно, что улучшение характеристик технологической массы одновременно обеспечивает и снижение потерь во время хранения (при соблюдении правил закладки силоса).

Длина резки выбирается в зависимости от влажности культуры на корню. Всегда нужно помнить, что она различается на разных участках поля. Ранее быстро реагировать на такие изменения было невозможно, и сейчас многие привычно не обращают внимания на эти «мелочи». Между тем каждые добавочные 5 % влажности сверх 70 % требуют увеличения длины резки на 10–20 мм.

Электронная система РСМ Авторезка полностью решает эту задачу. Принцип работы следующий: перед началом уборки агроном сообщает механизатору соотношение минимальной влажности, оптимальной влажности и максимальной влажности к длине резки. Механизатор вводит эти параметры в бортовой терминал комбайна и активирует систему. Дальнейший процесс полностью автоматизирован, и механизатор в него не вмешивается.

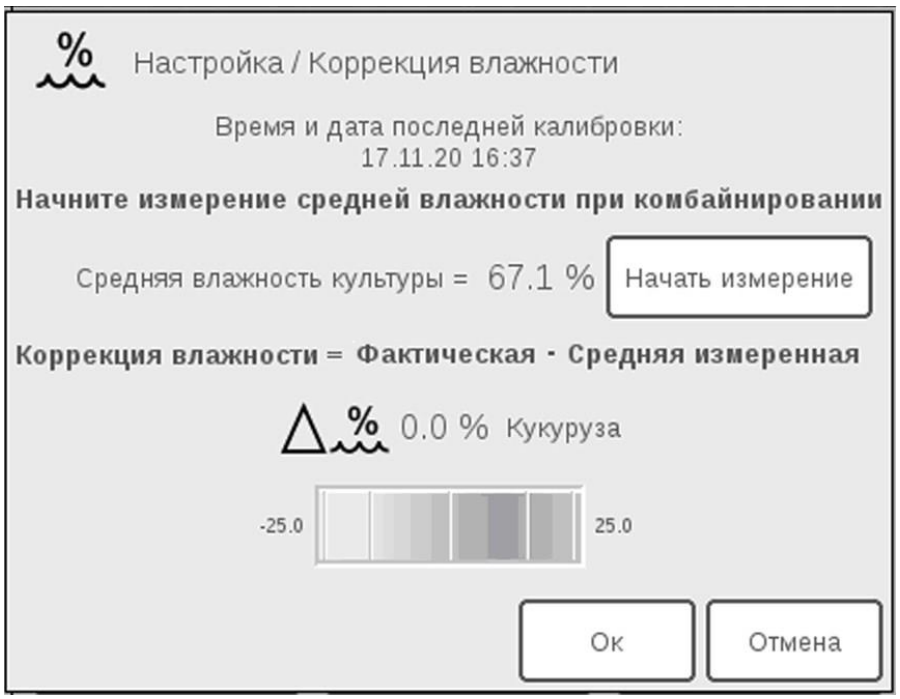


Рисунок 8.7. Настройка влажности

Установленный на силосопроводе датчик непрерывно измеряет влажность технологической массы, а датчик потока на питателе — расстояние между вальцами. Информация передается в бортовой компьютер, который обрабатывает ее и отдает команды исполнительным органам.

Чистота реза, т. е. рез без замятия с соблюдением равномерности длин резки, — обязательная составляющая качества заготовленной силосной массы. Но даже при наличии системы автоматической заточки механизаторы зачастую пропускают момент ее запуска и опаздывают с регулировкой положения бруса.

Между тем недостаточная острота кромок ножей приводит к возникновению эффекта протягивания стеблей и листьев без их измельчения. Кроме того, расход горючего возрастает на 30 %. Еще один момент: при выполнении операции заточки брус и ножи стираются. Стакан каретки, в который установлен точильный камень, опускается, обеспечивая постоянное давление бруса на поверхность ножей. После того как он опустится на максимально возможное расстояние, заточка ножей перестает быть эффективной.

Система РСМ Автозаточка оповещает механизатора о необходимости восстановления остроты ножей и регулировки положения точильного камня. Выдача уведомления выполняется либо по показаниям счетчика убранной массы, либо по показаниям счетчика времени работы — смотря какое пороговое значение будет достигнуто раньше.

Внесение консервантов непосредственно в поле позволяет сократить потери силоса на 20 % во время хранения и улучшить аэробную устойчивость в период выемки корма из хранилища. Важно, чтобы препараты вносились в соответствующем влажности культуры и длине резки объеме. При недостатке консерванта повышается риск поражения силоса дрожжевыми или плесневыми грибками, нарушается уровень кислотности и процесс ферментации. При переизбытке консерванта также нарушается процесс ферментации. К тому же некоторые препараты токсичны. Они могут вызывать у животных функциональные изменения различных органов пищеварительной или сердечнососудистой системы. Это ведет как минимум к снижению качества животноводческой продукции, а в некоторых случаях — к гибели животных.

Система РСМ Умная дозировка регулирует объем подачи консервантов автоматически. Принцип работы следующий. Выбирается подходящая «стратегия» внесения препарата:

- в зависимости от производительности;
- в зависимости от сухой массы;
- в зависимости от влажности;
- постоянно.

Перед началом уборки агроном сообщает механизатору дозировку: л/т собранного урожая, л/т массы определенной влажности или л/т массы по сухому веществу. Механизатор вводит эти параметры в бортовой терминал комбайна и выбирает способ внесения — разбавленный или высококонцентрированный консервант. Далее система РСМ Умная дозировка самостоятельно поддерживает заданную норму внесения препарата в зависимости от изменения производительности комбайна, влажности массы или доли сухого вещества. Команды рабочим органам отдаются на основании полученных от соответствующих датчиков данных.

Снижение себестоимости продукта

Потери при погрузке и транспортировке технологической массы могут составлять до 4 %, т. е. оставить в поле и на дороге можно 4 тонны силоса из каждых 100 тонн. Уменьшить их можно, оптимизировав процесс загрузки транспортного средства и обеспечив его более плотное заполнение. Что касается последнего, кормоуборочные комбайны Ростсельмаш загружают транспорт плотнее на 10 % в сравнении со средними показателями по отрасли. Кстати, это само по себе дает экономию ГСМ (а значит, вносит вклад в снижение себестоимости продукта). Более плотная «набивка» также

уменьшает риск потерь во время транспортировки за счет снижения «пористости» массы и повышения «сцепления» частиц.



Рисунок 8.8. Работа без PCM Контроль силосопровода/ Работа с PCM Контроль силосопровода

PCM Контроль силосопровода автоматизирует процесс выгрузки и позволяет минимизировать потери при просыпании массы. Принцип работы следующий: на силосопроводе установлена камера, с помощью которой бортовой компьютер получает данные о размерах кузова, степени его заполнения и потоке технологической массы. В соответствии с ними система самостоятельно изменяет положение козырька силосопровода так, чтобы масса заполняла кузов вдоль средней линии с формированием единой горки. Благодаря этому достигается, во-первых, сокращение потерь из-за просыпания мимо кузова, а во-вторых, более равномерное его заполнение — без ям.

Экономия горючего — одна из самых привлекательных возможностей для большинства сельхозпредприятий. Но одна из основных особенностей эксплуатации двигателей сельскохозяйственных машин заключается в том, что они почти всегда работают на номинальных оборотах. Это означает высокий расход топлива.

Система PCM Круиз-контроль позволяет снизить потребление горючего кормоуборочным комбайном за счет автоматического выбора оптимальной частоты оборотов двигателя в зависимости от режима работы машины. Она умеет различать:

- остановку;
- запуск рабочих органов;
- начало движения;
- маневровые операции;
- уборку трав;
- уборку кукурузы;
- выгрузку назад;
- движение по шоссе.

Разработанные специалистами Ростсельмаш алгоритмы позволяют максимально задействовать гидравлическую систему комбайна для поддержания заданной скорости. Если ГСТ не справляется, то подключается управление двигателем для достижения заданной механизатором целевой скорости на более низких оборотах ДВС. На практике ***экономия топлива*** может составить порядка 8–9 %.

Еще одна задача системы РСМ Круиз-контроль — автоматическая регулировка скорости движения. Механизатор задает требуемую скорость движения комбайна и максимальную нагрузку на двигатель. При превышении значений нагрузки комбайн самостоятельно корректирует скорость движения для поддержания максимальной производительности.

Тема 9. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ УБОРКИ КОРНЕ- И КЛУБНЕПЛОДОВ

Технологические карты возделывания и уборки сельскохозяйственных культур - основной исходный документ для определения состава машинно - тракторного парка.

В зависимости от конкретных условий технологические карты по отделению, бригаде или в целом по хозяйству, по культурам или группе однородных культур (пшеница, ячмень, овес).

В технологической карте приводится технология возделывания культур - перечисление всех процессов по операциям, агротехнические требования к каждой операции (глубина пахоты, культивации и т.д.), объем работы(га, т, ткм), агротехнические сроки выполнения работ, продолжительность рабочего дня, состав агрегатов, планируемых для выполнения каждой операции, их выработка за час и рабочий день, количество обслуживающего персонала. По каждой операции подсчитывается потребное количество тракторных агрегатов, затраты труда и средств, что и будет представлено в этой работе.

Уборка сахарной свеклы

Агротехнические требования. Сахарную свеклу убирают в состоянии технологической спелости, когда в корнях накопилось наибольшее количество сахара. Уборку производят выборочно на участках, где свекла достигала указанного состояния. К этому времени окраска ботвы становится светло-зеленой, рядки свеклы размыкаются. Уборка должна заканчиваться до наступления морозов. Однако слишком ранняя уборка ведет к недобору сахара, так как в осенние месяцы рост корней и накопление сахара в них происходят весьма интенсивно.

К уборке сахарной свеклы предъявляются следующие требования:

.Отсутствие механических повреждений на выкопанных корнях.

.Прямой срез ботвы, плоскость которого диаметром 2-3 см расположена на уровне основания черешков листьев; при поточной комбайновой уборке допускается низкий срез - на 1,5 см ниже основания черешков. Это снижает затраты труда на доочистку корней в количестве 10-12 человеко-дней на 1 га, уменьшает потери ботвы, одновременно повышая ее кормовую ценность.

.Хвостики корней обрезают на уровне диаметра, равного 1 см.

.Корни очищают от земли и мелких корешков; примесь земли-не более 2%, а ботвы - не более 1%.

.Ботву при уборке нельзя загрязнять землей, содержание которой допускается до 2% по весу.

При уборке нельзя допускать, чтобы корни вяли, поскольку это связано с большими потерями сахара. Поэтому выкопанную свеклу, как правило, в тот же день сдают на приемный пункт; если приходится сохранять корни в поле, их складывают в кучи (полевые кагаты), накрывают ботвой и прикапывают землей.

Погрузка минеральных удобрений

Для погрузки компоста можно также использовать погрузчик-смеситель СПУ-40М.

При вывозке навоза зимой его укладывают в бурты, переслаивая землей с помощью машины СПУ-40М и добавляя минеральные удобрения. Погрузчик-смеситель СПУ-40М можно использовать также для приготовления торфоперегнойных компостов. В этом случае торф и навоз укладывают в параллельные штабеля, расположенные рядом на расстоянии 2 м. Погрузчик-смеситель покрывает штабель навоза торфом из соседнего штабеля. на место перегруженного торфа насыпается штабель навоза, который снова перегружается на штабель компоста; затем снова насыпается штабель торфа и т.д. Каждый раз при покрытии штабеля компоста слоем торфа последний поливают навозной жижей, пользуясь для этого тракторными и автомобильными жижеразбрасывателями.

Прореживание посевов сахарной свеклы

Послевсходовое рыхление для уничтожения сорняков проводят, когда растения свеклы находятся в фазе хорошо развитой «вилочки» - начала образования первой пары настоящих листьев. При густоте всходов более 20 растений на 1 м и равномерном их распределении в рядке сплошное рыхление выполняют поперек посева легкими зубовыми боронами.

Решающее значение для качества прореживания имеет правильная прицепка бороны к трактору. С помощью колец на цепном прицепе тяговой штанги борону устанавливают с таким перекосом, чтобы зубья с лапками производили равномерные вырезы растений длиной около 30 мм и оставляли такой же длины букеты. Прореживание проводят поперек рядков сцепом из трех борон на тяге трактора МТЗ-80 при скорости движения 2,5 - 2,6 км/ч (рис. 9.1).

Через 4 дня проводят повторное боронование-прореживание под углом около 30-35° к направлению рядков.

В зависимости от условий производства может быть применен другой вариант послепосевной обработки:

а) шаровка культиватором на глубину 4 - 5 см в период появления хорошо видимых рядков;

б) прореживание всходов прореживателем; эта операция при необходимости может быть повторена, но с увеличенным количеством ножей и уменьшенной длиной их лезвий.

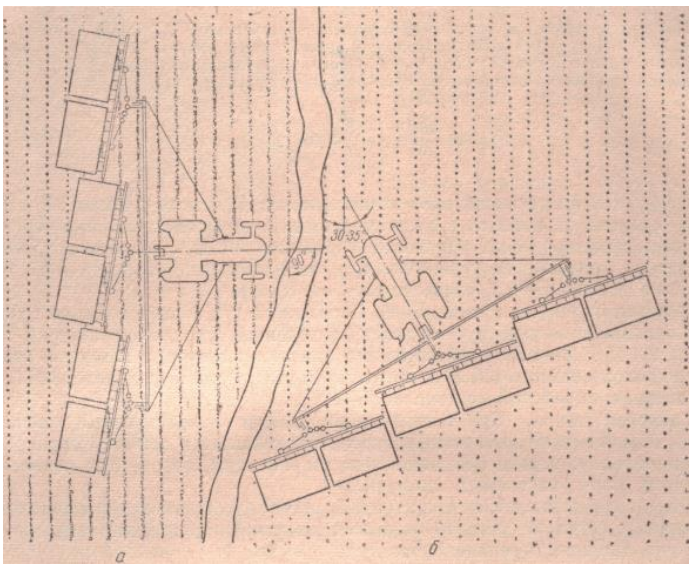


Рис. 9.1. Схема движения прореживающего агрегата, состоящего из трактора МТЗ-80 и трех борон-скребниц БСП-4: а - первый проход поперек рядков; б - второй проход под углом 30 - 35º к направлению рядков.

На более засоренных почвах и при отсутствии гербицидов применяют третий вариант обработки. Уход начинают за 6-7 дней до всходов свеклы поперечным боронованием легкими боронами (райборонками) со скоростью около 4 км/ч. Это боронование уничтожает значительную часть сорняков, почти не изреживая посева. Повторное боронование проводится за 1-2 дня до всходов свеклы со скоростью около 3 км/ч. При этом одновременно с уничтожением сорняков достигается прореживание посева на 20-25%. После букетировки в букетах остается при посеве сеялками точного высева по 3-5 растений, а при посеве обычными свекловичными сеялками - по 4-7 растений. Чтобы уменьшить присыпание растений, бритвы оборудуют щитками, а переднюю кромку остро затачивают.

Применение таких щитков позволяет уменьшить защитную зону до 5- 6 см и, вести обработку при скорости до 7 км/ч. Применение лап-бритв со щитками позволило провести механическое прореживание и первое рыхление на площади 350 га на 8-10 дней раньше и уменьшить затраты труда на 30-40%.

Сплошная культивация без боронования

Направление предпосевной культивации не должно совпадать с направлением последующего посева, а посев должен проводиться обязательно поперек направления пахоты. Вместе с тем разрыв во времени между культивацией и посевом, особенно на юге, не должен превышать нескольких часов. Если ожидать, пока агрегат прокультивирует все поле, то разрыв между культивацией и посевом: может достигнуть двух и более дней. Чтобы удовлетворить эти противоречивые требования, в звене знатного механизатора Героя Социалистического Труда В. А. Светличного (Кубанский

научно-исследовательский институт испытаний тракторов и сельскохозяйственных машин) применяют диагонально-угловой способ предпосевной культивации (рис. 9.2). Сев начинают, как только агрегат прокультивирует угол поля до противоположной стороны. После этого одновременно работают оба агрегата, не мешая друг другу.

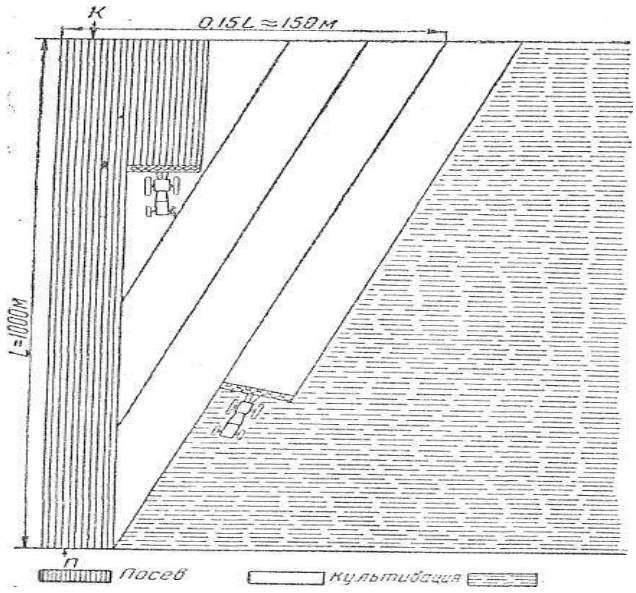


Рис. 9.2. Организация движения агрегатов при предпосевной подготовке почвы в звене В. А. Светличного:

К - начало работы агрегата для предпосевной культивации; П-начало работы посевного агрегата.

С точки зрения экономической эффективности следует отметить:

При уборке сахарной свеклы целесообразно использовать трактор МТЗ-100 с комбайном РКМ-6, т.к. производительность его составляет 0,72 га/ч, затраты труда составляют 622,5 чел·ч, а общие затраты на весь объем работы - 160725 руб.

При погрузке минеральных удобрений лучше использовать трактор МТЗ-80 с погрузчиком ПЭ-Ф-1А в сравнении с трактором МТЗ-80 с погрузчиком ПКУ-0,8, т.к. производительность МТЗ-80 с погрузчиком ПЭ-Ф-1А 14 га/ч, затраты труда составляют 10,5 чел-ч, а общие затраты на весь объем - 1214,3 руб.

При прореживании сахарной свеклы целесообразно использовать трактор МТЗ-82 с УСМП-5,4, т.к. его производительность составляет 3,5 га/ч, затраты труда - 21,75 чел-ч, а общие затраты на весь объем работы - 7127,25 руб.

При сплошной культивации без боронования сахарной свеклы лучше использовать трактор К-700А с КШУ-18 в сравнении с трактором К-700А с СП-16+КПС-4 (4), т.к. его производительность составляет 11 т/ч, затраты труда - 6,75 чел-ч, а общие затраты на весь объем работы - 5335,5 руб.

Посадка картофеля

После загрузки бункера сажалки клубнями начинают первый рабочий проход. При первом рабочем проходе регулируют уровень заполнения ковшей-питателей, окончательно устанавливают норму высадки клубней, регулируют глубину хода сошников и глубину заделки клубней.

Посадку осуществляют с опущенным левым и правым маркером. При такой работе первый агрегат оставляет маркерный след справа для второго агрегата, который в свою очередь оставляет след справа для себя, а слева для третьего агрегата и т.д.

Подготовка машин к посадке

Подготовка картофелепосадочных машин к посадке проводится в соответствии с требованиями.

Прежде всего, проводят комплексность машины, затем агрегатируют сажалку с трактором и устанавливают агрегат на ровную площадку с твердым покрытием. Проверяют люфт ходовых и опорных колес и при необходимости отрегулировать их. Проверяют наличие смазки в редукторах, проверяют натяжение цепей и ремней.

Затем проводят основные технологические регулировки: заданную глубину и густоту посадки.

Глубину посадки клубней регулируется изменением положения опорных и копирующих колес.

Густоту посадки регулируют заменой звездочек привода высаживающих аппаратов. Величину основных междурядий регулируют точной установкой сошников и заделывающих дисков на заданную глубину

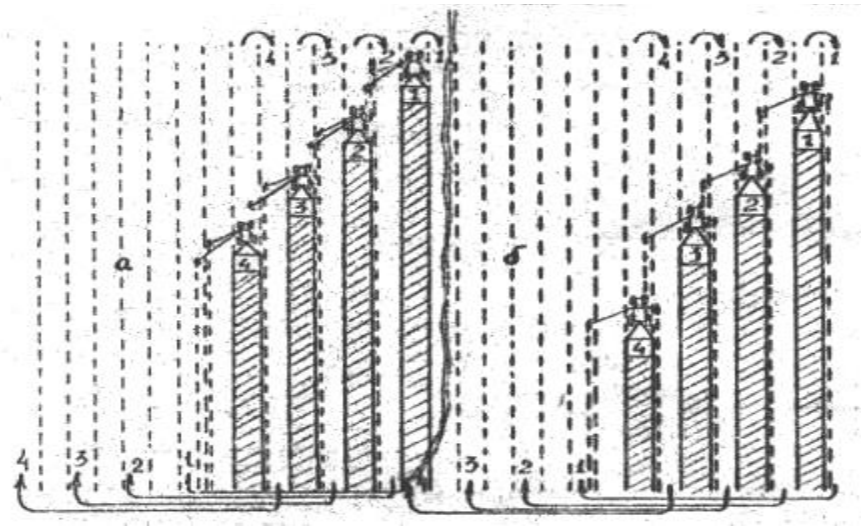


Рисунок 9.3. Схема движения картофелепосадочных агрегатов при групповой работе: а – при установке маркера с левой стороны трактора; б – при установке с двух сторон

Уход за посадками

На участках, сильно засоренных сорняками, применяют гербициды. Всего предусматривают две-три послевсходовые обработки культиваторами. При последней обработке перед смыканием ботвы проводят высокое окучивание.

Защиту посадок картофеля в период вегетации от болезней и вредителей осуществляют путем обработок фунгицидами и инсектицидами с использованием штанговых навесных и прицепных опрыскивателей.

Гребневая или слабогребневая посадка картофеля имеет ряд преимуществ перед гладкой и обеспечивает прибавку урожая до 25-30%. При гребневой посадке лучше прогревается поверхность рядков, Меньше уплотняется почва от осадков, имеется возможность проводить рыхление почвы в междурядьях до появления всходов без уплотнения почвы в рядках колесами трактора и др. Уход за посадками картофеля заключается в уничтожении сорняков и рыхлении слоя почвы на вершине гребней и в междурядьях.

Довсходовый уход осуществляют, обрабатывая посадки культиваторами-окучниками КО-4; КОН-4.2 с одновременным боронованием. Первую обработку проводят через 5-7 дней после посадки. Второе боронование с одновременным окучиванием и рыхлением почвы в междурядьях выполняют через 6-8 дней после первой обработки. Третью обработку проводят уже по всходам при высоте растений 5-6 см без боронования. Вместо окучников применяют стрельчатые лапы с захватом 270 мм в сочетании с долотами.

В зависимости от конкретных условий (влажность почвы, состояние растений, наличие сорняков) проводят 1-2 окучивания или культивацию и окучивание перед смыканием ботвы.

Глубина обработки зависит от содержания влаги в почве и развития растений. При первой обработке глубина составляет 14-16 см, при второй – 10-12 см, при третьей – 6-8 см.

В случае засоренности участков за 3-4 дня до появления всходов картофеля проводят обработку гербицидами с расходом жидкости в пределах 300-400 л/ Для борьбы с фитофторой от начала развития растения до уборки картофеля проводят не менее 4-5 опрыскиваний.

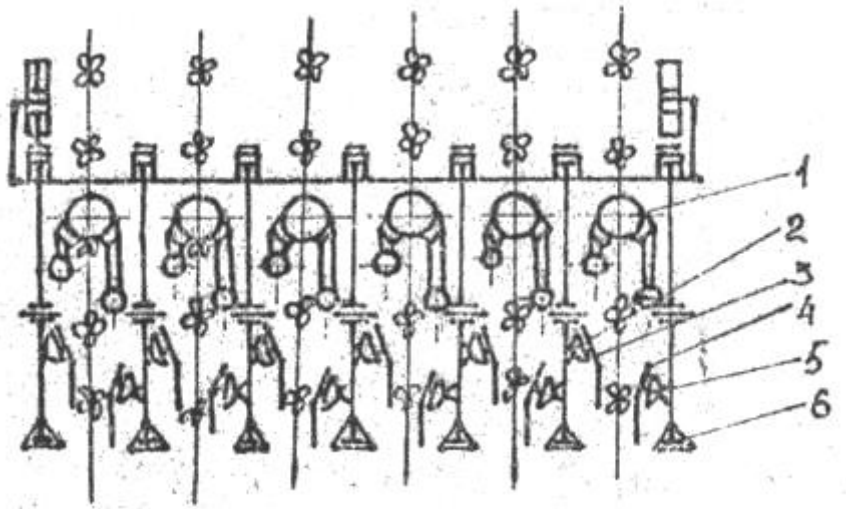


Рисунок 9.4. Расположение рабочих органов культиватора для окучивания картофеля с одновременной подкормкой: 1 – туковысевающий аппарат; 2 – правый окучник; 3 – правый ботвоотвод; 4 – левый ботвоотвод; 5 – левый окучник; 6 – стойка с лапой

Технология уборки картофеля

Сбор урожая является одним из наиболее трудоемких процессов в картофелеводстве, на который приходится более 40% общих затрат и около 70% затрат ручного труда.

Агротехнические требования

К уборке картофеля предъявляют следующие требования:

сильно развитую зеленую ботву высотой более 50 см скашивают и убирают с поля за 1-2 дня до начала уборки;

клубни должны быть полностью подкопаны; количество не подкопанных и оставленных на поверхности клубней не должно превышать 4%;

количество поврежденных клубней с забоинами и неглубокими царапинами не должно превышать 2%, порезанных – 1,5%;

количество не отделенных от ботвы клубней не должно превышать 5%, а количество примесей (земли, камней, ботвы) в собранном картофеле – 2% по массе;

выкопанный картофель сортируют на картофелесортировальном пункте и вывозят на хранение.

Уборку начинают с подготовки участков: скашивают ботву, разбивают поле на загоны, определяют направление движения агрегатов, отбивают поворотные полосы и убирают с них урожай.

Предуборочное удаление ботвы проводится механическим способом с помощью машины КИР-1,5 или опрыскиванием проводится десикантами (хлорат магния). Уборка картофеля комбайнами или копателями.

Технологический процесс работы комбайнов состоит из операций

подкопа рядков с картофелем и последующего отделения клубней от почвы и ботвы. Комбайны применяют на почвах с влажностью от 6 до 27% при урожайности от 8 до 50 т/га.

В более тяжелых условиях для уборки применяют картофелекопатели.

Уборка картофеля комбайнами

Применяют также комбинированный способ уборки, при котором клубни с двух или четырех рядков укладывают при помощи картофелекопателя-валоукладчика в междурядья двух соседних неубранных грядок. Оборудованный таким образом комбинированный валок убирают за один проход комбайна.

Организация поточной уборки картофеля обеспечивается необходимым набором машин и рядом операций:

- предварительная (при необходимости с выгрузкой в транспортные средства);
- транспортировка картофеля от комбайна к сортировочному пункту, находящемуся в поле у буртов или у картофелехранилищ;
- доочистка и сортировка картофеля;
- затаривание картофеля и доставка к местам хранения.

Для механизированной уборки ботвы применяют косилки-измельчители КИР-1,5 и КИР-1,5В, которые агрегатируются с тракторами класса 14кН. В нормальных условиях производительность таких агрегатов составляет 0,3 - 0,5 га/ч.

Для уборки картофеля применяют прицепные картофелеуборочные комбайны ККУ-2А «Дружба», самоходные комбайны КСК-4, трехрядные картофелеуборочные комбайны КПК-3.

Комбайн КПК-3 работает таким образом: При движении агрегата катки 1 перемещаясь по выкапываемым грядкам, выдерживают заданную глубину выкапывания и частично рыхлят комки почвы в грядках. Диски 2 вырезают клубненосный пласт грядок, несколько сжимают его и подают на поверхности лемехов 3 на основной прутковый элеватор 5, при этом продольные шнеки 4 способствуют передаче массы от дисков на правое и левое прутковые полотна элеватора, крошат пласт, частично измельчая и отрывая ботву от клубней.

Очищенная масса подается полотнами к шнекам 6 и 13, которые интенсивно крошат комки почвы, просеивают ее между прутками полотен и выводят вместе с мелкими примесями на убранное поле в зазор между указанными шнеками и полотнами.

Предварительно очищенная масса подается шнеками 13 по полотнам к комкодавителю, расположенному между шнеками. Суженный с трех рядков до ширины комкодавителя 17 поток поступает на редкопрутковый транспортер 8, который выносит крупные неразрушенные комки почвы и растительные остатки – ботву и сорняки – на убранное поле. Клубни и оставшиеся мелкие примеси проваливаются между прутками редкопруткового транспортера на второй элеватор 7, который частично просеивая мелкую почву в зазоры между прутками, подает массу на пальчиковую поверхность горки 10.

В зависимости от настройки комбайна, т. е. от угла наклона горки 10, картофель или скатывается в ковшовый транспортер 12, или поступает вместе с примесями к заднему шнеку 11 (рисунок 9.5).

При этом способе настройки комбайна шнек 11 пропускает примеси под собой, остальную массу подает на левую половину пальчиковой горки 10, здесь происходит дополнительная очистка и подача клубней в ковшовый транспортер 12, из которого масса поступает на сопроводительный транспортер.

Оттуда клубни скатываются на прутковый транспортер 14, который загружает бункер-накопитель 15 в зоне его заполнения. По мере заполнения этой зоны включают подвижное дно этого бункера, при этом откидную часть устанавливают близко к горизонтальной.

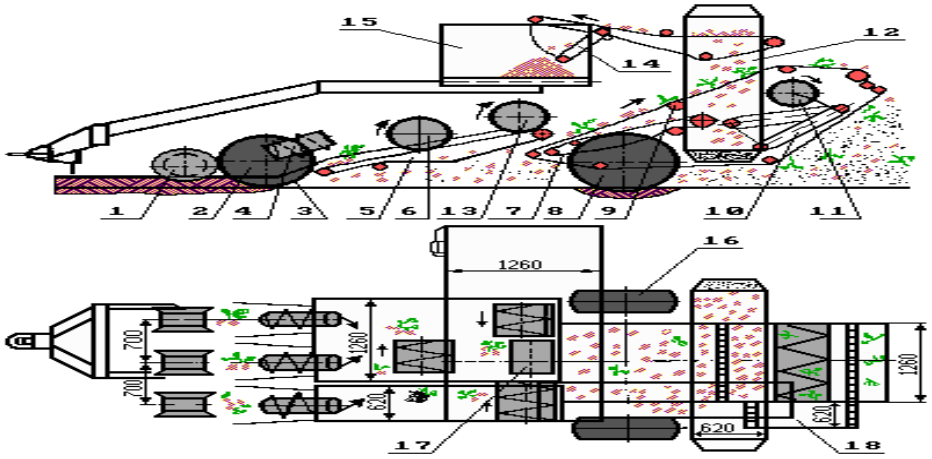


Рисунок 9.5. Технологическая схема комбайна КПК-3:
1 - катки опорные; 2 - диски выкапывающие; 3 - лемех; 4 - шнек продольный; 5 - основной элеватор; 6 - шнек центральный; 7 - элеватор второй; 8 - редкопрутковое полотно ботвоудалителя; 9 - ролик прижимной; 10 - транспортёр пальчиковый; 11 - шнек; 12 - транспортёр ковшовый; 13 - шнек боковой; 14 - транспортер загрузки бункера; 15 - бункер; 16 - ходовые колёса; 17 - комкодавитель; 18 - горка раската

После заполнения выгрузную часть бункера откидывают в сторону транспортного средства и выгружают картофель. Возможен также вариант выгрузки картофеля в постоянно движущееся рядом с комбайном транспортное средство.

Регулировка глубины хода КТН-2В

При первом заезде агрегата необходимо отрегулировать глубину хода лемехов. Лемеха должны идти в почве несколько ниже гнезд клубней картофеля, чтобы не повреждать и не оставлять их в почве. Обычно устанавливается глубина подкапывания 16-20 см.

Регулировка глубины хода лемехов осуществляется при помощи верхней тяги навесной системы трактора. При укорачивании тяги глубина хода лемехов увеличивается, а при удлинении – уменьшается (рисунок 9.6).

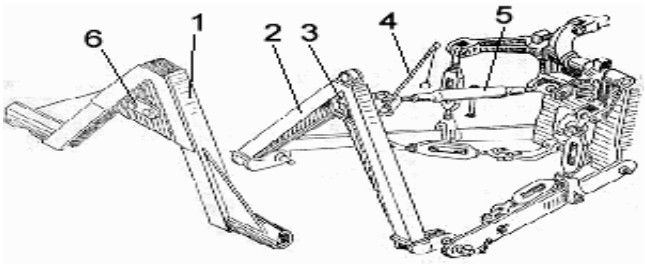


Рисунок 9.6. Механизм навески: 1-замок автосцепки; 2-автосцепка; 3-собачка; 4-трос; 5-верхняя тяга навески; 6-планка регулировочная

При большой глубине хода лемехов увеличивается тяговое сопротивление, снижается производительность агрегата, увеличивается расход горючего. Во избежание самовыглубления и повышенного повреждения клубней при работе на легких почвах поступательная скорость агрегата должна быть увеличена.

Пути снижения повреждаемости клубней картофеля при механизированной уборке

Повреждение клубней картофеля при уборке неизбежно. При механизированной уборке процент поврежденных клубней составляет от 15 до50% в зависимости от погодных условий, степени зрелости клубней, применяемого комплекса машин и др.

Основная доля повреждаемости приходится на картофелеуборочные машины и комбайны.

Однако повреждения могут быть снижены путем:

Выбора рациональной технологии возделывания и уборки;

Подбора сортов менее склонных к повреждению;

Современность проведения работ от посадки до уборки;

Использования всех имеющихся регулировок рабочих органов машин;

Применение транспортных средств, приспособленных к перевозке картофеля;

Выбор почвенных условий.

Весьма эффективным путем снижения механических повреждений является выбор для каждых конкретных условий рациональной технологии возделывания и уборки.

Снижение механических повреждений клубней при уборки можно достигнуть также применением отдельных технологических операций.

Эффективной мерой уменьшения механических повреждений являются скорости движения агрегата и оптимальных регулировок рабочих органов картофелеуборочных машин.

При выгрузки картофеля в прицеп необходимо опускать выгрузной транспортер насколько это возможно.

Поточный способ уборки картофеля

Наиболее эффективно для уборки применять картофелеуборочный отряд, который состоит из звеньев:

- подготовки поля к уборке;
- основной и повторной уборки клубней;

- послеуборочной доработки и закладки клубней на хранение;

Звено по подготовке поля к уборке обеспечивает скашивание и вывозку ботвы с поля, разбивает поле на участки и загоны, отбивает поворотные полосы шириной до 12 м. Участок для работы 2-4 комбайнов разбивают на 4 загона. Поворотные полосы убирают картофелекопателями поперек рядков.

Главной единицей комплекса является комбайна - транспортное звено, в котором 2-4 комбайна, автомобили-самосвалы или тракторы с прицепами. При двухфазной уборке в звене 1-2 картофелекопателя-валоукладчика. В зависимости от размера убираемого поля в комплексе может быть 2-3 комбайнотранспортных звена. Звено послеуборочной доработки картофеля сортирует клубни и с помощью системы транспортеров закладывает их на хранение.

Для механизации работ по сортировке, переработке, загрузке и выгрузке картофеля из хранилищ применяют картофелесортировочные пункты КСП-15Б и стационарные пункты послеуборочной обработки картофеля, созданные на базе КСП-15Б, которые имеют систему транспортеров и бункеров-накопителей.

Тема 10. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ УБОРКИ ЛЬНА

Общие сведения

Лён- долгунец является важной технической культурой. Он даёт три вида ценного сырья для промышленности: **волокно, семена и костру**.

Из 100 кг льноволокна можно получить 240м^2 бытовых тканей или 160м^2 технических.

Семена содержат до 40% высококачественного жира и около 25% белка. Масло, получаемое из льносемени, используется в пищевой, лекарственной, парфюмерной и фармацевтической промышленности. Льняной жмых - ценный корм для животных (1кг содержит 1,15 кормовых единиц).

Костра содержит до 65% целлюлозы, из неё изготавливают строительные плиты, можно использовать для получения бумаги, картона.

Процесс уборки льна называется **теребление** – стебли льна зажимаются рабочими органами машин и выдергиваются из почвы за счет поступательного движения машины.

Чтобы выдернуть один стебель льна из почвы средней связности, требуется усилие 4-8 Н. Так как сопротивление разрыву нижнего участка стебля 20-35 Н, а верхнего 10-20 Н, метод теребления полностью, обеспечивает уборку урожая.

Льносолому перерабатывают в тресту, а затем в волокно.

Агротехнические требования к машинам для уборки льна

1. Чистота теребления льнотеребилками и льнокомбайнами на прямостоячем льне не менее 99 % , на полёглом льне не ниже 95 %.

2. Повреждение стеблей льна до 5 %.

3. Общее потери семян не более 2 %.

4. При работе в расстил, лента должна быть прямолинейной, равномерной по толщине, без разрывов, перепутывания и скручивания стеблей.

5. Растянутость стеблей в разосланной ленте не более 1,2 (отношение ширины ленты к средней длине стебля).

6. Не допускается положение лент друг на друге.

9. Чистота подбора не менее 99 %

Классификация машин и их назначение

Для уборки льна применяют ряд машин:

Льнотеребилки ТЛН-1,5 , МТЛ-1,5 – предназначены для теребления льна без отделения семенных головок и расстилом стеблей в ленту.	
Льноуборочные комбайны: прицепные – ЛК-4А и самоходные КЛС-3,5 – предназначены для теребления льна, очёсывания семенных головок с их погрузкой в прицепную тележку (ЛК-4А) или в бункер (КЛС-3,5) и расстилом стеблей в ленту для вылежки.	
Вспушиватели лент льна: ВЛН-4,5; ВВЛ-3 – предназначены для отрыва лент льна от льнища с целью улучшения условий вылежки, исключения вероятности подгнивания нижнего слоя и ускорения их просыхания перед прессованием в рулон пресс-подборщиком.	
Оборачиватели лент льна: ОЛ-140 «Долгунец», ОСЛ-1 и др. – предназначены для оборачивания лент льна с целью ускорения и равномерности вылежки стеблей в ходе приготовления сланцевой льнотресты. Применяются после расстила лент для ускорения сушки льносоломы и в процессе вылежки для получения однородной по цвету тресты.	 
Подборщики тресты: ППЛ-1, ПРЛ-150, ПРЛ-150А, ПР-Ф-110Л – предназначены для подбора лент льнотресты с формированием равномерного слоя льна в рулонах и последующей обмоткой их шпагатом. Формирование рулона осуществляется с отделением слоя льна двумя нитями шпагата.	

Общее устройство, процесс работы Навесная льнотеребилка ТЛН-1,5.

Основными частями машины являются: делители, теребильный аппарат, выводящее устройство и механизм передачи движения. Все эти узлы смонтированы на раме.

Рабочий процесс

При движении машины делители разделяют стебли льна на полоски и направляют их в теребильные ручьи между шкивами и движущимся ремнем, где происходят их захват и теребление. Вытеребленные из всех четырех секций стебли поступают в крайнюю левую секцию, а из нее в промежуток между основным и выводным ремнями и укладываются на поле в виде ленты с левой стороны агрегата.

Льноуборочный комбайн ЛК-4А (ЛКВ-4А)

Основными рабочими органами комбайна являются рама с картером, теребильный аппарат с делителями, поперечный транспортер, зажимной транспортер, очесывающее устройство, механизм привода рабочих органов, расстилочный щит, пневматический колесный ход, сница с удлинителем.

Все узлы смонтированы на сварной раме, опирающейся на два пневматических колеса.

Рабочий процесс

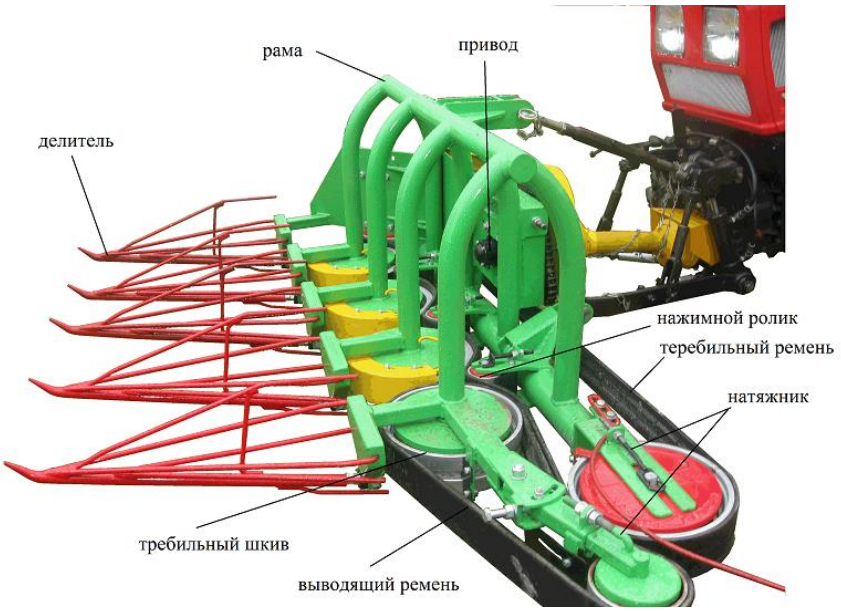
При движении агрегата по полю делители разделяют стеблестой льна на полоски и подводят их к ручьям теребильного аппарата. Стебли, зажатые в ручьях совместным движением машины и теребильных ремней выдёргиваются из почвы и подаются поперечным транспортёром в зажимной транспортёр. Зажатые стебли вводятся в камеру очёса, где в наклонном положении очесываются гребнями барабана. Ворох из камеры очеса лопастями очёсывающего барабана перемещается назад на транспортёр вороха, который отводит его в прицеп, присоединенный сзади комбайна. Очёсанная льносолома поступает на расстилочный щит и сходит по нему в ленту на поле.

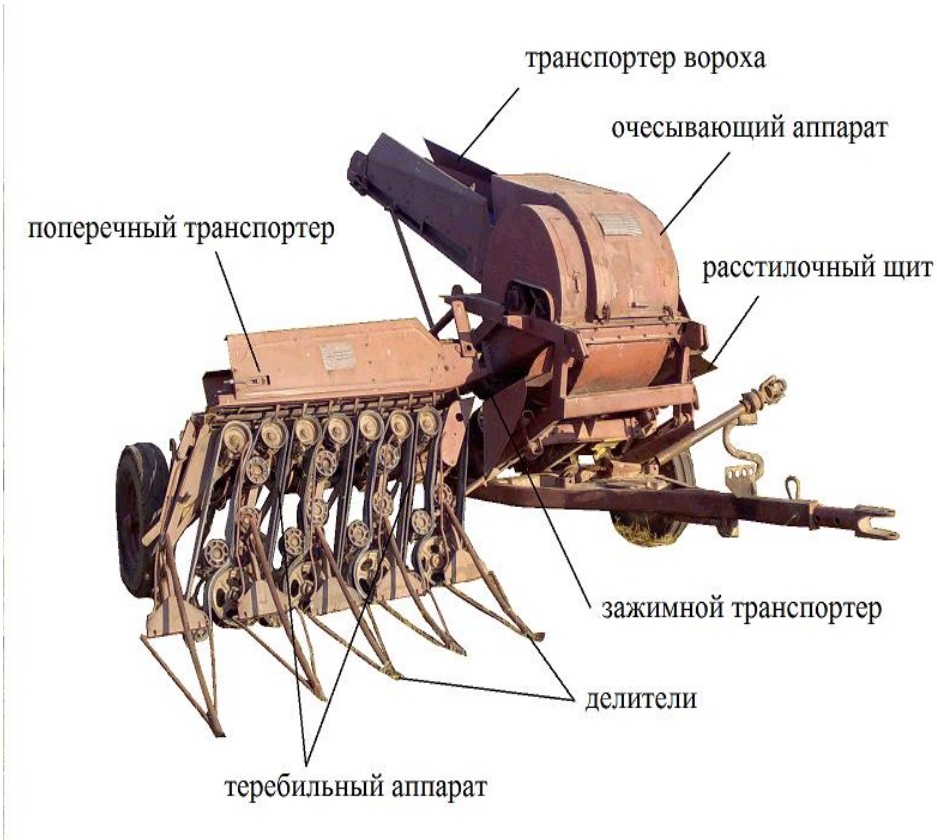
Устройство и рабочий процесс вспушивателя лент льна

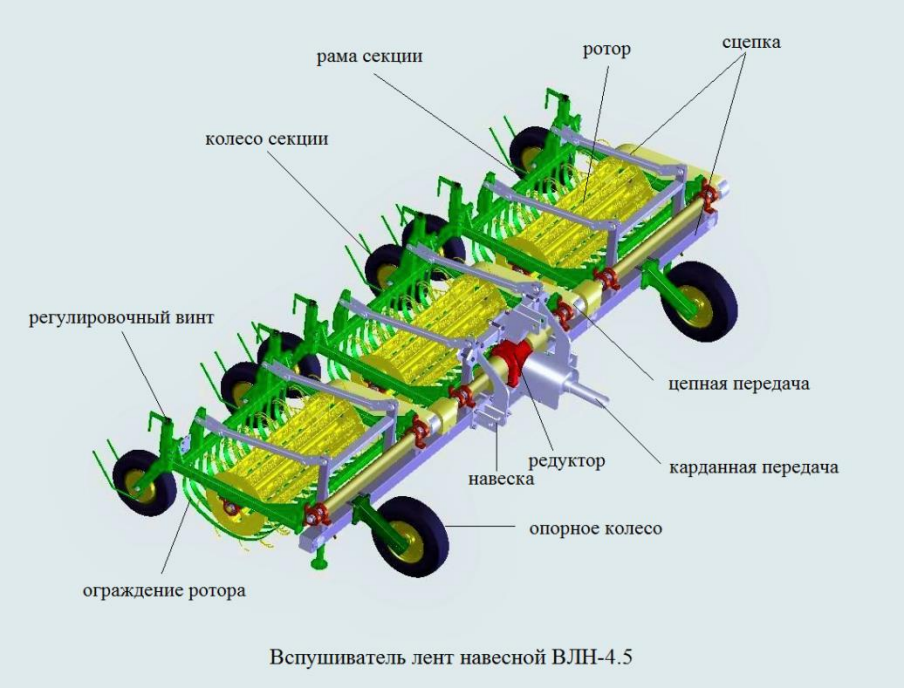
Вспушиватель состоит из рамы, опорных колес, трех секций и механизмов привода.

Рабочий процесс

При движении вспушивателя пружинные зубья ворошильных секций за счет разницы скоростей движения вспушивателя и роторов подбирают стебли льна в ленте и отрывают их от льнища, а затем приподнимают и сбрасывают, не допуская перепутывания. В результате за вспушивателем образуется оторванная от земли лента льна.







Вспушиватель лент навесной ВЛН-4.5

Устройство и рабочий процесс оборачивателя льна ОЛ-140 «Долгунец»

Оборачиватель состоит из основной рамы, рамы прицепной, колесного хода, оборачивающего и расстилочного ленточных транспортеров, гидросистемы, привода и прикатывающего механизма.

Рабочий процесс

Технологический процесс оборачивателя (рис) осуществляется в следующем порядке. При движении агрегата вдоль ленты льна, расположенной справа от трактора и вершинной частью стеблей влево по ходу движения, пальцы подборщика подбирают стебли льна и подают их в канал между лентой оборачивающего транспортера и винтообразными направляющими. Под действием Г-образных колков, закрепленных на ленте, стебли льна, перемещаясь комлями вниз, переворачиваются на 180 градусов и поступают в расстилочный транспортер. Последний транспортирует их вниз с помощью двух лент по наклонному настилу, где, соприкасаясь комлевой частью с выравнивателем они смещаются и тем самым выравнивается лента льна. В конце ленты расстилочного транспортера, огибают ведущие шкивы и освобождают стебли льна, которые сходят вниз и укладываются на льнище. Катки прикатывающего механизма прижимают обернутую ленту к поверхности поля, предохраняя тем самым от возможного смещения ветром.

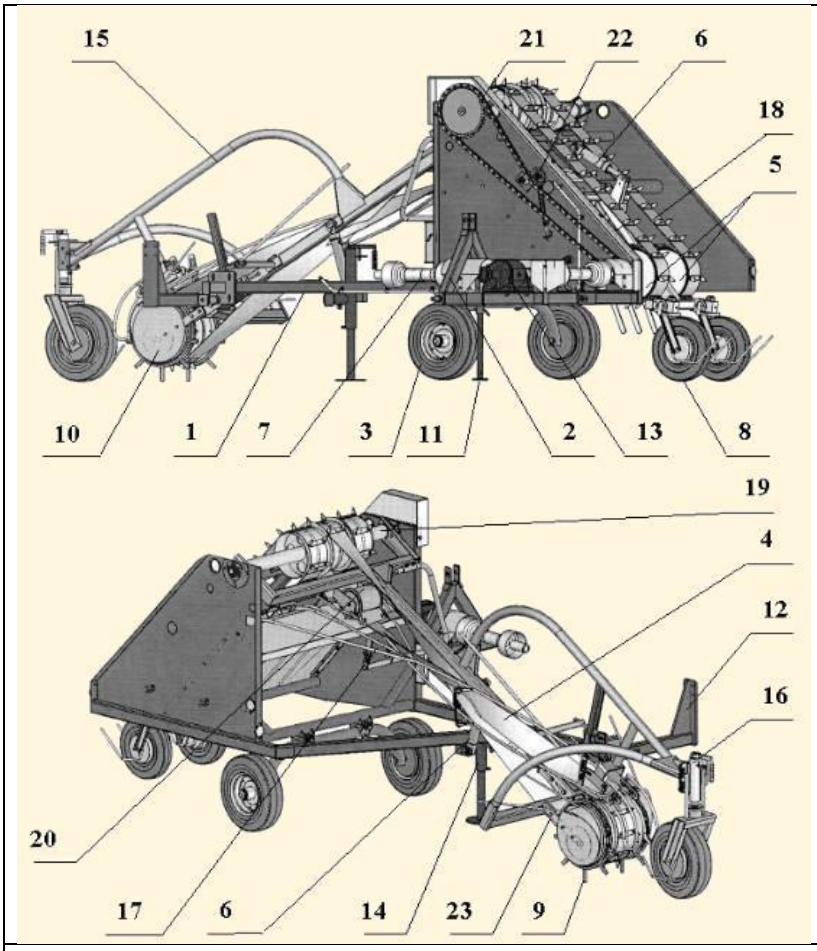
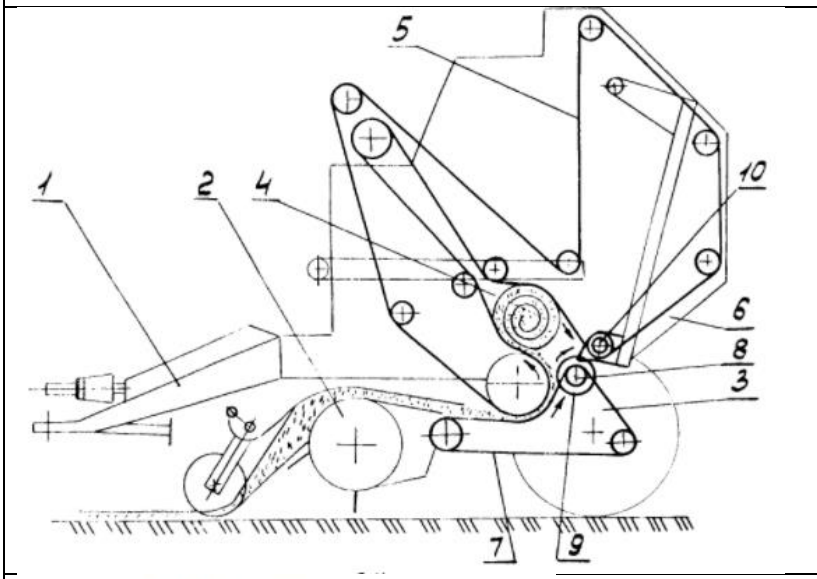
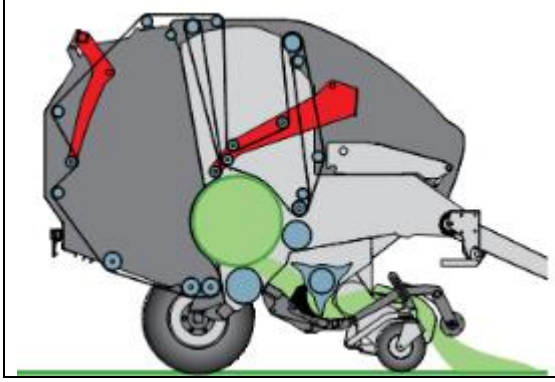
Устройство и рабочий процесс пресс-подборщика льна ПРЛ-150

Пресс-подборщик состоит из прессовальной камеры, подборщика, питающего барабана, отбойного битера, гидромеханического балансира, ведущих и ведомых вальцов, механизма обвязки рулона, привода, колесного хода, клапана прессовальной камеры, гидросистемы и электрооборудования.

Рабочий процесс

При движении агрегата вдоль ленты льна, расположенной верхушечной частью стеблей справа по ходу агрегата, пружинные зубья подборщика поднимают стебли и подают к питающему барабану. В момент поступления льносырья в пресс-камеру с ним вовлекаются две нити шпагата, которые в ходе формирования рулона прокладываются между слоями ленты льна. За счет движения в противоположном направлении питающего барабана, отбойного битера и прессующих лент стебли закручиваются против часовой стрелки (со стороны комля), образуя сердцевину, а в последствии и рулон. Когда рулон сформирован, агрегат останавливают, подают задним ходом в сторону убранного поля и производят обвязку рулона шпагатом.

По окончании обвязки рулона шпагат автоматически обрезается ножами, кинематически связанными с механизмом подъема подборщика. Затем с помощью гидросистемы открывают клапан прессовальной камеры, и рулон под воздействием прессующих лент и собственной массы сбрасывается на землю, клапан прессовальной камеры возвращают в исходное положение и приступают к формированию нового рулона.

	Оборачиватель (вид слева и справа) 1- рама основная; 2 — рама прицепная; 3 — ход колесный; 4 — транспортер оборачивающий; 5 — транспортер расстилочный; 6 — гидроцилиндры; 7 — привод; 8- механизм прикатывающий; 9 — пальцы подбирающие; 10 — подборщик; 11 — опора; 12 — кронштейн; 13 — редуктор конический; 14 — подножка; 15 — рама транспортера; 16 — колесо копирующее; 17 — направляющие винтообразные; 18 — лента; 19 — барабан ведущий; 20 — ролик направляющий; 21 — передача цепная; 22 — натяжник; 23 — устройство натяжное
	Пресс-подборщик 1-рама. 2-подбирающее устройство (подборщик), 3-подающий транспортер, 4-прессовальная камера, 5-прессующие ремни, 6-клапан..
	

Тема 11. НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Механизация сельского хозяйства – это замена ручного труда машинным; внедрение машин и орудий в сельскохозяйственное производство. Механизация сельского хозяйства имеет огромное народно-хозяйственное значение, так как повышает производительность труда, снижает себестоимость продукции, сокращает сроки выполнения работ, избавляет человека от тяжелых, трудоемких и утомительных работ.

С механизацией сельского хозяйства неразрывно связан процесс повышения культуры сельскохозяйственного производства – применение новейших достижений науки и техники, освоение прогрессивных технологий, дальнейшая интенсификация сельского хозяйства, осуществление крупных работ по мелиорации земельных угодий и химизации сельскохозяйственного производства.

Техника – наиболее активная часть средств производства; она имеет исключительное значение в создании материально-технической базы сельского хозяйства.

Объектами механизации сельскохозяйственного производства являются рабочие процессы: в земледелии – осушение и орошение земель, культурно-технические работы, обработка почвы (вспашка, лущение, боронование, дискование, культивация, прикатывание), посев (посадка), обработка междурядий, внесение удобрений, борьба с болезнями культурных растений, вредителями и сорняками, уборка, очистка и сортирование зерна, заготовка кормов; на животноводческих фермах – подготовка кормов к скармливанию, раздача кормов, очистка помещений, поение скота и птицы, доение коров, стрижка овец; в подсобных предприятиях – ремонт сельскохозяйственной техники, переработка продуктов сельскохозяйственного производства. Эффективность механизации сельскохозяйственного производства очень велика. Так, переход с живого тягла на механическую тягу позволил повысить производительность труда на пахоте в 9 раз, на боронованию, культивации и посеве – в 18 раз, на уборке и молотьбе зерновых культур – в 44 раза.

Техническое оснащение сельского хозяйства способствует увеличению валовой продукции при одновременном сокращении числа работающих в сельском хозяйстве более чем вдвое. Для того чтобы поднять уровень механизации сельскохозяйственных работ, обеспечить выполнение их в оптимальные сроки и с высоким качеством, выдвигаются следующие основные задачи по ускорению темпов развития механизации, автоматизации производственных процессов и улучшению эффективности использования сельскохозяйственной техники: завершение комплексной механизации производственных процессов; внедрение более совершенной системы машин для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур во всех зонах страны; совершенствование конструкций сельскохозяйственной техники для

создания оптимальных условий развития культурных растений при выполнении технологических операций и ликвидации всевозможных видов потерь; значительное повышение надежности сельскохозяйственных машин, позволяющее на заданных интервалах времени выполнения технологических операций не иметь простоев по техническим причинам и сохранять установленные показатели качества; повышение эксплуатационной и ремонтной технологичности МТП, приспособленности к техническому и технологическому обслуживанию, диагностированию, транспортированию и хранению; увеличение долговечности сельскохозяйственной техники, сохранение эксплуатационных свойств машин на весь период эксплуатации; снижение затрат на восстановление техники; внедрение автоматических устройств, позволяющих поддерживать технологические и технические режимы работы и регулировки агрегатов в оптимальных пределах; разработка и создание автоматизированных систем управления МТП в хозяйствах, районных агропромышленных объединениях (РАПО) и других подразделениях АПК. разработка и усовершенствование таких устройств, которые обеспечивают водителю-механизатору условия для работы, соответствующие требованиям охраны труда.

В решении перечисленных вопросов по улучшению использования МТП важная роль отводится специалистам среднего звена – техникам-механикам сельского хозяйства, которые должны знать прогрессивную технологию механизированных работ, рациональное агрегатирование, основы обслуживания МТА и передовые приемы организации работ.

СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Единое, взаимообусловленное развитие сельскохозяйственной науки и техники; создание на основе научных разработок новых средств и предметов труда, совершенствование всех факторов сельскохозяйственного производства.Охватывает все стороны сельского хозяйства и включает широкий комплекс мероприятий, теоретические и прикладные научные исследования, конструкторские разработки и изготовление опытных образцов технических средств; выведение новых сортов растений и пород сельскохозяйственных животных; повышение плодородия почвы; улучшение имеющихся и освоение новых технологий; качественное изменение трудовых ресурсов, рост квалификации работников и совершенствование организации производства. Содержание и характер развития в сельском хозяйстве обусловлены специфическими особенностями отрасли, где совершенствование производительных сил во многом определяется естественно-биологическими законами. Достижения науки и техники позволяют (в определенных пределах, обусловленных естественной средой, ритмом биологических процессов) активно воздействовать на плодородие земли, продуктивность растений и животных. В свою очередь биологические факторы выдвигают определенные требования к научно-техническим

разработкам, и, прежде всего ; это касается обеспечения нормальной жизнедеятельности растений и животных, воспроизводства плодородия почвы, сохранности сельскохозяйственных угодий.

До середины XX в. в сельском хозяйстве, как и в других отраслях, осуществлялся главным образом в эволюционной форме на основе медленного, постепенного совершенствования научно-технических основ производства. В 50х гг. начался современный этап, характеризующийся коренными преобразованиями в системе научных знаний, в технике и технологии, распространением принципиально новых видов энергии, созданием средств производства с заранее заданными свойствами, применением электроники, радио и телемеханики. Такая революционная форма НТП, получившая название научно-технической революции (НТР) . Этот революционный процесс сравнительно быстро охватил ряд отраслей промышленности и других сфер народного хозяйства, а затем всё шире и глубже стал проникать в сельское хозяйство.

Основные направления НТП в современном сельском хозяйстве: комплексная механизация и автоматизация; электрификация; мелиорация земель; всесторонняя химизация; активное использование биологических факторов; ускоренное освоение прогрессивных технологий; динамичное совершенствование форм организации производства. Главная особенность современного этапа технической перестройки сельскохозяйственного производства - переход от частичной механизации к комплексной, распространение частичной и комплексной автоматизации на те процессы и отрасли сельского хозяйства, которые с технической и экономической стороны для этого подготовлены

Сравнительно новым направлением НТП в сельском хозяйстве является химизация -- использование химических средств для повышения плодородия почвы, обеспечения сохранности и сбалансированности кормов, борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений и животных и т. д. Основными средствами химизации служат минеральные удобрения, химические мелиоранты, пестициды, химические консерванты и кормовые добавки, лекарственные препараты, полимерные строительные материалы и др. Химизация сельского хозяйства становится активным компонентом единой системы управления воспроизводством плодородия почвы, особенно при мелиорации. Это обусловливает расширение применения комплексных удобрений, отличающихся повышенной усвояемостью и устойчивостью к вымыванию, совершенствование способов их внесения, значительное повышение роли химических средств в формировании прочной кормовой базы, обеспечение устойчивой, высокой урожайности сельскохозяйственных культур и роста продуктивности сельскохозяйственных животных, усиление природоохранного характера химических средств.

Преобразование техники, энергетической базы, предметов труда и других средств производства обусловливает глубокие перемены в традиционных технологиях сельскохозяйственного производства.

Создавая более совершенные производительные силы. НТП является основой интенсификации сельского хозяйства, повышения его эффективности. Он способствует стабильному, устойчивому развитию отрасли, смягчению воздействия неблагоприятных погодно-климатических условий, преобразованию труда и быта на селе. НТП позволяет завершить индустриальную перестройку сельского хозяйства, то есть перевести его на рельсы машинного производства, а также осуществлять постепенный перевод отрасли на промышленную основу, что означает не только применение системы машин, но и управление биологическими процессами, полное регулирование температурного, светового и водного режимов, баланса питательных веществ и других производственных условий.

В последние годы, из-за отсутствия у сельских товаропроизводителей финансовых средств на обновление машинно-тракторного парка, он сократился почти вдвое, средний возраст машин превысил нормативный срок службы и достиг 15 лет по гусеничным и 17 лет по колесным тракторам. Коэффициент готовности тракторного парка снизился до 0,62. Выработка на эталонный трактор в сельскохозяйственных предприятиях составляет 540-600 часов. Сельскохозяйственные предприятия, фактическая мощность производственно-технического потенциала которых ниже требуемой, работы по производству продукции выполняют со значительными нарушениями технологии, в первую очередь, сроков выполнения механизированных работ и их качества.

В результате из-за резко снижающейся технической оснащенности многие хозяйства имеют низкие результаты производственно-хозяйственной деятельности, некоторые находятся в глубоком кризисе. Сложность решения задач повышения эффективности сельско-хозяйственного производства обусловлена повышением конструктивной сложности машин, предельным износом МТП и развалом системы ТО и ремонта техники при переходе на рыночные отношения. В результате сельско-хозяйственные предприятия вынуждены самостоятельно решать все вопросы инженерно-технического обеспечения своего производства.

Переход агропромышленного комплекса к рыночной экономике оказался чрезвычайно сложным. Резко ухудшились показатели многих отраслей экономики страны, но в особо тяжелом положении оказалось сельскохозяйственное производство. На протяжении уже полутора десятка лет многие хозяйства не могут преодолеть кризисное состояние в условиях растущего диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию и товары промышленного производства, в том числе материально-технические ресурсы, необходимые для обеспечения работоспособности предприятия.

Сложившееся положение с обеспеченностью техникой усугубляется тем, что 50...70% машинно-тракторного парка выработало свой срок службы и требует повышенных затрат на поддержание его в работоспособном состоянии.

Без принятия мер государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей технический потенциал отрасли не сможет обеспечить

продовольственную безопасность. Снижение уровня технической оснащенности АПК ведет к дальнейшему сокращению посевных площадей, нарушению агротехнических сроков проведения полевых работ, недобору, потерям урожая сельскохозяйственной продукции и снижению ее качества.

Сельским товаропроизводителям с трудом удается поддерживать готовность изношенного машинного парка на уровне 60 - 62 %, что обеспечивает участие в производстве только - 30 - 35 % машин от реальной потребности. Тяжелое финансовое положение не позволяет с.-х. товаропроизводителям не только обновлять технику, но и приобретать необходимые запасные части, топливно-смазочные материалы, ремонтно-технологическое оборудование и оснастку. При этом необходимо учитывать, что изношенные машины расходуют на 15-20 % топливно-смазочных материалов больше, чем требуется по нормам расхода, что подтверждает необходимость планирования затрат на ТО и ремонт МТП с учетом срока эксплуатации и интенсивности использования . С ростом срока службы машинно-тракторного парка плавно снижается годовая наработка, и достаточно резко повышаются затраты на ремонтно-обслуживающие работы. Таким образом, сокращение объемов сельскохозяйственного производства и урожайности культур привело к снижению покупательной способности сельских товаропроизводителей, а, следовательно, к снижению их технической оснащенности. Резко сократился спрос на сельскохозяйственную технику и, как следствие, падение ее выпуска, т.е. сокращению парка машин. В таком случае, в результате непосредственной межотраслевой взаимосвязи и взаимозависимости не только сельскохозяйственное производство имеет низкую эффективность, но и машиностроение, тракторостроение ремонтно-обслуживающее производство, другие отрасли и отраслевые подкомплексы.

Процесс создания материальных благ всегда являлся творческим соединением человека и природы. Техника является взаимодействующим звеном в этом процессе и оказывает влияние на человека и общество в целом.

Рабочая машина пришла на смену примитивному орудию труда, которая во много раз увеличила производительность труда. В ней воспроизводятся в видоизмененном виде все те движения, которые применял исполнитель при ручной обработке.

По мере научно-технического прогресса машины применяются почти во всех отраслях и процессах производства. Предмет труда уже взаимодействует не с одной машиной, а с несколькими, т. е. с системой машин.

Сельскохозяйственные машины и орудия участвуют в производстве не одновременно, а в зависимости от времени проведения той или иной механизированной работы, способствующей лучшему росту растений и животных.

Применение машин не только увеличивает количество производимых товаров, но и ускоряет процесс превращения сырья в готовый товар, что

положительно сказывается на его качестве. Это особенно заметно в сельском хозяйстве.

Эффективность применения машин зависит от концентрации производства В результате концентрации производства растет производительность труда и снижается стоимость товара.

Учеными и практиками была обоснована экономическая связь между машиной и стоимостью. Подобно всякой другой составной части постоянного капитала, машины не создают никакой стоимости, но переносят свою собственную стоимость на продукт, они образуют составную часть стоимости последнего. Следует также отметить, что машины всегда целиком принимают участие в процессе труда и всегда только частью в процессе образования стоимости. Они никогда не присоединяют стоимости больше, чем утрачивают в среднем вследствие своего изнашивания.

В процессе производства машины изнашиваются, причем износ идет как физический, так и моральный.

Физический износ особенно проявляется в процессе эксплуатации, когда отдельные рабочие части непосредственно соприкасаются с обрабатываемой почвой. Но физический износ продолжается не только при эксплуатации машин, но и в период их бездействия, т. е. и тогда, когда они не участвуют в материальном производстве.

Наряду с физическим износом, машины изнашиваются и морально, причем, моральный износ тоже бывает двоякого рода. Во-первых, моральный износ происходит под воздействием непрерывного технического прогресса, когда на смену старых машин появляются новые более производительные. Моральный износ второго рода происходит за счет постоянного роста производительности труда при изготовлении машин.

В связи с переходом на международные стандарты ведения бухгалтерского учета, произошли изменения и в учете машин. Как нам известно, рабочие и силовые машины, а также оборудование к ним являются основными средствами.

Место машин в общественной жизни определяется ее социальными функциями, прежде всего тем, что она является неотъемлемой частью процесса труда и вообще целесообразной деятельности людей.

В сельском хозяйстве экономический процесс воспроизводства тесно переплетается с естественным, что требует совершенствования в земледелии не только орудий труда. Прогрессивные технологии, являясь важным звеном технического прогресса, оказывают большое влияние на процесс и темпы расширенного производства. Посредством внедрения машин, химических процессов и других методов они постоянно производят перевороты в техническом базисе производства, а вместе с тем и в функциях персонала.

Развитие и внедрение новых машин создает предпосылки для изменения существующей технологии и организации труда. В то же время, наука, развиваясь на основе производства, проявляется как источник технических нововведений, совершенствования техники и технологии производства.

Применение науки становится непосредственной функцией производственного процесса, составной частью производительных сил.

Основным направлением научно-технического прогресса в сельском хозяйстве, как и в других отраслях народного хозяйства, является механизация производственных процессов.

Современное сельское хозяйство требует не просто наращивания технических средств, а создания такой системы машин, которая обеспечивала бы пропорциональность, ритмичность, синхронность, непрерывность в организации трудовых процессов. Поэтому на смену машинам для выполнения отдельных операций должна прийти система машин.

Система машин - это совокупность разнородных, но дополняющих друг друга рабочих машин и орудий, обеспечивающих комплексную механизацию всех процессов труда, как в отдельных отраслях, так и по сельскохозяйственному производству в целом.

Создание и совершенствование системы машин должно сопровождаться внедрением прогрессивных технологий производства. Техника используется только совместно с определенной технологией и эффективность ее применения проявляется через нее. Например, в растениеводстве это прежде всего передовые способы обработки почвы, ухода за посевами, уборки выращенного урожая; в животноводстве - прогрессивные способы содержания и кормления животных. Современные достижения в области механизации, агротехники возделывания культур дают возможность без ущерба для урожая сократить количество технологических операций, их совмещения, поточного выполнения на отдельных стадиях производства.

Условия и особенности сельскохозяйственного производства обуславливают особенности и возможности использования техники.
Машины в промышленности, как правило, в течение года загружены равномерно и используются в две, а иногда в три смены, в то время как сельскохозяйственные машины имеют сезонную загрузку, так как рабочий период, когда прилагается труд, и период производства как правило не совпадают. Ведь производственные процессы в сельском хозяйстве выполняются в строго определенные сроки, которые зависят от биологических особенностей развития растений и жизнедеятельности животных, от времени года и других природных агротехнических и зоотехнических условий, и самое характерное - не могут быть перенесены. Большинство сельскохозяйственных машин используется в течение года от 10-15 до 55-60 дней, а остальное время не работают и подлежат хранению, и находясь на консервации изнашиваются от неупотребления, т. е. подвергаются как физическому, так и моральному износу. Так, при длительном хранении изменяются размеры и качество материала деталей вследствие коррозии, структурных превращений и остаточных деформаций от собственной массы машин. Конечным результатом обоих видов износа является замена одних средств производства (изношенных или устаревших) на другие. Для устранения этих нежелательных явлений существует система агротехсервиса, представляющая собой совокупность услуг по обеспечению

сельскохозяйственного производства машинами, оборудованием, приборами, их эффективному использованию и поддержанию в исправном состоянии.

Как известно, каждый технологический процесс имеет от 20 до 45 операций. Отдельные операции можно выполнять различными марками тракторов и сельскохозяйственных машин и орудий в силу их универсальности. Для какой-либо отдельной операции некоторые агрегаты могут оказаться по экономическим, эксплуатационным или другим соображениям выгоднее других.

Показатели оценки эффективности использования техники в сельском хозяйстве:

Важнейшим фактором повышения эффективности сельского хозяйства является комплексная механизация производства на основе оптимального оснащения отрасли современной техникой, созданной с использованием последних достижений научно-технического прогресса (НТП). Техника - важнейший элемент материально-технической базы (20% стоимости основных фондов), позволяющая не только обеспечить замену ручного труда машинным, но и реализовать возможности дальнейшего повышения эффективности отрасли.

Основными тенденциями развития системы машин являются дальнейшее повышение мощности энергетических средств, повышение производительности агрегатов за счет увеличения рабочих скоростей, ширины захвата, пропускной способности уборочных машин, грузоподъемности транспортных и погрузочных средств. Осуществляется создание унифицированных семейств, плугов, сеялок, культиваторов, лущильников и др. Расширяется оснащение сельского хозяйства самоходными машинами, а также комбинированными, осуществляющими выполнение нескольких операций за один проход. Повышаются комфортабельность и безопасность условий труда механизаторов, совершенствуются конструкции машин.

В целом научно-технический прогресс в земледелии характеризуется разработкой почвозащитных энерго-, трудо- и ресурсосберегающих,технологий возделывания сельскохозяйственных культур, изысканием принципиально новых типов мобильных энергетических средств, расширением компоновочных схем машинно-тракторных агрегатов (МТА). Получает широкое внедрение управление режимами работы техники, а также средства автоматизации и гидрофикации. Продолжается изучение проблем повышения рабочих скоростей МТА, снижения удельного рабочего сопротивления машин и орудий. Осуществляются меры по повышению надежности агрегатов, стабильности регулировок, технологичности, универсализации, снижению их материалоемкости.

Серьезного внимания требует улучшение качественных показателей работы машин и орудий, создание ходовых систем тракторов и сельхозмашин, не оказывающих существенного вреда почве и обладающих повышенным КПД, повышение уровня унификации систем, агрегатов и

узлов, а также разработка эффективных форм и методов использования машинно-тракторного парка.

В условиях рынка научно-технический прогресс проявляет себя как важнейшая доминанта социального развития, определяющая дальнейший процесс изменения жизни общества. И потому исследование характера и закономерностей научного прогресса, возможного способа его осуществления в различных социальных условиях, способов его реализации в практических средствах обеспечения жизнедеятельности общества становится особенно значимым. Такая ситуация делает настоятельной необходимостью для современного общества познать внутренние детерминанты и логику развертывания научного прогресса, а, следовательно, и целенаправленно управлять им.

Однако, темпы технического прогресса и уровень производительности труда пока недостаточны для перевода всех отраслей сельского хозяйства на эффективный путь развития. Это, наряду с применением малопроизводительной техники, сдерживает внедрение индустриальных те хнологий. Высокий уровень затрат ручного труда обусловлен не только отсутствием машин для механизации отдельных операций, но и недостаточным выпуском многих видов техники.

Важной проблемой все еще остается невысокая надежность многих видов сельскохозяйственной техники. Из-за низкого качества ее изготовления последующий ремонт требует больших затрат труда, а расходы средств на эти цели составляют около 19 % балансовой стоимости машинно-тракторного парка .

Таким образом, исследования показали, что перспективными направлениями развития механизации в земледелии являются:

* разработка и внедрение в производство зональных систем земледелия и комплексов машин на основе минимальной, почвозащитной, нулевой,и более совершенной традиционной обработки почвы;
* разработка новых и совершенствование существующих машин и орудий;
* завершение внедрения технологий и технических средств обработки почвы, подверженной ветровой и водной эрозии;
* разработка технологии, создание и внедрение семейств машин и орудий для обработке почвы в различных зонах страны, а также технических средств для повышения плодородия солонцовых и подзолистых почв.

Важнейшей проблемой современного механизированного сельского хозяйства является производство продукции полеводства с минимальными затратами энергии, особенно жидкого топлива. По ряду причин это требование приобрело для нашей страны особую актуальность, так как расход на гектар пашни составляет около 300 кг топлива, что значительно больше, чем во многих аграрно-развитых странах. Снижение энергоемкости земледелия может идти по пути создания специальных энергосберегающих технологий и совершенствования техники, перевода ее на использование газа, как более экологичного и дешевого вида топлива. Внедрение

индустриальных технологий позволяет с одной стороны, увеличивать урожай, а с другой -уменьшать энергозатраты на выполнение работ.

В настоящее время в области механизации сельскохозяйственного производства активно решаются вопросы разработки, внедрения и обеспечения высокоэффективного применения приборов, средств и систем автоматизации, в том числе с использованием микропроцессорной техники. Одновременно исследуются возможности использования преобразователей (датчиков), необходимых при создании перспективных локальных средств автоматизации и автоматизированных систем управления (АСУ) в сельском хозяйстве.

Углубляются фундаментальные исследования, направленные на комплексную автоматизацию сельскохозяйственного производства с использованием как существующей, так и новой техники, позволяющей наиболее эффективно объединить преимущества прогрессивных технологических процессов, применения современной вычислительной техники, манипуляторов и роботов. Все это позволит создать условия для перехода от автоматизации отдельных операций, машин и агрегатов к комплексной автоматизации многих процессов на предприятиях. Однако, ее темпы пока не отвечают требованиям развития отрасли. В настоящее время автоматизация в земледелии развивается по следующим направлениям:

1. изучение машин, агрегатов, технологических процессов в целях их автоматизации и роботизации на основе существующих или создаваемых технологий;
2. создание и внедрение локальных систем автоматического контроля и регулирования отдельными операциями, машинами и агрегатами;
3. широкая разработка основ комплексной автоматизации и роботизации машинотракторных агрегатов (МТА) и комбайнов различного назначения;
4. создание и внедрение мобильных автоматических приборов для контроля технологических процессов и параметров качества сельскохозяйственной продукции в лабораторных и полевых условиях;
5. обеспечение сбора информации с целью последующего анализа и визуализации;
6. интеграция создаваемых корпоративных информационных систем с мировыми информационными ресурсами Инетрнет.

Широкое внедрение в сельскохозяйственное производство средств автоматизации может стать основой значительного сокращения затрат труда и топлива в отрасли, повышения качества работ и общей культуры земледелия.

Однако переход к рыночным условиям хозяйствования требует новых организационно-экономических подходов к изучению состояния и анализу эффективности использования машинно-тракторного парка (МТП). Это обусловлено появлением новых организационно-правовых формирований в АПК, изменением структуры производства и мотивации труда.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Для того чтобы понять, какого развития следует ожидать от механизации сельского хозяйства, нужно исходить из того, что машина в сельском хозяйстве играет иную роль, чем в промышленности. В промышленности, как правило, объем выпускаемой продукции зависит от количества работающих станков или машин. При установке в одном цехе двух токарных станков продукция возрастает вдвое. В отличие от этого в сельском хозяйстве увеличение числа тракторов вдвое отнюдь не приведет к такому же увеличению производства продукции. Машины в сельском хозяйстве, собственно говоря, не формируют продукцию, а влияют на среду, в которой обитают растения или животные, и заменяют труд человека.

До сих пор сельскохозяйственные машины приспосабливали к технологии и особенностям растений. На следующем этапе развития это уже не будет обязательным. Технологию и, более того, растения будут приспосабливать к машинам. Становится все более очевидным, что прежние представления о сельскохозяйственных машинах на тракторной тяге устарели. Применяются самоходные машины, например опрыскиватели, силосорезки, машины для уборки клубней и корнеплодов, многоцелевые комплексные машины. Можно предсказать, что в будущем в полеводстве найдут применение две самоходные сельскохозяйственные машины: одна — для подготовки почвы, сева и химизации, другая — для уборки. Третьей машиной будет транспортное средство повышенной проходимости, похожее на грузовой автомобиль. Все это, конечно, будет требовать от сельскохозяйственных предприятий дальнейшей специализации.

В развитии, происходящем в процессе механизации, и тем более в перспективном развитии на одно из центральных мест выдвигается задача создания таких машин и механизмов, которые будут способны обеспечивать ускоренное повышение урожайности. Это значит, что придется вновь и вновь изучать условия жизни растений.

Теперь уже нельзя довольствоваться тем, что машина копирует или повторяет работу упряжки и человека, а необходимо использовать при конструировании машин самые современные достижения биологии и техники.

Основным принципом механизации до сих пор было стремление к тому, чтобы машинными средствами заменить наибольшее число упряжек или соответственно наибольшую долю труда человека. В механизации будущего машина будет выступать в производстве в качестве самостоятельного элемента, станет самостоятельным фактором технологии. Первым и, пожалуй, самым важным признаком такого явления станет то, что в процессе наращивания объемов производства будут сокращаться масштабы применения машин.

Другой, пожалуй, не менее важной тенденцией развития механизации является изменение подхода в функциям машин, а именно, как уже

говорилось ранее, технологию, а нередко и растения будут приспосабливать к машинам. Рассмотрим, например, технологию возделывания сахарной свеклы. Когда начали применять машины для прореживания ее посевов, т. е. устранения лишних растений в ряду, машину пускали поперек рядов посевов и она вырезала лишние экземпляры. Так была упрощена трудоемкая работа по прореживанию свеклы.

Затем была поставлена цель, чтобы машина сама выполняла прореживание, а ручной труд использовался как вспомогательный. Разумеется, сознательную деятельность человека по выбору тех растений, которые нужно удалить, трудно восполнить машиной. Однако были созданы дорогие и сложные машины. Известна, например, такая конструкция, которая с помощью электронного ощупывающего устройства определяла в процессе прореживания те растения, которые следовало бы оставить в почве. Таким образом, в посевах оставались наиболее развитые, наиболее сильные растения, а остальные вырезались ножами. Но в полевых условиях эта машина не функционировала с должной надежностью, с другой стороны, необычайно удорожала производство сахарной свеклы.

Взвесив все эти минусы, механизаторы и селекционеры решили пойти по иному пути. Селекционерами был выведен сорт свеклы с односеменными плодами. Общеизвестно, что соплодие сахарной свеклы состоит из нескольких клубочков, в которых насчитывается до 5 — 6 семян. Поэтому практически каждый клубочек дает несколько ростков и свеклу приходится прореживать. Селекционеры с помощью методов, обеспечиваемых генетикой, стремились вывести свеклу с клубочками, содержащими одно семя. Работа увенчалась успехом, и, в частности, в Венгрии уже повсеместно применяют односеменные плоды свеклы.

Характерным направлением развития механизации является увеличение единичных мощностей машин. Это не только позволяет сократить затраты, но и дает возможность ускорить выполнение отдельных производственных процессов. Например, увеличение мощности сельскохозяйственных машин позволяет провести полевые и уборочные работы в оптимальные, самые короткие сроки.

Весьма важной тенденцией в создании сельскохозяйственных машин является повышение степени надежности их эксплуатации. Это понятие принято употреблять в двояком смысле. С одной стороны, под надежностью функционирования подразумевается то, что машина в процессе эксплуатации не ломается, следовательно, в течение рабочего времени может функционировать непрерывно и надежно. С другой стороны, к критериям надежности эксплуатации (скорее, к надежности проходимости) относится и то, что машины должны работать на тяжелой, вязкой и мягкой почве или на относительно крутых склонах. Повышение степени надежности эксплуатации, разумеется, имеет важное значение для любой машины. И тем не менее это важнее всего в сельском хозяйстве, где машины работают лишь в течение короткого периода.

Среди характерных черт развития механизации не менее важно и то, что

она осуществляется в настоящее время на высоком организационном и технологическом уровне. Это позволяет с помощью машин выполнить в рамках отдельных производственных систем все трудовые процессы, согласованные с точностью почти до секунды, невзирая на всевозможные капризы погоды. Другими словами, работу машин, выполняющих последовательные операции, можно организовать конвейерным способом.

Добиться технического прогресса без больших капиталовложений можно прежде всего за счет улучшения организации производства. В этих целях все более широкое распространение получает обработка данных на более или менее сложных вычислительных машинах. При рассмотрении экономичности сельскохозяйственных предприятий сегодня вопрос встает не в том плане, могут ли быть для этого использованы математические методы, а в том, какой математический прием подходит больше для решения определенных проблем сельскохозяйственного производства.

ОЖИДАЕМЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОНСТРУКЦИИ МАШИН

Рассмотрим несколько подробнее, какими могут быть машины, которые будут служить развитию сельскохозяйственного производства в XXI столетии. Речь пойдет прежде всего о тракторах. Технические требования, предъявляемые к тракторам, больше всего отражают факторы, перечисленные ранее. В этой области наибольших результатов можно ожидать от уменьшения габаритов машин (минимализация). Это следует понимать так, что даже при увеличении мощности двигателя масса трактора будет снижаться, причем в перспективе все в больших масштабах. Есть основания полагать, что следующим этапом развития станет совершенствование двигателя. Прежде всего можно рассчитывать на сокращение удельного расхода топлива. Значительные изменения ожидаются в приводе тракторов в движение. Вероятно, в ближайшем будущем тракторы будут работать не непосредственно от дизельного двигателя, а приводиться в движение электроэнергией, вырабатываемой дизельным двигателем. Вероятно и то, что в течение 2 — 3 десятилетий нынешние двигатели внутреннего сгорания полностью будут вытеснены из применения так называемыми топливно-камерными двигателями, которые, работая по принципу действия гальванических элементов, будут использовать химическую энергию соответствующих материалов с коэффициентом полезного действия, равным 60—70 %.

Постоянно будет возрастать надежность проходимости тракторов. Они будут располагать значительно большим числом ступеней скоростей, станет более удобным и безопасным управление машинами.

Изменением, ожидающимся в конце нынешнего — начале будущего века, станет сначала частичная, а затем полная автоматизация работы тракторов. В принципе решена проблема работы тракторов с помощью заранее запрограммированного управляющего устройства, т. е. без человека. Нет

никаких трудностей и в том, чтобы каждый тракторист с помощью уже известных средств телеуправления направлял работу нескольких тракторов или нескольких рабочих агрегатов из полевого стана или находясь на краю обрабатываемого поля.

В ближайшем будущем, пожалуй, не следует ожидать существенного изменения в работе почвообрабатывающих машин (если не считать новшеством уже упомянутую систему «экономной обработки»). Более тонкими станут детали почвообрабатывающих машин, непосредственно соприкасающиеся с почвой, что будет достигнуто за счет улучшения качества материалов, идущих на изготовление этих деталей. Благодаря этому машины станут легче, смогут выполнять работы при более широком захвате полосы, благодаря чему возрастет также их производительность. Однако через два десятилетия, как следует ожидать, будут разработаны особые специальные почвообрабатывающие инструменты, которые способны будут удовлетворять требования, определяемые жизнью почвы.

Гораздо большие изменения произойдут в конструкции сеялок. Нынешние машины, довольно грубые по конструкции, не позволяют совершенно точно высевать семена. А это требование в будущем станет еще более важным. Одним из таких требований является упомянутый ранее высев одиночными семенами, что позволит исключить трудно поддающуюся механизации и дорогостоящую работу по прореживанию посевов.

В ходе дальнейшего совершенствования машин, очевидно, вновь вернутся к относительно старой идее, сущность которой состоит в дополнении функционирования сеялки другими рабочими процессами. Уже сегодня есть машины, которые одновременно с высевом семян разбрасывают гербициды и минеральные удобрения, дозируя при этом различные активные вещества с точностью почти до милиграмма.

Наименьший прогресс, пожалуй, ожидается в развитии машин для междурядной обработки и окучивания посевов. Кажется вероятным, что не получит развития механическая прополка, а будут конструироваться и использоваться машины для борьбы с сорняками химическим методом. Для этого необходимо найти химикалии, которые истребляли бы сорняки и не оставляли в почве вредных химических веществ. Главное при этом обеспечение того, чтобы как можно меньшее количество химикалиев в наиболее короткое время равномерно распределить на наибольшей площади. Это, с одной стороны, необходимо потому, что вода уже сегодня во многих районах является дефицитом. С другой стороны, весьма важно как можно точнее внести химикалии в заданное место. Это важно по двум причинам: химикалии должны попасть туда, где окажут необходимое действие, и не должны попадать туда, где проявится вредное воздействие на окружающую среду.

Какие же основные пути совершенствования системы машин?

1. Комбинирование машин, то есть совмещение в одном агрегате нескольких рабочих органов для одновременного выполнения двух и более

операций при прохождении машинно-тракторного агрегата по полю. Примерами таких агрегатов могут служить:

1) зерновая сеялка при прохождении сеялки по полю осуществляется одновременный высев семян и минеральных удобрений, так как на сеялке конструктивно предусмотрены отдельные механизмы для высева семян и удобрений;

2) комбинированный агрегат за один проход позволяет выполнять

- рыхление почвы;
- выравнивание поверхности поля;
- прикатывание почвы.

3) Зерноуборочный комбайн .

- скашивание хлебостоя;
- обмолот хлебной массы;
- очистка вороха;
- копнение половы и соломы;
- выгрузка зерна из бункера в транспортное средство.

Можно было бы привести целый ряд комбинированных машин, но и сказанного достаточно, чтобы сделать заключение о достоинствах машин этого типа. Их достоинства:

1) сокращается количество проходов агрегатов по полю – меньше травмируется гумусовый слой, меньше уплотняется;

2) заметно уменьшается расход топлива;

3) значительно сокращаются затраты времени на выполнение операций,

4) снижается потребность в тракторах;

5) сокращается потребность в механизаторских кадрах.

2. Универсализация машин

Универсализация машин предполагает сокращение типов машин в системе. Универсализация машин - это производство таких машин, которым конструктивно придается целый ряд рабочих органов, которые (по мере необходимости) могут устанавливаться на машину. То есть речь идет о снятии с машины одного рабочего органа и установка на нее другого рабочего органа.

Универсализация машин позволяет более эффективно использовать (загружать) машины данного типа в течение года - практически они могут использоваться круглый год. В то же время универсализация машин позволяет сэкономить значительное количество металла - и в самом деле нет необходимости иметь отдельный двигатель и ходовой аппарат для

каждого рабочего органа, выгоднее иметь ряд отдельных рабочих органов и проводить замену одного другим.

Увеличение мощности двигателей тракторов - данное направление делает возможным комплектование многомашинных, широкозахватных агрегатов, что способствует увеличению их часовой и сменной производительности.

3. Устройство на тракторах и других самоходных машинах раздельно-агрегатной гидросистемы не только с задней, но и боковой и передней навеской рабочих машин. Такое устройство значительно расширяет диапазон использования технических возможностей гидросистемы.

4. Улучшение условий работы механизаторов:

- подрессоривание кабины;
- упрочнение кабины;
- улучшение обзора;
- уменьшение шума и запыленности;
- кондиционирование воздуха в кабине машины;
- автоматическое регулирование температуры в кабине трактора.

5. Снижение массы (металлоемкости) машины - за счет применения высокопрочных сталей, что позволяет изготовление деталей машин меньших размеров, то есть меньшей массы.

6. Важным направлением в развитии системы машин является более удобное расположение точек смазки (масленок), что заметно облегчает выполнение необходимых операций по смазке трущихся поверхностей при техническом обслуживании. Это позволит заметно сократить время на техническом обслуживании и повысить часовую и сменную производительность агрегата.

7. Нельзя не отметить и значение окраски тракторов и сельскохозяйственных машин. При покраске тракторов и с.-х. машин рекомендуется использовать краски мягких, радужных тонов, которые бы не утомляли глаз механизатора, не вызывали бы быструю утомляемость его, не способствовали бы излишним раздражениям (желательны - под цвет слоновой кости, светло зеленый, салатный, светло-коричневый цвета).

Вот те основные направления, по которым развивается и совершенствуется система машин. При этом необходимо отметить, что любая вновь создаваемая машина (трактор или сельскохозяйственная машина) должны пройти производственную проверку. Такая проверка проводится на зональных машинно-испытательных станциях (МИС). При

таких испытаниях выявляются технические возможности новой машины и соответствие ее данным зональным условиям.

МЕХАНИЗАЦИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Концепция системы перспективных машин направлена на разработку и освоение в производстве машин общего назначения, агрегатируемых с тракторами мощностью двигателя до 450 л.с. При этом их доля в структуре тракторного парка должна составить не менее 20 %. Предусматривается комплектование машинно-тракторных агрегатов модульными почвообрабатывающими орудиями типа АПД-9; прицепными машинами для внесения полужидких, жидких (с поверхностным и внутрипочвенным внесением) и твердых органических удобрений нового поколения; 10-корпусными и более плугами, оснащенными сменными корпусами для вспашки мелкозалежных, влажных и сухих тяжелых почв и склоновых земель; высокопроизводительными почвообрабатывающепосевными и посевными агрегатами шириной захвата до 12 м; специализированными тракторными прицепами, оснащенными сменными адаптерами не менее 5 видов с унифицированными шасси грузоподъемностью до 20 тонн. Для обеспечения транспортных работ предусматривается широкое применение шасси автомобилей ОАО «МАЗ» с самосвальными специализированными прицепами и полуприцепами, со специализированными кузовами для перевозки: корнеклубнеплодов без повреждения перевозимых грузов; сельскохозяйственных животных с обеспечением при транспортировке микроклиматом, утилизацией навоза, поением, освещением, устройствами для погрузки и выгрузки; твердых минеральных удобрений от склада их хранения для загрузки ими машин химизации на поле.

Для механизации процессов уборки и послеуборочной доработки зерна предусматриваются комбайны с пропускной способностью до 16 кг/с и более для уборки полей с урожайностью 60 ц/га и более; транспортировщики- перегрузчики зерна; зерноочистительно-сушильные комплексы производительностью до 100 пл. т/ч; механизированные хранилища зерна силосного типа. Для сокращения его потерь при хранении в вентилируемых бункерах предусматривается типоразмерный ряд установок для охлаждения зерна производительностью до 500 т/сут, применение которых позволит сократить потери зерна в процессе хранения на 5-6 %. Для обеспечения потребности в семенах зерновых и зернобобовых культур (порядка 660 тыс. т различных репродукций) планируется строительство специализированных семенных заводов и линий. Для этого предлагается типоразмерный ряд линий подготовки семян производительностью 5 и 10 т/ч.

Для механизации производства травянистых кормов на лугах и пастбищах предусмотрено использование косилок шириной захвата 6 м и более; косилок блочно-модульной компоновки шириной захвата до 9 м, состоящих из

унифицированных косилочных модулей шириной захвата 3,1 м со сменными устройствами для обработки бобовых или злаковых трав. Концепцией предусматриваются новые по конструкции и характеру воздействия на технологический материал ворошилки-вспушиватели шириной захвата до 13 м. Существенное повышение производительности на прессовании и транспортировке прессованной массы, рациональное использование складских помещений и снижение себестоимости кормов обеспечит применение модернизированного пресс-подборщика ПРИ-150М и пресс-подборщика прямоугольных тюков ПТ-800, комплекса машин для упаковки тюков в полимерный рукав, открывающих возможности заготовки высококачественного сенажа по наиболее экономически выгодной технологии.

Для повышения производительности на отвозке тюков и рулонов и сокращения потребности в специализированной технике предусматривается разработка платформы транспортной для тюков и рулонов с манипулятором. Механизацию процессов производства кормов из силосных культур планируется обеспечить высокопроизводительными сеялками точного высева шириной захвата до 18 рядов; культиватором-растениепитателем шириной захвата до 8 м; самоходным кормоуборочным комбайном ОАО «Г омсельмаш» КВК-8070М с мощностью двигателя 600 л.с. и более; прицепом специальным сельскохозяйственным ПС-60; комплексом сменного оборудования к универсальному шасси «Амкодор 352С-2» для распределения силосной массы в траншее, внесения в нее консервантов, выгрузки кормов из траншеи и погрузки их в транспортные средства.

Для механизации производства картофеля предусматривается разработка комбинированных 8-рядных картофелесажалок и модульных картофелепосадочных агрегатов с активными и пассивными рабочими органами производительностью до 25 га/смену для крупнотоварных специализированных хозяйств; культиваторов-гребнеобразователей; ботвоуборочных машин с междурядьями 70-90 см. Концентрация производства картофеля и увеличение площадей его возделывания обусловили необходимость создания и выпуска самоходных картофелеуборочных комбайнов с боковым подкопом производительностью до 12 га/смену. Для завершенности линий по послеуборочной доработке и предреализационной подготовке картофеля предлагается типоразмерный ряд автоматических линий производительностью до 40 т/ч (рисунок 8).

Для механизации процессов производства льна предусматриваются специальные почвообрабатывающе-посевные агрегаты шириной захвата не менее 6 м к тракторам мощностью 250-300 л.с., обеспечивающие посев с внесением стартовой дозы твердых минеральных удобрений и микроэлементов. Применение их способствует повышению урожайности тресты и семян льна на 1,5-1,7 и 0,3-0,5 ц/га соответственно. В целях оптимизации парка машин для уборки льна предусмотрены самоходная двухпоточная теребилка для теребления и расстила льна, самоходный

льноуборочный комбайн, оборачиватель лент льна. Снижение удельной материалоемкости, затрат труда и повышение производительности работ на уборке льна обеспечит применение самоходного двухпоточного оборачивателя лент с системой автоматического наведения его на ленту льна

Механизированная заготовка льнотресты будет вестись рулонными пресс-подборщиками с формированием ленты в рулоне требуемой линейной плотности. Для этих целей предусмотрено создание самоходного пресс-подборщика льна. Для получения длинного и короткого льноволокна на льнозаводах планируется применение линии выработки длинного льноволокна производительностью по тресте 1,5 и 2,0 т/ч и короткого льноволокна производительностью по отходам трепания до 700 кг/ч; сушильной машины для сушки льнотресты производительностью 2 т/ч и сушилки отходов трепания производительностью 1 т/ч, прессов для формирования тюков длинного и короткого льноволокна.

ПЕРСПЕКТИВА В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Благодаря быстрому развитию и внедрению мобильных вычислительных средств, высокоскоростного Интернета и надежных спутников использование **технологий точного земледелия** за последнее десятилетие выросло настолько, что теперь они затрагивают практически все области деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Эксперты полагают, что к настоящему времени ресурс традиционных методов и решений, применяемых в сельском хозяйстве, исчерпан и уже не справляется с современными требованиями к эффективному возделыванию культур.

К 2050 году, чтобы прокормить растущее население планеты, понадобится производить минимум на 70% больше продовольствия. Сделать это экстенсивным путем невозможно: свободные земли, пастбища, водные ресурсы в дефиците. К тому же увеличивается нагрузка на экологию.

Перспективными направлениями решения возникающих задач являются программы **«точного земледелия»**, **«умного фермерства»**, которые действуют в десятках стран.

Внедрение технологий «искусственного интеллекта» в АПК сегодня растет на 22,5% в год. Согласно данным Markets and Markets, в 2025 году объем этого рынка составит 2,6 млрд долларов.

Основным принципом точного земледелия (ТЗ) является оптимизация технологий выращивания и управления производством для каждого конкретного участка поля. Таким образом, ТЗ позволяет не только получить существенную экономию средств, повысить производительность и урожайность, но и эффективно охранять окружающую среду.

В США GPS начали применять в сельском хозяйстве с 2001 года, когда производитель тракторов John Deere добавил датчики на каждую свою новую машину. Система GreenStar от John Deere позволяет эффективно

использовать не только вложенные в оборудование средства, но и сократить рабочее время, увеличить производительность, обеспечить при этом экономию топлива.

Впечатляющие цифры демонстрирует анализ рынка ТЗ, проведенный компанией J'son & Partners Consulting. Если в 2010 году существовало не больше 20 компаний, поставлявших новые технологичные решения для автоматизации управления сельским хозяйством, то в настоящий момент их порядка 2 000.

Образовался отдельный сегмент «Агротех» (AgTech), который несколько лет подряд обгоняет по темпам роста инвестиций FinTech. На долю США, где уровень проникновения новых технологий в сельское хозяйство самый большой (40-50% хозяйств), приходится более 40% мирового рынка. При этом постоянно повышается уровень изучения практиками возможностей ТЗ.

На основе интеграции технологий ТЗ и инноваций достигается оптимизация сельскохозяйственных производственных процессов: обработка почвы, посев, внесение удобрений, защита растений и др. с учетом дифференцированных почвенно-климатических условий, мелкомасштабной неоднородности и вариации различных параметров в пределах отдельного поля.

Развивая ТЗ и его элементы, можно реализовать на более высоком уровне концепцию адаптивно-ландшафтного земледелия и планирования урожайности. Для того чтобы лучше понять, что такое ТЗ, рассмотрим реализуемую при этом систему управления производством.

Главные компоненты системы современного сельского хозяйства и их взаимодействие.

Главные компоненты такой системы — земля, технологии возделывания культур или выращивания животных на ней, машины и службы поддержки. Все они должны быть взаимосвязаны, и вся эта система может контролироваться и управляться с помощью телефона.

Компания Jonh Deere поставляет инновационную систему автоматического вождения для любой техники AutoTrac 200, которая устанавливается на машины предыдущих моделей производства компании, а также на тракторы, комбайны и кормоуборочные комбайны других производителей.

Современные тракторы при использовании системы автовождения поддерживают заданную скорость операции и автоматически разворачиваются в конце гона, отключают необходимые приводы и переводят рабочие органы в транспортное положение. Эта технология в США, как правило, окупается в течение года.

После автовождения следующей самой распространенной является технология дифференцированного внесения удобрений и семян. Рабочее задание — ключевой элемент управляемого процесса.



Структура рабочего задания при внесении удобрений и посеве.

Для каждой операции и поля должно существовать рабочее задание, которое покажет оператору что, где и как делать. В дальнейшем все эти задания используются для расчета людских и материальных ресурсов и планирования работ. После выполнения рабочего задания вся информация автоматически поступит в систему для списания использованных средств, регистрации выполненных работ и начисления зарплаты. Руководитель предприятия в реальном масштабе времени может видеть, где находится техника и каков прогресс в выполнении плана работ.

Оптимизация траектории или маршрута движения МТА в поле является частью этого процесса. Прежде всего это означает, что маршрут в определенном поле для выбранного набора машин будет минимальным, что увеличит производительность. В дальнейшем отработанный маршрут будет использоваться для разработки программ и рабочих заданий для всех операций на конкретном поле.

Для того чтобы внедрить эту технологию, все самоходные машины, тракторы и весь автомобильный транспорт должны быть оборудованы GPS. Самоходные опрыскиватели, например, имеют на штанге до 10 индивидуально управляемых секций, каждая из которых может работать по индивидуальной программе.

Тракторы должны иметь CANBUS/ISOBUS, совместимые бортовые системы с телематикой. Сегодня, как правило, все тракторы в США имеют навигацию и 6 каналов пропорционального управления гидравликой. Они также могут поддерживать постоянную скорость или мощность, использовать различные контроллеры других производителей сельхозоборудования. Все комбайны должны быть оборудованы мониторами урожайности.

Привлекательность **точного земледелия (ТЗ)**, как и других технологических инноваций, на практике определяется экономической эффективностью на уровне сельскохозяйственного предприятия.

При анализе **экономической эффективности** элементов ТЗ сопоставляют затраты на покупку техники и другие производственные издержки с уровнем снижения затрат или прибавкой урожайности по сравнению с традиционными технологиями. Применение ТЗ требует дополнительных затрат, среди которых можно выделить категории:

Сокращение количества вносимых материалов на малопродуктивных участках полей позволяет существенно снизить затраты. Как правило, около 10-20% полей малопродуктивны, так зачем тратить драгоценное время и деньги на участках, которые не дадут желаемых результатов?

Ближайшие перспективы использования ТЗ заключаются **в дифференцированном внесении удобрений и средств защиты растений.** Приведем примеры технологий, прошедших апробацию в производственных условиях.

Примером новой системы обеспечения сбалансированного питания растений выступает разработка **John Deere** совместно с LAND-DATA Eurosoft — a BayWa Company, Vista Geowissenschaftliche и RAUCH.

Система гарантирует более высокую точность, планируя и применяя органические или минеральные удобрения в соответствии со строгими инструкциями, сокращает стоимость, оптимизирует урожай с точки зрения качества и количества, предлагая необходимую документацию.

Инновационная система управления внесением пестицидов (разработчики John Deere, BASF, ISIP, ZEPP, KTBL, JKI и Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen) позволяет учесть широкий диапазон различной информации, чтобы выбрать оптимальный режим обработки и избежать неправильного использования и риска распыления пестицидов в нецелевых областях.

Разработанная системы защиты сельскохозяйственных культур и оборудование для внесения химического препарата помогает пользователям принять конкретное решение для своевременного и точного применения пестицидов.

Важным элементом умного фермерства для работы online и off-line является использование различных **сенсорных датчиков**.

Датчики предназначены для измерения свойств почвы, растений или животных по электрическим, электромагнитным, оптическим, оптоэлектрическим, радиометрическим, механическим, лазерным, акустическим, пневматическим и термическим параметрам. Разные типы и системы сенсорных датчиков, установленные на агрегатах, контролируют преимущественно операции внесения жидких минеральных удобрений и средств защиты растений, а также обеспечивают наблюдение за растениями (обнаружение сорняков, вредителей, болезней растений, повреждение листьев) и оценку урожайности.

Американская компания **Trimble Inc.** разработала **инновационную**

систему GreenSeeker RT200, которая в режиме реального времени определяет, сколько азотных удобрений надо внести на данном участке поля путем измерения индекса вегетации биомассы NDVI (Normalized Difference Vegetative Index) и сравнения полученного значения с заданным алгоритмом. Доза удобрения корректируется мгновенно.

Система N-Sensor от компании YARA (Норвегия) предназначена для оптического замера плотности посевов и концентрации хлорофилла в листьях растений, что в сочетании с системой точного позиционирования позволяет локально вносить необходимое количество фунгицидов и стимуляторов роста.

Система управления дозированием в реальном времени по индексу вегетации Crop Circle от компании Holland Scientific (США) имеет широкий частотный диапазон, что позволяет получать более полную информацию о состоянии посевов.

Система дифференцированного внесения SideKick от **Raven Industries** (США) предназначена для одновременного дифференцированного внесения нескольких типов удобрений или пестицидов по аппликационным картам.

Запатентованная технология WeedSeeker от **Trimble Inc.** использует оптику и компьютерные технологии для определения сорняков. Приобретенная John Deere компания Blue River Technology с помощью машин See&Spray значительно сокращает внесение гербицидов, проводя обработки только сорняков.

Для определения нужного объема удобрений на каждом участке берут пробы, анализируют результаты, составляют карты полей и задачи для техники в поле. При этом задействуется спутниковая навигация и специализированные программы для удаленного управления техникой. Одним из известных производителей почвоотборников для сельского хозяйства является американская компания Amity Technology. Одна из самых популярных и простых моделей — автоматический почвоотборник Amity A2450.

Система комплексных решений FarmSight от John Deere включает беспроводные технологии и передовые решения в области точного земледелия и объединяет оборудование, владельцев, операторов и дилеров. Система услуг FarmSight предоставляет данные о работе техники.

Для оптимизации затрат и увеличения урожайности компания FarmX (США) предлагает платформу для точного земледелия. Система FarmMap контролирует состояние почвы, посевов и окружающей среды с помощью собственного почвенного зонда, передает данные и предоставляет аналитику в реальном времени на основе современных процессов машинного обучения. Веб-приложение с открытым исходным кодом farmOS предоставляет инструменты для управления, планирования и ведения учета в сельском хозяйстве.

База данных предполагает наличие информации о полях: цифровые карты азота, фосфора, калия, гумуса, физико-механического состава почвы.

Необходимо также учитывать инфраструктуру хозяйства, состав машинно-тракторного парка, наличие и стоимость материальных ресурсов (вода, ГСМ, удобрения, семена, пестициды), систему сервисного обслуживания и рынки сбыта продукции. Предложение — создать консорциум для разработки комплексной программы управления производством, тестирования и адаптации новых технологий и устройств, обеспечить обучение персонала. Для внедрения подобной системы в Беларуси следует начать разработать новые курсы обучения, создать материальную базу и организовать подготовку специалистов.

СОВРЕМЕННЫЕ МИРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Дроны наиболее очевидный сценарий применения квадрокоптеров в агропромышленном комплексе – мониторинг состояния полей. Речь идет об отслеживании местоположения сотрудников и рабочей техники, охране от проникновения вредных животных, создании регулярно обновляющихся точных карт пастбищ и прогнозирование объема урожая на той или иной территории. В США дроны используются даже для высадки лесов – летательный аппарат зависает над грядкой в строго указанном месте и “выстреливает” в почву семенами с силой, достаточной для проникновения семян на необходимую глубину.

Все это позволяют сделать уже существующие технологии, следующий шаг: с развитием мощности и дальности полетов БПЛА, а также увеличением емкости их аккумуляторов, появится возможность устанавливать на корпус дрона дополнительное оборудование:

- Более совершенные камеры позволят в автоматическом режиме проводить аэрофотосъемку с анализом содержания азота, влаги, подтопления и заболачивания почв – ранее для этого требовалось прибегать к услугам сторонних компаний, производящих съемку со спутника или малой частной авиации.



- Новые батареи выведут грузоподъемность даже относительно небольших квадрокоптеров на новый уровень, избавив фермеров от необходимости покупки дополнительной техники и найма большого количества сотрудников. Эксперты подсчитали, что использование дронов снижает стоимость посадки на 85%. Немаловажна и экономия времени: за час компактный и быстрый девайс может засеять 10 кв. км полей, человеку на это потребуется целый день. Кроме того, бОльшая емкость аккумуляторов означает и возможность длительного полета на весьма удаленные пастбища для контроля выпаса животных и поиск отбившихся от стада особей.

Естественно, как и любая технология, дроны не лишены недостатков, – прежде всего, это дороговизна, уязвимость перед сложными погодными условиями и невозможность сбора и обработки плодов. Но уже в обозримом будущем коптер для сельского хозяйства станет таким же необходимым помощником как комбайн или мультиватор. В России сегодня дроны задействованы лишь на 2-3% сельскохозяйственных угодий, однако учитывая общее количество предприятий в АПК, цифра получается внушительная.

Роботизированные трактора могут похвастаться большим разнообразием форм и размеров, их классифицируют по функциональности:

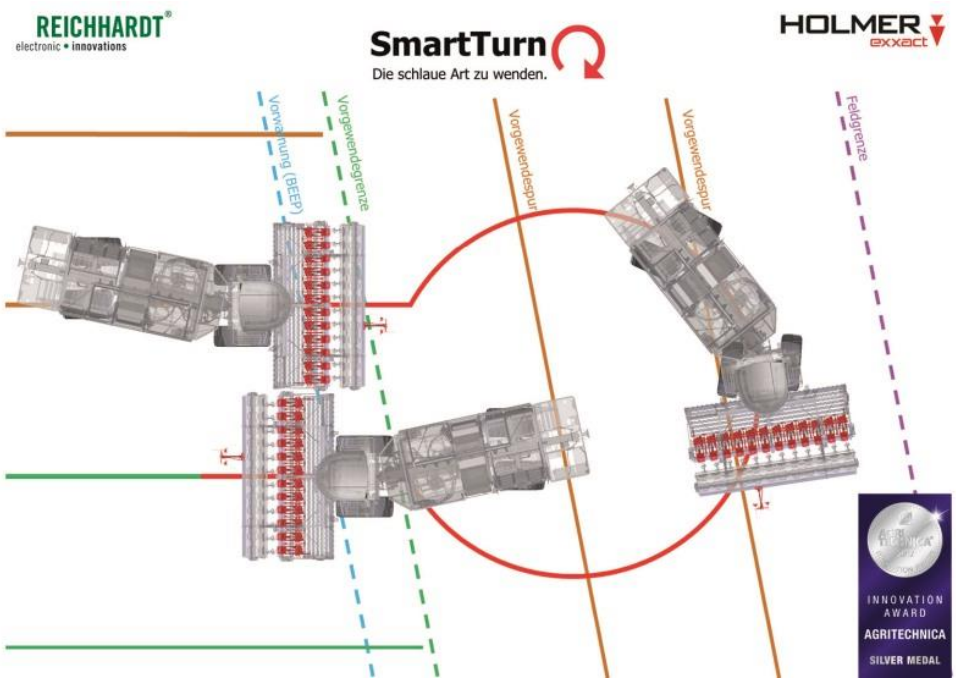
- Безкабинные машины. Они отличаются меньшей стоимостью благодаря отсутствию места для водителя. Управление осуществляется в дистанционном режиме.
- Полностью или частично автономные трактора. В этом случае участие человека и вовсе не требуется, однако более распространены именно полуавтономные трактора – такие беспилотники позволяют доставить трактор на поле традиционным методом, после этого водитель покидает кабину и трактор занимается своими делами самостоятельно. Другой вариант использования частично автономных тракторов – работа в тандеме “человек-робот”: в то время как водитель управляет одним трактором вручную, второй, параллельно двигающийся аппарат, повторяет действия ведущего трактора.



- Комплекты для установки систем автопилотирования. Наверняка вы не раз слышали о стартапах, разрабатывающих установки, позволяющие быстро и недорого превратить обычный автомобиль в беспилотник. Здесь все практически то же самое, созданием подобных решений занимаются уважаемые бренды с многолетним опытом работы на международном рынке.

Программное решение SmartTurn — совместная разработка компаний Reichardt и Holmer

Серебряной медали выставки Agritechnika—2017 удостоилась совместная инновационная разработка компаний Reichardt и Holmer. Это интегрированное программное решение для полной автоматизации поворота свеклоуборочного комбайна на поворотной полосе, включая подъём и опускание копача. Разработка позволяет минимизировать уплотнение почвы и затраты труда. Для этого существующая механическая система управления в рядах и на поворотных полосах фирмы Holmer exxact была объединена с управляемой на базе GNSS системой фирмы Reichardt и впервые установлена на самоходный свеклоуборочный бункерный комбайн.



SmartTurn помогает минимизировать уплотнение почвы и затраты трудаФото: Holmer

Самоходный картофелеуборочный комбайн Ventor 4150 от компании Grimme



Складной механизм позволяет размещать два сепарационных механизма внутри комбайна

Ещё один серебряный медалист выставки Agritechnika—2017 — самоходный четырёхрядный картофелеуборочный комбайн с удвоением производительности лидирующей в мире системы выкопки Ventor 4150. Разработка высокопроизводительных картофелеуборочных комбайнов,

предназначенных для больших производственных объёмов и высокой эффективности работ, ограничивается физическими размерами машин и ограничением транспортной ширины для европейских дорог в 3,5 м. Несмотря на это, компания Grimme сумела разработать и установить в новый самоходный четырёхрядный картофелеуборочный комбайн Ventor 4150 свою очень бережную к клубням и мощную косую элеваторную систему отделения от ботвы и почвы, с сохранением допустимой транспортной ширины. Складной механизм используется для размещения двух сепарационных механизмов внутри машины, когда они не используются, что позволяет соблюсти транспортную ширину.

Внесения удобрений для дифференцированного необходимы специальные разбрасыватели. Но первым шагом на пути к точному земледелию становится оборудование трактора или самоходного опрыскивателя системой параллельного вождения и активация систем автоподруливания. Для этого также необходимо работать с сигналом повышенной точности.

При оффлайн-процессе карта-задание загружается в бортовой компьютер трактора или опрыскивателя, и, когда машина перемещается по полю, компьютер с привязкой к GPS-навигатору (с сигналом повышенной точности) определяет своё местонахождение и соотносит его с данными предписания. И в соответствии с данными карты подаёт сигнал для изменения положения дозирующих шиберных заслонок разбрасывателя.

«Подобные разбрасыватели могут вносить удобрения левой и правой стороной независимо друг от друга и с разной дозировкой нормы и при этом на разную ширину. В случае онлайн-подхода контроллер трактора отслеживает и регулирует их ширину раскрытия (а значит, и норму внесения) в соответствии с цветом азотного датчика».

Такие разбрасыватели присутствуют на российском рынке в полной комплектации и с электронной системой управления. Это, например, распределители Amazone ZA-TS ZG-TS, Z-AM или KUHN AXIS , Kverneland Exacta TL GEOSPREAD и др.

Более того, возможно и переоборудование для дифференцированного внесения механических моделей, с подготовкой и превращением их в электронно-управляемые. Однако, по мнению руководителя отдела технического маркетинга CNH Industrial, лучше, если разбрасыватель уже будет иметь вариопривод, так как иначе вложения в подготовку машины вырастают, а целесообразность падает.

Опрыскиватели

Для дифференцированного внесения используются как самоходные, так и прицепные (при наличии ISOBUS-терминалов) опрыскиватели.

«Равномерных с точки зрения распределения биомассы полей очень мало, и на одной единице площади обработки встречаются участки, где норма внесения СЗР может сильно разниться. Значит, опрыскивателю в соответствии с картой или показаниями онлайн-датчиков придётся увеличивать или снижать норму внесения на ходу». И если в

распределителях удобрений увеличение или уменьшение нормы внесения прямо пропорционально ширине раскрытия заслонки, то в опрыскивателях всё гораздо сложнее, предупреждает специалист.

«Изменение нормы внесения препарата на опрыскивателе осуществляется прежде всего через основную систему продукта (насос и давление в системе). Иными словами, путём повышения или понижения давления в системе».

Но проблема в том, что форсунка с определённым диаметром сопла эффективно работает лишь в ограниченном диапазоне давления, уверяет Илья Царьков. А увеличение давления (иногда существенно, если норма увеличилась) ведёт к изменению размера капли в факеле распыла, так как диаметр сопла постоянен, что прямо влияет на качество обработки. Увеличивается снос препарата, испарение и т. д., перечисляет специалист.

Выходом может служить система автоматического переключения форсунок, при изменении давления в системе. Для работы с дифференцированным внесением на опрыскиватель устанавливают систему автоматического переключения потока между форсунками (установленными по несколько штук в одном корпусе) в зависимости от значения давления.

Например, система AmaSelect позволяет вне диапазона оптимального давления автоматически переключать работу внутри блока на более мелкую или крупную форсунку, а также подключать несколько форсунок одновременно. Это позволяет изменить норму внесения СЗР до 300 % в течение нескольких секунд и без потери качестве.

Есть и другие интересные решения для дифференцированного внесения СЗР, например, флуоресцентные датчики (AmaSpot, WeedSeeker, WeedIT), которые распознают пигмент хлорофилла. Иными словами, реагируют на зелёное. Такие системы позволяют распределять средства защиты растений с максимальной эффективностью при одновременном снижении нормы расхода препаратов. А именно помогают избежать обработки всей поверхности поля гербицидом сплошного действия, а внести его лишь там, где есть сорняки или падалица зерновых.

Принцип работы таких систем сходен: специальные светодиоды сканируют поверхность в красном и инфракрасном диапазоне, отражённый свет фиксируется детектором на сенсоре. Как только сорняк определён, срабатывает распыление гербицида. Причём только тогда, когда растение окажется под распылителем. Залповый впрыск делает возможным эффективную работу системы при сильном ветре.

На участках, где сорняки встречаются периодически, чаще всего при обработке паров, возможно, по словам управляющего товарной группой линейки опрыскивателей компании «Ростсельмаш» экономить до 80 % активного вещества.

Причём делать это можно с точностью до сантиметра и на высоких рабочих скоростях, вплоть до 20 км/ч.

«Такие обработки направлены не только на получение экономического эффекта, но и на улучшение экологической ситуации, поскольку ощутимо снижается нагрузка химических соединений на окружающую среду».



Обзор современной техники для дифференцированного внесения удобрений и СЗР, предлагаемых сегодня иностранными брендами российским аграриям, специально для журнала «Агротехника и технологии» подготовил официальный представитель ассоциации VDMA Agricultural Machinery в России Михаил Мизин.

Технологии точного земледелия обеспечивают адресную работу с отдельными участками поля, что имеет конечной целью оптимизацию затрат и повышение эффективности сельхозбизнеса. Российские аграрии деньги считать умеют, поэтому современные технологии и техника для дифференцированного внесения пользуются растущей популярностью в России, особенно в южных регионах.

Саму технологию дифференцированного внесения уже нельзя назвать новинкой, она хорошо знакома российским аграриям. Но прогресс не стоит на месте, и актуальные тренды находят своё воплощение в современных решениях для дифференцированного внесения. Сегодня усилия производителей техники направлены на совершенствование качества и производительности машин, а также на решение задач, связанных с внедрением в этот процесс «умных» цифровых технологий, повышением количества операций за один проход, управлением форсунками.

В сегменте самоходных опрыскивателей компания AGCO предлагает машину RoGator 1300C, на которой применяется технология дифференцированного внесения удобрений и СЗР. Для жидкостной системы (опрыскивание) она используется при внесении КАС и жидких удобрений. Применительно к минеральным удобрениям и другим сухим веществам она используется на устанавливаемых вместо жидкостной системы центробежных разбрасывателях New Leader или пневматических разбрасывателях AirMax. Эта техника позволяет дифференцированно вносить до 5-ти продуктов одновременно. Опрыскиватель оснащён системой

автоматического вождения и новой системой опрыскивания Liquid Logic, которая обеспечивает производительность 700 л/мин. и позволяет автоматически отключать каждый метр штанги с помощью электроклапанов распылителей. Более того, производитель пошёл по пути создания универсальной машины, добавив возможность трансформации опрыскивателя RoGator 1300C в самоходный разбрасыватель минеральных удобрений, что обеспечивает дополнительный функционал этой машине.

В области технологий «умного опрыскивания» компания John Deere разработала систему ExactApply с пофорсуночным отключением. Она гарантирует, что на поле не останется необработанных участков, но также не будет и участков, обработанных повторно, — если часть штанги при манёвре попадает на уже обработанный участок, опрыскиватель John Deere распознаёт это, и ExactApply отключает те форсунки, которые находятся над уже обработанной полосой поля. Переключение впрыска на разные типы форсунок в зависимости от скорости позволяет опрыскивателю с ExactApply равномерно опрыскивать культуру в диапазоне скоростей от 8 до 29 км/час.

Вариант ExactApply с пульсацией форсунок до 30 герц в секунду позволяет плавно регулировать норму внесения, что даёт возможность компенсации разворота: обычно при развороте машины норма внесения на внутреннем и на внешнем радиусе различается в 2-3 раза, а с использованием ExactApply норма будет соблюдаться по всей ширине штанги, гарантируя равномерное качество опрыскивания, без перелива и недолива. Таким образом одновременно предотвращаются две проблемы: фитотоксикоз и наличие необработанных участков.

Не секрет, что дифференцированно вносить жидкие удобрения — задача не из лёгких, потому что форсунка имеет свои ограничения. Фирма Lechler, которая вот уже 140 лет специализируется на выпуске форсунок, решает эту проблему разными способами. В начале 2000 года появился аппликатор VarioSelect, который обеспечивает автоматическое переключение и оптимальную регулировку объёмного расхода за счёт комбинации распылителей разного типоразмера. А в 2017 году был выпущен электрический отсечной клапан ESV, который сейчас работает в простом режиме включить/отключить, но инженеры фирмы работают над тем, чтобы клапан мог регулировать норму вылива. Также в настоящее время Lechler готовит к выпуску новое поколение распылителей для внесения жидких удобрений с дифференцированной нормой внесения. Эти распылители будут сочетать всё лучшее от предыдущего распылителя FD, но также будут перекрывать несколько типоразмеров по норме вылива за счёт эластичного жиклера.

В области цифровых решений, используемых для дифференцированного внесения, компания Kuhn разработала приложение EasyMaps, позволяющее модулировать карты внесения удобрений. Приложение определяет необходимую норму внесения удобрений на каждом конкретном участке и процентную долю изменения. Таким образом, пользователь получает

возможность устранять диспропорции и контролировать изменения в границах участка.

В сегменте **дифференцированного внесения минеральных удобрений** производитель Case IH предлагает аграриям уникальную технологию основной обработки почвы — одновременное глубокое рыхление с заделкой растительных остатков и разрушением плужной подошвы и внесение в почву сразу нескольких типов удобрений, например, хлористого калия и аммофоса, на заданную глубину. Этот комплекс сельскохозяйственных работ осуществляется с помощью дисколапового глубокорыхлителя Ecolo-Tiger 875 с бункером Flexi-Coil 3560. Дифференцированное внесение минеральных удобрений может осуществляться по составленной карте поля благодаря технологии точного земледелия Case IH AFS. Такое решение значительно сокращает затраты по логистике, позволяя вносить в почву сразу несколько типов удобрений. При этом за один проход он не только разрушает плужную подошву, но и перемешивает верхние слои с пожнивными остатками, экономя драгоценное время. Икс-образные дисковые батареи и группа мощных лап рыхления обеспечивают универсальность этому орудию. Многие производители сахарной свеклы, кукурузы, подсолнечника, сорго и ярового ячменя ввели его в технологические карты как неотъемлемый элемент осенней обработки полей, отметив значительное повышение урожайности данных культур.



Недостатки в работе внимание на довольно распространённую трудность, с которой сталкиваются при работе в оффлайн-подходе, — системный конфликт между телекоммуникационными устройствами различных производителей, которые используются при подготовке карт-предписаний для техники.

«У разных производителей для своих мониторов используются различные расширения файлов и программное обеспечение, — поясняет специалист. — Например, у Kverneland это карты с расширением XML, у других производителей — другие».

По сути, в этом нет ничего страшного: для решения проблемы нужно иметь конвертер или работать с файлами открытых форматов, которые можно скачивать в открытом доступе для техники любого производителя. Однако перед тем как приобретать технику, необходимо выяснить, в каких форматах работает это оборудование и какие расширения читает, во избежание лишних простоев.

И если в хозяйстве намерены работать с новейшими программами и обновлениями, то желательно приобретать мониторы и контроллеры последнего поколения, так как программы становятся всё более энергоёмкими, и объёмными, что приводит к «зависанию» мониторов во время работы.

Но, прежде чем работать с разбрасывателями, необходимо уделить внимание отладке механизмов калибровки раздаточного дозирующего механизма бункера, точности дозирования и равномерности распределения удобрении. «К сожалению, опыт продаж большинства компаний показывает, что на сотни проданных единиц техники приходится одна-две продажи мобильных стендов, призванных проверять норму распределения на всю ширину захвата», — поясняет он.

В соответствии с настройками, калибровку необходимо проводить каждую весну перед началом работ, так как одно и то же удобрение обладает разными баллистическими, физическими свойствами при распределении. Однако этими настройками в большинстве случаев пренебрегают, и как результат — неравномерное поперечное распределение удобрений, полеглость и недокорм растений азотом.

Калибровку необходимо проводить каждую весну перед началом работ, так как одно и то же удобрение обладает разными баллистическими, физическими свойствами при распределении.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Насколько белорусские аграрии знакомы с **системами точного земледелия** и какие факторы являются препятствующими к внедрению таких технологий? Ответ на этот вопрос дало масштабное исследование компании «Клеффманн Групп» по всей Беларуси.

Из опрошенных 1756 человек только 43% имели опыт использования комплексных решений точного земледелия. Для тех аграриев, кто дал отрицательный ответ, задавался дополнительный вопрос об основных лимитирующих факторах, которые встают на пути внедрения новейших технологий в хозяйстве.

Как выяснилось, наиболее важная и актуальная проблема отечественных аграриев при внедрении в хозяйство технологий точного земледелия — это финансовый аспект. Большинство белорусских фермеров готовы внедрять новейшие технологии на своих полях, однако нехватка средств и страх брать на себя финансовые риски являются главным препятствием на пути инноваций. С другой стороны, приемлемая цена, наряду с высоким уровнем поддержки со стороны поставщика, понятными и доступными правилами эксплуатации, может сыграть определяющую роль в решении приобрести ту или иную технологию.

Несмотря на наличие многих доступных технологий ТЗ, в США одной из основных проблем более широкого и полного внедрения точного земледелия является **недостаток квалифицированных кадров.** В связи с этим во многих университетах США уже введена специальность «Управление сельскохозяйственными системами».

На Среднем Западе США точное земледелие ассоциируется со стремлением максимизировать прибыль, внося удобрения только там, где они действительно необходимы. Как следствие, американские аграрии применяют технологии переменного или дифференцированного внесения удобрений на тех участках поля, которые идентифицированы с помощью GPS-приёмников и где доза удобрений установлена агротехнологом при помощи карт химобследования и планируемой урожайности.

В США также существуют скептики использования принципов ТЗ, которые приводят в свое оправдание свои аргументы. Например, на урожайность влияют не только качество почвы, но также солнечная инсоляция, влага, температура воздуха, живые организмы (сорняки, черви, насекомые, грибы, грызуны, птицы и пр.). Эти многочисленные взаимосвязанные факторы могут в пределах поля существенно варьироваться трудноисследуемым и практически непредсказуемым образом.

Поскольку при «точном земледелии» всякое поле рассматривается как уникальное, то проверить эффективность «точного земледелия» неприменением его на соседнем поле не представляется возможным. Также сложно сравнить урожаи разных лет на одном и том же поле, потому что различие по годам непостоянных и неуправляемых факторов делает

сопоставление некорректным. Вычислять какие-то корреляции можно только в теории.

Дополнительная сложность состоит в том, что многолетнее накопление статистических данных не имеет смысла, поскольку рассматриваемый фактор за много лет изменяется: оказывается несколько другим ещё до того, как его успевают более детально изучить. Поле с годами становится несколько другим хотя бы вследствие эрозии почвы. С годами меняются сорта растений, номенклатура удобрений, климатические условия и применяемая техника.

В лабораторных условиях эффективность ТЗ доказывается легко, потому что можно полностью управлять ситуацией на сравниваемых квадратных метрах. Но «экстраполяция» лабораторных результатов на реальное поле зачастую некорректна из-за появления факторов, которые невозможно контролировать достаточно дифференцированно и даже полностью учитывать. Ошибки и сбои в системе ТЗ практически не выявляемы и посредством урожаев недоказуемы.

Для повышения урожайности зачастую достаточно усреднённого внимательного подхода к полю и выполнения требований технологии.

Технологии точного земледелия получают все большее распространение в США и других странах мира. Они основаны на современных способах получения и использования объективной информации о состоянии поля, растений и способствуют реализации программируемой урожайности сельскохозяйственных культур.

В Беларуси и других странах с достаточно высоким уровнем сельскохозяйственных технологий вполне реализуемы устройства для курсоуказания и автовождения машинно-тракторных агрегатов, системы определения и внесения оптимальных доз минеральных удобрений и средств защиты растений.

В конкретных условиях следует учитывать экономическую эффективность элементов технологии точного земледелия и достигаемой рентабельности.

1.3. Тематика реферативных работ

1. Общее устройство плугов.
2. Характерные неисправности и регулировки плугов.
3. Общее устройство лущильщиков.
4. Неисправности и регулировки лущильщиков.
5. Устройство и регулировки культиваторов.
6. Устройство и регулировки борон и катков.
7. Общее устройство косилок и граблей.
8. Неисправности и регулировки косилок и граблей.
9. Общее устройство подборщиков сена.
10. Характерные неисправности подборщиков сена.
11. Основные регулировки подборщиков сена.
12. Устройство и техническое обслуживание подборщиков-копнителей ПК-1,6
13. Устройство и техническое обслуживание пресс-подборщиков.
14. Общее устройство силосоуборочных машин.
15. Неисправности и регулировки силосоуборочных машин.
16. Устройство и техническое обслуживание косилок-измельчителей.
17. Общее устройство разбрасывателей удобрений.
18. Неисправности и регулировки разбрасывателей удобрений.
19. Устройство и техническое обслуживание 1-РМГ-4А.
20. Устройство и техническое обслуживание РОУ-6.
21. Общее устройство зерновой сеялки СЗ-3,6А.
22. Основные регулировки высевающего аппарата сеялки
23. СЗ – 3,6А.
24. Основные регулировки сошниковой группы СЗ-3,6А.
25. Регулировка сеялки на норму высева.

1.4 Литература

Основная

1. Иванчиков, Г. О. К вопросу выбора пневматической системы для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений / Г. О. Иванчиков, В. С. Астахов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 262–267.

2. Добышев, А. С. Усовершенствованная пневматическая система группового дозирования для сеялок и комбинированных агрегатов / А. С. Добышев, В. С. Астахов // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2007. – № 1. – С. 129–132.

3. Астахов, В. С. Неосвоенные резервы посевных машин / В. С. Астахов // Белорус. сел. хоз-во. – 2013. – № 10. – С. 118–120.

4. Астахов, В. С. Результаты испытаний пневматической централизованной высевающей системы при внесении минеральных удобрений / В. С. Астахов // Изв. Акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 1997. – № 1. – С. 67–72.

5. Астахов, В. С. Концептуальные проблемы механизации дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, О. В. Гордеенко, Г. О. Иванчиков // БЕЛАГРО-2023 : материалы респ. науч.-практ. конф., Минск, 6–11 июня 2023 г. – Минск, 2023. – С. 169–172.

6. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2000 годы : с изм. и доп. от 3 апр. 2017 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 2017. – 5/43542.

7. Степук, Л. Я. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений : монография / Л. Я. Степук, Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки: БГСХА, 2010. – 260 с.

8. Дудко, Н. И. Ресурсосберегающие технологии и машины для внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур / Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки : БГСХА, 2011. – 296 с.

9. Степук, Л. Я. Машины для применения средств химизации в земледелии : учеб. пособие / Л. Я. Степук, В. Н. Дашков, В. Р. Петровец. – Минск: Дикта, 2006. – 441 с.

10. Степук, Л. Я. Машины для современных и перспективных технологий / Л. Я. Степук. – Горки, 2007. – 178 с.

11. Петровец, В. Р. Подготовка к работе пахотных агрегатов и работа на них / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц. – Горки : БГСХА, 2002. – 36 с.

12. Петровец, В. Р. Подготовка к работе комбинированных агрегатов и работа на них / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц. – Горки, 2002. – 12 с.

13. Петровец, В. Р. Управление сельскохозяйственной техникой : учеб. пособие / В. Р. Петровец, В. А. Гайдуков, Н. В. Чайчиц. – М. : Изд-во деловой и учеб. лит., 2004. – 319 с.

14. Клочков, А. В. Устройство сельскохозяйственных машин : учеб. пособие / А. В. Клочков, П. М. Новицкий. – Минск : РИПО, 2016. – 431 с.

15. Астахов, В. С. Анализ формирования растянутости ленты льна-долгунца при уборке комбайновой технологией / В. С. Астахов, С. В. Курзенков, О. В. Гордеенко // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 2. – С. 181–186.

16. Агрохимия : учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.] ; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 703 с.

17. Петровец, В. Р. Сравнительный анализ посева льна отечественными и зарубежными сеялками и агрегатами / В. Р. Петровец, В. С. Астахов, В. В. Амеличев // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения : сб. науч. раб. / Брянск. гос. аграр. ун-т. – Брянск, 2022. – С. 254–260.

18. Астахов, В. С. Экологические аспекты химизации почвы / В. С. Астахов, В. В. Гусаров, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 34–39.

19. Степук, Л. Я. Повышение эффективности применения минеральных удобрений через внесение их смесей / Л. Я. Степук, Д. А. Крот // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 5. – С. 16–21.

20. Степук, Л. Я. Механизация процессов химизации и экология / Л. Я. Степук, И. С. Нагорский, В. П. Дмитрачков. – Минск : Ураджай, 1993. – 272 с.

21. Лях, С. И. Повышение качества внесения минеральных удобрений совершенствованием процесса их дозирования : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С. И. Лях. – Минск, 2003. – 164 с.

22. Свойства, получение и применение минеральных удобрений : учеб. пособие / Б. А. Дмитревский [и др.]. – СПб. : Проспект Науки, 2013. – 328 с.

23. Степук, Л. Я. Построение машин химизации земледелия / Л. Я. Степук,
А. А. Жешко ; НАН Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 443 с.

24. Дудко, Н. И. Ресурсосберегающие технологии и машины для внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур / Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки : БГСХА, 2011. – 296 с.

25. Степук, Л. Я. Теория и расчет штанговых рабочих органов с замкнутым спиральным транспортером для внесения химических мелиорантов / Л. Я. Степук, И. В. Румянцев, А. И. Юркевич. – Минск : Белсельхозмеханизация, 1993. – 99 с.

26. Степук, Л. Я. Повышение качества приготовления и эффективности применения полидисперсных сельскохозяйственных материалов путём совершенствования процессов дозирования и разработки новых дозирующих устройств : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Л. Я. Степук. – Минск, 1991. – 401 с.

27. Применение агромелиорантов при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – 18 с.

28. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак [и др.]. – Минск : БГТУ, 2018. – 30 с.

29. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина [и др.]. – Минск : БГТУ, 2012. – 16 с.

30. Смеянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смеянович, В. Босак. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.

31. Петровец, В. Р. Производственные технологии и техническое обеспечение процессов в сельскохозяйственном производстве / В. Р. Петровец. – Горки : БГСХА, 2022. – 240 с.

32. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2016. – 383 с.

33. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск : БГТУ, 2012. – 137 с.

34. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2017. – 315 с.

35. Астахов, В. С. К вопросу обоснования параметров катушечно-желобчатого высевающего аппарата для высева гранулированных минеральных удобрений в пневматической системе группового дозирования / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения : сб. науч. работ / Брянск. гос. аграр. ун-т. – Брянск, 2022. – С. 49–53.

36. Герсеванов, Н. М. Теоретические основы механики грунтов и их практические применения / Н. М. Герсеванов, Д. Е. Польшин. – М.: Стройиздат, 1948. – 248 с.

37. Сысолин, П. В. Машины и аппараты для внесения минеральных удобрений : рук. по курс. и дипл. проектированию / П. В. Сысолин ; Кировоград. ин-т с.-х. машиностроения. – Кировоград, 1968. – 79 с.

38. Степук, Л. Я. Механизация получения и применение многокомпонентных сельскохозяйственных материалов / Л. Я. Степук. – Минск : Ураджай, 1990. – С. 236–237.

39. Павловский, И. В. Теоретическое обоснование туковысевающего тарельчатого аппарата / И. В. Павловский // Тракторы и с.-х. машины. – 1958. – № 12. – С. 22–24.

40. Крючин, Н. П. Посевные машины. Особенности конструкций и тенденции развития : учеб. пособие / Н. П. Крючин. – Самара, 2003. – 116 с.

41. Астахов, В. С. Обзор дозирующих устройств для высева гранулированных минеральных удобрений пневматической системой группового дозирования / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 252–256.

42. Астахов, В. С. Обзор существующих способов отбора почвенных образцов при дифференцированном внесении удобрений / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства :сб. науч. тр. – Горки : БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 256–262.

43. Степук, Л. Я. Плюсы и минусы центробежных разбрасывателей / Л. Я. Степук, В. В. Барабанов // Наше сел. хоз-во. – 2009. – № 2. – С. 32–36.

44. Технико-экономические аспекты дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия / Л. Я. Степук [и др.] // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 3. – С. 110–116.

45. Астахов, В. С. Возможный качественный прорыв при дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений / В. С. Астахов // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 1. – С. 158–161.

46. Астахов, В. С. К вопросу значимости минеральных удобрений в управлении продукционным процессом и повышение их эффективности при использовании различных машин и способов внесения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 2. – С. 192–194.

47. Астахов, В. С. Точное земледелие как элемент ресурсосбережения и экологической безопасности / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Молодежь и инновации – 2022 : материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 25–27 мая 2022 г. – Горки, 2022. – С. 87–91.

48. Астахов, В. С. Проблемы применения систем точного земледелия при дифференцированном внесении твердых минеральных удобрений и пути их решения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 1. – С. 133–136.

49. Босак, В. Оптимизация питания растений / В. Босак. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.

50. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.

51. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2021. – 161 с.

52. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.

53. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2006. – 120 с.

54. Научно-технические основы построения машин химизации земледелия / Л. Я. Степук [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – 410 с.

55. Вигдорчик Е.М. Математическое моделирование непрерывных процессов растворения / Е.М. Вигдорчик, А.Б. Шейнин. – Л.: Химия, 1971. – 248 с.

56. Гаврилов В.С. Производство азотных удобрений / В.С. Гаврилов // Результаты агрохимических испытаний МФУ: сб. статей. – Ташкент: УзИНТИ, 1965. – С. 189-194.

57. Горловский Д.М. Технология карбамида / Д.М. Горловский, Л.Н. Альтшулер, В.И. Кучерявый. – Л.: Химия,1981. – 320 с.

58. Сендряков О.В., Кубарева Л.С. Качество и способы внесения удобрений - важные факторы повышения их эффективности. / В кн.: Основные условия эффективного применения удобрений. – М.: Колос, 1983. – С. 9–12.

59. Пронин А.Ф. Заделка минеральных удобрений почвообрабатывающими машинами. / Известия ТСХА. № 6. – Т.: ТСХА, 1964. – С 30–35.

Дополнительная

1. Механизация растениеводства / В. Н. Солнцев, А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский [и др.]. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 400 с.

2. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов. – Минск: Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2005.

3. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия: учебник для высших учебных заведений (для подготовки магистрантов по направлениям «Агрономия» и «Агроинженерия») / В. И. Балабанов, В. Ф. Федоренко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех»,

2016. – 240 с.: ил.

4. Рунов, Б. А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. – 2-е изд., исправ. и дополн. / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова. – СПб.: АФИ, 2012. – 120 с.

5. Труфляк, Е. В. Интеллектуальные технические средства в сельском хозяйстве / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 42 с.

6. Труфляк, Е. В. Основные элементы системы точного земледелия / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 39 с.

7. Труфляк, Е. В. Сенсорика / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 33 с.

8. Электронные системы и устройства сельскохозяйственных машин: учебное пособие / А. В. Клочков [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 140 с.

9. Астахов, В. С. Концептуальные проблемы механизации дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений и пути их решения: рекомендации / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков. – Горки: БГСХА, 2023. – 45 с.

Электронные библиотеки (сайты):

1. Научная электронная библиотека - http://elibrary.ru/defaultx.asp
2. Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - http://elibrary.rsl.ru/
3. Мировая цифровая библиотека - http://www.wdl.org/ru/

Публичная Электронная Библиотека (области знания: сельское хозяйство) - http://publ.lib.ru/ARCHIVES/_CLASSES/LES/_Les.html

2. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

2.1. Вопросы промежуточной аттестации

1. Назовите способы регулировок глубины обработки почвы почвообрабатывающими машинами.
2. Назовите средства регулировок глубины обработки почвы и посевных машин.
3. Назовите средства регулировок глубины заделки семян посевных машин.
4. Как регулируется равномерность хода рабочих органов по глубине почвообрабатывающих и посевных машин?
5. Перечислите операции, которые необходимо выполнить при установке сеялок на заданную норму высева семян и минеральных удобрений.
6. Как устанавливается норма высева внесения минеральных и органических удобрений машинами 1РМГ-4А; МВУ-8Б; ПРТ-10; ПРТ-16; туковысевающими аппаратами АТД-2; АТП-2 и картофелесажалками КСМ-6; СН-4Б?
7. Как устанавливается норма внесения органических удобрений машинами РОУ-6?
8. Как устанавливается норма внесения жидких органических удобрений машинами РЖТ-8; МЖТ-10; МЖТ-16; МЖА-Ф-7; АВМ-Ф-2,8?
9. Как устанавливается норма внесения пылевидных удобрений в машине РУП-14?
10. Назовите средства для регулировки равномерности внесения минеральных удобрений машинами 1РМГ-4; МВУ-8; МХА-7; СТТ-10.
11. Как регулируется равномерность разбрасывания органических удобрений машиной РУМ-15Б?
12. Как регулируется равномерность распределения жидких минеральных удобрений и пестицидов в машинах ОП-2000-2-01; ОПШ-15-01; ПОМ- 630; ОМ-630-2; ПЖУ-2,5?
13. Как регулируется ширина захвата опрыскивателей ПШ-21,6; ОП-2000-01; ОПШ-15-01; ПОМ-630; ОМ-630-2; ПЖУ-2,5?
14. Как регулируется ширина захвата разбрасывателей жидких органических удобрений РЖТ-8; МЖТ-16; МЖТ-19; МЖА-Ф-7?
15. Как регулируется высота среза растений в сенокосилках, кормоуборочных машинах и жатках?
16. Как регулируется высота среза ботвы в БМ-6А; КСН-6?
17. Как регулируется плотность рулона в пресс-подборщиках ПР-200?
18. Как регулируется качество обмолота зерна в зерноуборочных комбайнах?
19. Как регулируется качество очистки вороха в зерноуборочных комбайнах?
20. Как регулируется качество разделения зерновой смеси в зерноочистительных машинах ОВП-20А; ЗВС-25?
21. С помощью чего регулируется отделение легких примесей в зерноочистительных машинах МПО-50; МПО-50С; ОВП-20А; ЗВС-25; СМ-4; МС-4,5, зерноочистительных комбайнах?
22. На что влияет изменение положения щеток в зерноочистительных машинах?
23. Для чего в зерноочистительных машинах ОВП-20; СМ-4; МС-4,5 изменяют положение кромки приемного лотка зерна?
24. С помощью чего меняется температура теплоносителя в зерносушилках СЗСБ-8А; СЗШ-16А?

25. С помощью чего регулируется равномерность полива установкой КИ- 50 «Радуга»?
26. С помощью чего можно проверить техническое состояние зубовых борон?
27. Назовите приспособление для проверки технического состояния дисковых борон.
28. Какие приспособления разработаны для проверки технического состояния культиваторов?
29. Какие приспособления используются для проверки посевных и посадочных машин? Назовите назначение этих приспособлений.
30. Что используется для проверки установки щелевых распыливателей на машинах для внесения пестицидов?
31. Расскажите о принципе действия приспособления для регулировки предохранительных муфт в сельскохозяйственных машинах.
32. Назовите принцип действия устройства для контроля натяжения ремней и цепей привода рабочих органов в сельскохозяйственных машинах.
33. Какие виды регулировок и каких машин можно выполнить, используя справочную линейку машиниста свеклоуборочных машин?

2.2. Критерии оценки результатов учебной деятельности

Учебная деятельность оценивается по десятибалльной шкале с использованием следующих критериев:

0 баллов – нет ответов на поставленные вопросы варианта или даны ответы на непоставленные вопросы;

1 балл – попытка дать ответ, из которой следует, что отвечающий знает, на вопросы какой дисциплины он отвечает;

2 балла – неполные и неточные ответы без пояснений и с существенными ошибками;

3 балла – неполные и неточные ответы без пояснений и с ошибками в пояснениях;

4 балла – несистематизированные, неполные ответы по всем вопросам варианта, пояснения отсутствуют или даны с ошибками;

5 баллов – несистематизированные, неполные или содержащие ошибки ответы на все вопросы, пояснения неполные;

6 баллов – систематизированные, но неполные ответы на все вопросы, изложение ответов неглубокое, имеются незначительные ошибки;

7 баллов – систематизированные, принципиально правильные, но недостаточно полные ответы на все вопросы, пояснения ответов правильные но неглубокие, имеются незначительные ошибки;

8 баллов – систематизированные правильные и полные ответы на все вопросы, могут присутствовать несущественные неточности, даются правильные, но недостаточно полные и точные пояснения;

9 баллов – систематизированные, глубокие, правильные и полные ответы по всем вопросам, логически верное изложение ответов, даются исчерпывающие пояснения;

10 баллов – систематизированные, глубокие и полные ответы по всем вопросам, логически верное изложение ответов, даются исчерпывающие пояснения, приводятся сведения сверх программного материала или делаются оригинальные обобщения.

3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

3.1. Учебная программа

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор академии
_____ А. В. Колмыков
«28» июня 2023 г.

Регистрационный № УД- М-248-23уд/уч.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции

Учебная программа составлена в соответствии с примерным учебным планом по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции, регистрационный № 7-06-08-001/пр. от 13.04.2023 г., и учебными планами по специальности МД-0812-01-6-23у от 27.04.2023 г., МЗ-0812-01-6-23у от 27.04.2023 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

В. С. АСТАХОВ, профессор кафедры механизации растениеводства и практического обучения учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», доктор технических наук;

О. В. ГОРДЕЕНКО, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В. П. ЧЕБОТАРЁВ, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор технических наук, профессор;

А. Е. МАРКЕВИЧ, главный инженер ООО «Ремком», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

кафедрой механизации растениеводства и практического обучения учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9 от 25.05.2023 г.);

методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 10 от 26.06.2023 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 10 от 28 июня 2023 г.).

Ответственный за редакцию: В. С. Астахов.
Ответственный за выпуск: В. С. Астахов.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве» является одной из базовых составляющих для формирования у магистранта по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции компетентности в решении профессиональных задач по оценке технического уровня средств механизации и формирования системы машин; организации производства сельскохозяйственной продукции на основе перспективных ресурсосберегающих машинных технологий; совершенствовании конструкций машин и их рабочих органов, поиске методов повышения эксплуатационных показателей технических средств.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование у магистранта системы знаний, умений и профессиональных компетенций в области механизации, электрификации и автоматизации технологических процессов в сельскохозяйственном производстве с законченными циклами производства и особенностям эксплуатации системы машин.

Задачи учебной дисциплины – сформировать устойчивые знания по всем технологическим процессам и техническим средствам в сельском хозяйстве; уяснить особенности применения машин и приспособлений в различных почвенно-климатических условиях; научить составлять рациональные технологические комплексы машин в зависимости от почвенно-климатических условий и видов технологических процессов с законченными циклами производства; научить производить технико-экономические расчеты, обосновывающие эффективность внедрения технологических комплексов машин; научить применять полученные знания для практической и научной деятельности; привить умения решения научно-исследовательских и инженерных задач, возникающих в процессе деятельности.

Содержание учебной дисциплины опирается на компетенции, приобретенные ранее при изучении учебных дисциплин общего высшего образования «Тракторы и автомобили», «Машины и оборудование в растениеводстве» и др. В свою очередь знания, приобретенные при изучении учебной дисциплины «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве», будут востребованы при изучении таких учебных дисциплин, как «Проектирование перспективных механизированных процессов в животноводстве», «Статистические методы анализа и планирования эксперимента», «Инновационные направления развития сельскохозяйственной техники», «Оптимизация параметров и режимов работы сельскохозяйственных машин в растениеводстве», «Технические системы точного земледелия».

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен закрепить и развить следующие компетенции:

универсальную компетенцию (УК-5): быть способным к прогнозированию условий реализации профессиональной деятельности и решению профессиональных задач в условиях неопределенности;

углубленную профессиональную компетенцию (УПК-1): использовать современные достижения науки и техники, инновационные процессы в агропромышленном комплексе при проектировании и реализации механизированных процессов в растениеводстве.

Указанные компетенции формируются с помощью использования современных педагогических и информационных технологий, способствующих самостоятельному поиску магистрантами необходимых знаний.

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен:

знать:

- технологические основы производства продукции растениеводства по перспективным технологиям, основы рационального комплектования и использования перспективных машинно-тракторных агрегатов; передовые технологии и методы организации механизированных сельскохозяйственных работ и меры по сокращению трудовых и энергозатрат на единицу выполненной работы и полученной продукции;

уметь:

- выполнять расчеты по рациональному комплектованию и обоснованию оптимальных режимов работы перспективных машинно-тракторных агрегатов и контролировать качественные показатели технологического процесса; внедрять в производство прогрессивные ресурсосберегающие технологии производства продукции растениеводства; решать актуальные задачи комплексной механизации сельскохозяйственного производства с разработкой производственно-технологических линий и комплексов машин в растениеводстве; анализировать работу отдельных агрегатов и в целом машинно-тракторного парка предприятия, итоги производственной деятельности инженерных подразделений и совершенствовать их работу; вести техническую документацию;
- устанавливать и эксплуатировать современные системы точного земледелия на различных сельскохозяйственных операциях;

владеть:

- навыками рационального использования и технической эксплуатации машин и оборудования в различных почвенно-климатических условиях работы при производстве продукции растениеводства;
- навыками использования современных информационных технологий для сбора, обработки и распространения инноваций сельскохозяйственной техники.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине магистрант должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны

На изучение учебной дисциплины «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства

сельскохозяйственной продукции для дневной формы получения углубленного высшего образования всего отводится 198 часов, в том числе 68 часов аудиторных, из них лекции – 18 часов, практические занятия – 50 часов. На самостоятельную работу отводится 130 часов. Учебная дисциплина изучается на 1-м курсе в 1-м семестре. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

На изучение учебной дисциплины «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции для заочной формы получения углубленного высшего образования всего отводится 198 часов, в том числе 16 часов аудиторных, из них лекции – 4 часа, практические занятия – 12 часов. На самостоятельную работу отводится 182 часа. Учебная дисциплина изучается на 1-м курсе. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Свойства сельскохозяйственных материалов и сред.

1.1. Условия работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов. Агроклиматические факторы производства сельскохозяйственной продукции и методы их определения.

1.2. Почва как основное средство производства продукции растениеводства. Типы почв, механический и агрегатный состав почв. Водный, воздушный и температурный режимы почвы. Гидравлические свойства почв. Технологические свойства почвы и технологических материалов.

Раздел 2. Энергетические средства механизации сельскохозяйственного производства.

Классификация и типаж сельскохозяйственных тракторов. Концепция развития тракторного парка Беларуси. Сравнительная оценка тракторов, автомобилей и самоходных сельскохозяйственных машин с разными движителями и их влияние на эксплуатационные показатели. Тяговые испытания сельскохозяйственных тракторов и автомобилей. Обработка результатов тяговых испытаний. Пути снижения затрат энергии тракторными движителями. Анализ, синтез и оптимизация параметров машинных агрегатов, комплексов и поточных линий. Кинематика агрегатов и методика определения оптимальных соотношений между скоростями и массами машинных агрегатов. Методика построения математических моделей, создания и функционирования МТА как динамических или статических систем. Требования безопасности к тракторам.

Раздел 3. Технологии и средства механизированной обработки почвы.

Технологии и процессы обработки почвы для возделывания сельскохозяйственных культур в различных агроклиматических зонах. Классификация почвообрабатывающих машин и орудий. Особенности рабочих органов для работы на повышенных скоростях. Активные рабочие органы. Совмещение операций обработки почвы. Кинематика и динамика почвообрабатывающих агрегатов, энергетические и эксплуатационно-технические показатели работы почвообрабатывающих МТА. Совокупные затраты энергии на обработку почвы. Операционные технологии машинной обработки почвы.

Раздел 4. Технологии и средства механизированного внесения удобрений.

Агротехнические требования к выполнению технологических процессов. Способы внесения удобрений (поверхностное, внутрипочвенное, локальное, ленточное и др.), требования к качеству выполнения технологических процессов применения удобрений. Методы оценки равномерности распределения удобрений. Технология и технические средства дифференцированного внесения удобрений с применением системы позиционирования. Техника безопасности и индивидуальные средства

защиты при работе с удобрениями и защита окружающей среды. Операционные технологии внесения удобрений.

Раздел 5. Технологии и средства механизированного внесения средств защиты растений.

Агротехнические требования к выполнению технологических процессов. Методы защиты растений (агротехнические, биологические, химические, физико-механические и комплексные интегрированные). Экономический порог эффективности. Порог вредоносности. Критерий применимости. Применяемые средства и их использование, рабочие органы и машины. Операционные технологии и технические средства дифференцированного внесения химических средств защиты растений с применением системы позиционирования. Техника безопасности и индивидуальные средства защиты при работе с средствами химической защиты растений и защита окружающей среды.

Раздел 6. Технологии и средства механизации посева и посадки сельскохозяйственных культур.

Комплексы машин и агрегаты для посева и посадки сельскохозяйственных культур, их классификация. Рассадопосадочные машины. Агротехнические и производственные требования к машинным агрегатам для посева и посадки сельскохозяйственных культур. Комплектование рационального состава и режима работы посевных агрегатов; выбор способа движения; согласование с транспортным звеном. Операционные технологии для посева и посадки сельскохозяйственных культур для различных условий и типов сельскохозяйственных предприятий.

Раздел 7. Совмещение механизированных процессов обработки почвы, внесения удобрений, посадки и посева.

Обоснование целесообразности совмещения рабочих процессов. Рабочие органы, дополнительные устройства для совмещенных процессов. Комбинированные агрегаты для выполнения совмещенных процессов обработки почвы, внесения удобрений и посева сельскохозяйственных культур. Совмещение рабочих процессов при посеве с внесением удобрений и пестицидов. Совмещение операций при проведении культиваций пропашных культур: рыхление междурядий, подрезание сорняков, внесение удобрений, внесение рабочих растворов пестицидов, окучивание растений, нарезка поливных борозд, местное уплотнение почвы. Технологические, кинематические, динамические, энергетические принципы построения и применения агрегатов для выполнения совмещенных операций.

Раздел 8. Технологии и средства механизации уборки зерновых культур и трав.

Способы уборки зерновых культур и трав, условия применения. Направления совершенствования способов и технических средств уборки. Зональные технологии уборки. Комплексы машин для уборки зерновых и зернобобовых культур. Режимы работы, способы движения, плотность прессования и другие параметры уборочных агрегатов. Сравнительные

показатели энергетической эффективности уборки зерновых культур и трав различными технологиями. Современные технологии и комплексы машин для уборки кукурузы. Особенности агрегатирования уборочных машин при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Раздел 9. Технологии и средства механизации уборки корне- и клубнеплодов.

Технологические свойства клубней картофеля, корней сахарной свеклы и корнеплодов овощных культур, ботвы и почвенных комков. Агротехнические требования к уборке корнеклубнеплодов. Технологические схемы машин. Кинематические, динамические, энергетические параметры машин для уборки корнеклубнеплодов. Планирование и организация работ машинной уборки корне- и клубнеплодов.

Раздел 10. Технологии и средства механизации уборки льна.

Технологии уборки льна-долгунца и их особенности. Существующие машины и оборудование для уборки льна-долгунца. Операционные технологии уборки льна.

Раздел 11. Направления развития технологий и средств механизации сельскохозяйственного производства.

Анализ технологий и технических средств механизации растениеводства с учетом зарубежного опыта. Высокие и интенсивные технологии в отраслях сельскохозяйственного производства. Методы оценки топливно-энергетической эффективности операционных технологий и технических средств (основная и предпосевная обработка почвы, посев, уборка зерновых культур, заготовка и приготовление кормов). Развитие технологий и технических средств механизации процессов в отраслях сельскохозяйственного производства с учетом зональных условий.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Форма получения углубленного высшего образования: дневная

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Формы контроля знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	**Свойства сельскохозяйственных материалов и сред**	**4**	**–**	**4**	**–**	**10**	Устный опрос
1.1	Условия работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов.	2	–	**2**	–	5	
1.2	Почва как основное средство производства продукции растениеводства	2	–	**2**	–	5	
2	**Энергетические средства механизации сельскохозяйственного производства**	**4**	**–**	**4**	**–**	**10**	Уст. опрос
3	**Технологии и средства механизированной обработки почвы**	**6**	**2**	**4**	**–**	**10**	Уст. опрос
4	**Технологии и средства механизированного внесения удобрений**	**8**	**2**	**6**	**–**	**10**	Уст. опрос
5	**Технологии и средства механизированного внесения средств защиты растений**	**6**	**2**	**4**	**–**	**12**	Уст. опрос
6	**Технологии и средства механизации посева и посадки сельскохозяйственных культур**	**6**	**2**	**4**	**–**	**12**	Уст. опрос
7	**Совмещение механизированных процессов обработки почвы, внесения удобрений, посадки и посева**	**6**	**2**	**4**	**–**	**12**	Уст. опрос
8	**Технологии и средства механизации уборки зерновых культур и трав**	**6**	**2**	**4**	**–**	**12**	Уст. опрос
9	**Технологии и средства механизации уборки корне- и клубнеплодов**	**6**	**2**	**4**	**–**	**12**	Уст. опрос
10	**Технологии и средства механизации уборки льна**	**6**	**2**	**4**	**–**	**10**	Уст. опрос
11	**Направления развития технологий и средств механизации сельскохозяйственного производства**	**6**	**2**	**4**	**–**	**10**	Уст. опрос
Итого		**68**	**18**	**50**	**–**	**130**	**Экзам**

Форма получения углубленного высшего образования: <u>заочная</u>

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	Количество аудиторных часов			Количество часов СР	Формы контроля знаний
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1	**Свойства сельскохозяйственных материалов и сред**	**–**	**–**	**–**	**–**	**10**	Устный опрос
1.1	Условия работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов	–	–	–	–	5	
1.2	Почва как основное средство производства продукции растениеводства	–	–	–	–	5	
2	**Энергетические средства механизации сельскохозяйственного производства**	**–**	**–**	**–**	**–**	**20**	Уст. опрос
3	**Технологии и средства механизированной обработки почвы**	**1**	**–**	**1**	**–**	**14**	Уст. опрос
4	**Технологии и средства механизированного внесения удобрений**	**2**	**1**	**1**	**–**	**14**	Уст. опрос
5	**Технологии и средства механизированного внесения средств защиты растений**	**2**	**1**	**1**	**–**	**14**	Уст. опрос
6	**Технологии и средства механизации посева и посадки сельскохозяйственных культур**	**2**	**1**	**1**	**–**	**14**	Уст. опрос
7	**Совмещение механизированных процессов обработки почвы, внесения удобрений, посадки и посева**	**2**	**–**	**2**	**–**	**19**	Уст. опрос
8	**Технологии и средства механизации уборки зерновых культур и трав**	**2**	**–**	**2**	**–**	**14**	Уст. опрос
9	**Технологии и средства механизации уборки корне- и клубнеплодов**	**1**	**–**	**1**	**–**	**14**	Уст. опрос
10	**Технологии и средства механизации уборки льна**	**2**	**–**	**2**	**–**	**14**	Уст. опрос
11	**Направления развития технологий и средств механизации сельскохозяйственного производства**	**2**	**1**	**1**	**–**	**25**	Уст. опрос
Итого		**16**	**4**	**12**	**–**	**182**	**Экзам**

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Литература

Основная

1. Инновационные направления развития сельскохозяйственной техники : учебно-методическое пособие / В. П. Чеботарев [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2021. – 156 с.
2. Клочков А. В. Инновационная сельскохозяйственная техника : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства / А. В. Клочков; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Казахский Национальный аграрный университет. – Горки, 2018. – 119 с.

Экземпляры всего: 11 – ЧЗ(3), ХР(3), фил. № 1 (5).

3. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] : учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; ред.: И. Р. Вильдфлуш, П. А. Саскевич; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : [б. и.], 2016. – 383 с.

Экземпляры всего: 59ЧЗ (3), фил. № 9 (18), фил. ЗО (8), к-ра растениеводства (30), свободны: ЧЗ (3).

4. Клочков А. В. Зерноуборочные комбайны: этапы совершенствования, современное состояние, перспективы развития [Текст] : монография / А. В. Клочков, А. А. Дюжев, В. В. Гусаров; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : [б. и.], 2012. – 182 с. : рис., граф., табл.

Экземпляры всего: 25 – ЧЗ (2), к-ра агробизнеса (2), фил. ЗО (8), фил. № 9 (5), ХР (8), свободны: ЧЗ (2), ХР (8).

5. Клочков А. В. Механизация химической защиты растений [Текст] : монография / А. В. Клочков, А. Е. Маркевич; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : [б. и.], 2008. – 227 с.

Экземпляры всего: 61 Фил. ЗО (20), ХР (31), ЧЗ (5), к-ра сельхозмашин (5), свободны: ХР (30), ЧЗ (5).

6. Петровец В. Р. Технологии и машины для предпосевной и междурядной обработки почвы, посева зерновых и посадки картофеля [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Р. Петровец, Н. И. Дудко, Н. Д. Лепешкин ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : [б. и.], 2011. – 90 с.

Экземпляры всего: 24 ХР (4), фил. № 1 (2), фил. № 9 (10), ЧЗ (2), фил. ЗО (6), свободны: ХР (4), ЧЗ (2).

Дополнительная

1. Механизация растениеводства / В. Н. Солнцев, А. П. Тарасенко, В. И. Оробинский [и др.]. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 400 с.

2. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сб. отраслевых регламентов. – Минск: Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2005.

3. Технологии, техника и оборудование для координатного (точного) земледелия: учебник для высших учебных заведений (для подготовки магистрантов по направлениям «Агрономия» и «Агроинженерия») / В. И. Балабанов, В. Ф. Федоренко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 240 с.: ил.

4. Рунов, Б. А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. – 2-е изд., исправ. и дополн. / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова. – СПб.: АФИ, 2012. – 120 с.

5. Труфляк, Е. В. Интеллектуальные технические средства в сельском хозяйстве / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 42 с.

6. Труфляк, Е. В. Основные элементы системы точного земледелия / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 39 с.

7. Труфляк, Е. В. Сенсорика / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 33 с.

8. Электронные системы и устройства сельскохозяйственных машин: учебное пособие / А. В. Клочков [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 140 с.

9. Астахов, В. С. Концептуальные проблемы механизации дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений и пути их решения: рекомендации / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков. – Горки: БГСХА, 2023. – 45 с.

10. Астахов, В. С. Возможный качественный прорыв при дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений / В. С. Астахов // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 1. – С. 158–161.

Электронные библиотеки (сайты):

4. Научная электронная библиотека - http://elibrary.ru/defaultx.asp
5. Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - http://elibrary.rsl.ru/
6. Мировая цифровая библиотека - http://www.wdl.org/ru/
7. Публичная Электронная Библиотека (области знания: сельское хозяйство) - http://publ.lib.ru/ARCHIVES/_CLASSES/LES/_Les.html

4.2. Перечень практических занятий

1. Свойства сельскохозяйственных материалов и сред.
2. Энергетические средства механизации сельскохозяйственного производства.
3. Технологии и средства механизированной обработки почвы.
4. Технологии и средства механизированного внесения удобрений.
5. Технологии и средства механизированного внесения средств защиты растений.
6. Технологии и средства механизации посева и посадки сельскохозяйственных культур.
7. Совмещение механизированных процессов обработки почвы, внесения удобрений, посева и посадки.
8. Технологии и средства механизации уборки зерновых культур и трав.
9. Технологии и средства механизации уборки корне- и клубнеплодов.
10. Технологии и средства механизации уборки льна.
11. Направления развития технологий и средств механизации сельскохозяйственного производства.

4.3. Рекомендуемые формы и методы обучения

Изучение учебной дисциплины «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве» предполагает посещение лекций, практических занятий и самостоятельную работу магистрантов.

Дисциплина изучается в активной форме как самостоятельный курс. Лекции проводятся в виде презентаций и носят консультационный характер, направляющий работу магистранта.

Практические занятия проводятся в виде семинара, где с применением презентации магистрант докладывает результаты изучения современного состояния изучаемого им вопроса с привлечением своих данных.

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

– элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

– компетентностный подход, реализуемый на лекциях, практических занятиях и при самостоятельной работе;

– учебно-исследовательская деятельность, реализация творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;

– проектные технологии, используемые при выполнении конкретных заданий на практических занятиях и при самостоятельной работе.

4.4. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

Объем самостоятельной работы магистрантов по учебной дисциплине должен соответствовать реальному бюджету времени обучающегося, выделяемого на данный вид работы.

Самостоятельная работа может быть организована как самообразование вне аудитории в удобное для магистранта время или как контролируемая преподавателем работа, при этом преподаватель оказывает методическую помощь, проводит индивидуальные консультации.

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться для изучения основной и дополнительной литературы, электронных источников информации по заданной проблеме; выполнения типовых расчетов; решения задач; выполнения исследовательских и творческих заданий; подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций; составления обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме; изучения руководств по эксплуатации к сельскохозяйственным машинам и комплексам. Контроль качества самостоятельной работы осуществляется в рамках контрольных мероприятий по учебной дисциплине.

Текущая и опережающая самостоятельная работа магистрантов должна быть направленна на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений.

Для эффективной организации самостоятельной работы необходимо наличие учебной, справочной, методической литературы и ее перечня; учебно-методического комплекса; наглядных пособий, мультимедийных, видеоматериалов; заданий, тестов.

4.5. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Диагностирование знаний и компетенций магистранта (контроль знаний) осуществляется следующим образом. При выполнении практических работ магистранты защищают каждую работу (АК-3, СЛК-6, СЛК 7, ПК-НИ-1, ПК-НИ-2, ПК-НИ-3, ПК-НИ-4, ПК-НИ-5, ПК-НИ-6, ПК-НИ-7, ПК-П-1, ПК-П-2, ПК-П-3, ПК-П-5).

Формой контроля изучения теоретического курса является экзамен, а текущего контроля процесса изучения дисциплины и стимулирования равномерной работы в течение семестра – устный опрос (АК-1 – АК-5, СЛК-1, СЛК-3, СЛК-5, ПК-ОУ-1, ПК-ОУ-2, ПК-ОУ-3, ПК-И-1, ПК-И-2).

4.6. Критерии оценок результатов учебной деятельности

В соответствии с принципами дидактической системы высшей школы

10-балльная система оценки включает следующие параметрические уровни знаний и степени компетентности студентов и соответствующие им оценки и баллы:

первый уровень (низкий) – рецептивный; оценка «неудовлетворительно»; баллы – «1», «2», «3»;

второй уровень (минимально достаточный) – репродуктивная несамостоятельная учебная деятельность, выполняемая с помощью преподавателя; оценка – «удовлетворительно»; балл – «4»;

третий уровень (средний) – репродуктивная самостоятельная деятельность, выполняемая по алгоритму; оценки – «почти хорошо» и «хорошо»; баллы – «5» и «6»;

четвертый уровень (высокий) – продуктивная самостоятельная деятельность, выполняемая по созданному или типовому алгоритму; оценки – «очень хорошо» и «почти отлично»; баллы – «7» и «8»;

пятый уровень (высший) – творческая деятельность, в результате которой создается объективно новая учебная продукция (информация, знания); оценки – «отлично» и «превосходно»; баллы – «9» и «10».

Система десятибалльной шкалы оценки представляет собой последовательный ряд чисел (баллов) «1», «2», «3», «4», «5», «6», «7», «8», «9», «10» с фиксированием «условного нуля» цифрой «4», соответствующей минимальному требованию образовательного стандарта.

Десятибалльная шкала в зависимости от величины балла и оценки включает 7 групп критериев, которые ранжированы следующим образом:

Экзамен:

10 баллов (ПРЕВОСХОДНО) заслуживает магистрант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

9 баллов (ОТЛИЧНО) заслуживает магистрант, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических, семинарских занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

8 баллов (ПОЧТИ ОТЛИЧНО) заслуживает магистрант, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не

допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

7 баллов (ОЧЕНЬ ХОРОШО) заслуживает магистрант, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

6 баллов(ХОРОШО) заслуживает магистрант, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, отличавшийся достаточной активностью на практических (семинарских) занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы.

5 баллов (ПОЧТИ ХОРОШО) заслуживает магистрант, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения.

4 балла (УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО) заслуживает магистрант, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей.

3 балла (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО) заслуживает магистрант, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей.

2 балла (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО) выставляется магистранту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившему

самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические (семинарские) занятия, допускающему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

1 балл (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО) - нет ответа (отказ от ответа, представленный ответ полностью не по существу содержащихся в экзаменационном задании вопросов).

4.7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартно оборудованная аудитория для проведения интерактивных занятий: видеопроектор, экран настенный, другое оборудование. Класс персональных компьютеров: ПЭВМ на каждого студента. В компьютерном классе установлены средства MS Office 10: Word, Excel; компьютерная программа «КОМПАС-3D », «CorelDRAW® Technical Suite». Печатающее устройство (принтер).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Учебное издание

Астахов Василий Сергеевич
Гордеенко Олег Васильевич
Иванчиков Глеб Олегович

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ
В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

для специальности
7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства
сельскохозяйственной продукции

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Астахов В. С.*

Формат 84 × 120 $^{1}/_{8}$. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Гарнитура «Таймс».
Тираж 2 экз. Заказ .

.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.