МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.И. Беленков, М.А. Мазиров, А.И. Мельченко

Оценка воздействия систем земледелия и агротехнологий на окружающую среду

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве учебного пособия для магистров, обучающихся по программе 022000.68- «Экологический менеджмент»

Москва
Издательство
2014

УДК 502.1

ББК 41.4

Б 43

Беленков А.И. Оценка воздействия систем земледелия и агротехнологий на окружающую среду: Учебное пособие / А.И. Беленков, М.А. Мазиров, А.И. Мельченко – М., 2014. - 180 с.

В учебном пособии в *интерактивной* форме представлены взаимодействие отдельных звеньев современных систем земледелия и агротехнологий с окружающей средой обитания человека.. Основное внимание уделено агроэкологической оценке и обоснованию применения и использования современных севооборотов, обработки почвы, удобрений, средств химической защиты растений, технического и технологического обеспечения, системы селекции и семеноводства, мелиоративных мероприятий.

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве учебного пособия для магистров, обучающихся по программе 022000.68- «Экологический менеджмент»

Рецензенты: Зинченко С.И. доктор с.-х. наук, профессор, зав. отделом агрофизики Владимирского НИИСХ, Важов В.М., доктор с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой географии и экологии Алтайского ГУ, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации

Учебное пособие подготовлено сотрудниками кафедры земледелия и методики опытного дела агрономического факультета Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева и кафедры агроэкологии Кубанского государственного аграрного университета

ISBN

© Коллектив авторов, 2014
© ФГОБОУ ВПО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева;
ФГОБОУ ВПО КубГАУ, 2014
© Издательство ?, 2014

ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии отражены вопросы влияния различных систем земледелия и агротехнологий на показатели плодородия почвы, в первую очередь, на почвенную биоту, окружающую среду агробиоценозов. Дана экологическая оценка ущерба, наносимого сельскому хозяйству с внедрением и освоением систем земледелия и агротехнологий.

В учебном пособии уделено внимание мониторингу и моделированию влияния систем земледелия и агротехнологий на поверхностные и грунтовые воды, на качество атмосферного воздуха и почвы, как элементов экологического менеджмента. Учебное пособие содержит 3 модуля, которые построены по общему плану. В каждом модуле учебного пособия выделены основные положения. В конце модуля и отдельных подразделов имеются контрольные вопросы и задания, выполнение которых направлено на закрепление материала.

1. Аннотация:

Модульный курс «Оценка воздействия систем земледелия и агротехнологий на окружающую среду» предназначен для магистрантов, аспирантов, экологов-практиков, экспертов-экологов с целью изучения воздействия сельскохозяйственного производства на компоненты окружающей среды, анализа основных проблемных ситуаций, рассматриваемых в структуре оценки воздействия систем земледелия и агротехнологий на окружающую среду».

2. Цель модульного курса:

Целями освоения модульного курса «Оценка воздействия систем земледелия и агротехнологий на окружающую среду» являются:

– формирование у магистрантов и аспирантов устойчивых базовых знаний об основах оценки воздействия систем земледелия и агротехнологий на окружающую среду и умения правильно их использовать в исследовательской, производственной и педагогической деятельности;

– развитие у экологов-практиков, экспертов-экологов навыков оценки воздействия отдельных элементов систем земледелия и агротехнологий на компоненты окружающей среды, как базы для эффективного управления природопользованием и оценки устойчивости природных комплексов.

Задачи курса:

– формирование системных представлений о системах земледелия и агротехнологиях возделывания с.-х. культур;

– формирование системных представлений о севооборотах и их агроэкологической оценке;

– формирование знаний о влиянии различных систем обработк на почвенный покров и окружающую среду;

– формирование знаний о влиянии удобрений и средств химической защиты растений на водные и почвенные ресурсы;

– формирование знаний о влиянии селекционных достижений и системы семеноводства на окружающую среду;

– формирование представлений о воздействии сельскохозяйственной техники на биоразнообразие в агроценозах;

– формирование представлений о воздействии приемов мелиоративных приемов на почвенный покров, атмосферный воздух и водные ресурсы;

– формирование понятия об оценке агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур как элементе эффективного управления природопользованием.

3. Требования к результатам освоения модульного курса:

Процесс изучения модульного курса «Оценка воздействия систем земледелия и агротехнологий на окружающую среду» направлен на формирование общекультурных и профессиональных компетенций, дающих представление об основных теоретических и прикладных направлениях модульного курса.

1. ОК-2 – знать современные компьютерные технологии, применяемые при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче информации в области экологии и природопользования.

2. ПК-6 – способность проводить оценку воздействия форм хозяйственной деятельности на окружающую среду.

3. ПК-7 –умение диагностировать проблемы охраны окружающей среды, разрабатывать практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития.

В результате освоения модульного курса необходимо:

Знать:

– основные структурные элементы сельскохозяйственного производства;

– механизмы воздействия сельскохозяйственного производства на компоненты окружающей среды;

– действующую систему экологического нормирования для сельскохозяйственного производства.

Уметь:

- диагностировать основные проблемные ситуации воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду;

- разрабатывать практические рекомендации по стабилизации экологической ситуации;

– проводить оценку воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

Владеть:

– методической базой для оценки воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду;

– основами экспертно-аналитической деятельности в области сельскохозяйственного производства.

Модуль 1. Понятие, сущность, структура систем земледелия и агротехнологий, их влияние на окружающую среду

1.1 Историческое развитие систем земледелия, их взаимосвязь с производственной деятельностью человека и окружающей средой

Система земледелия есть историческая категория, она отражает уровень общественного производства и развивается в зависимости от социально-экономических условий, уровня сельскохозяйственной науки и техники и природных условий от менее совершенных и более совершенным.

Ниже представлены системы земледелия в последовательном переходе от самых примитивных к наиболее интенсивным и высокоинтенсивным.

Примитивные: *залежная* (рисунок 1) и *переложная* (рисунок .2) – в степной зоне, *подсечно-огневая* – в лесной. В этих системах использовались только природные почвенно-климатические факторы получения урожая.

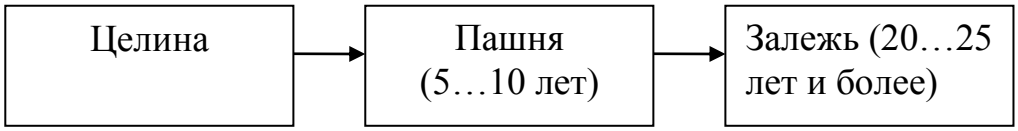

Рис. 1. Залежная система земледелия

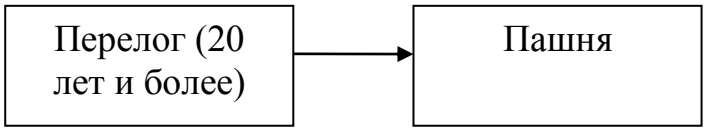

Рис. 2. Переложная система земледелия

Экстенсивные: *паровая* (рисунок 3), *травопольная*. В них использовались также в основном природные факторы и в незначительных объёмах антропогенные факторы интенсификации (удобрения, орудия и др.).

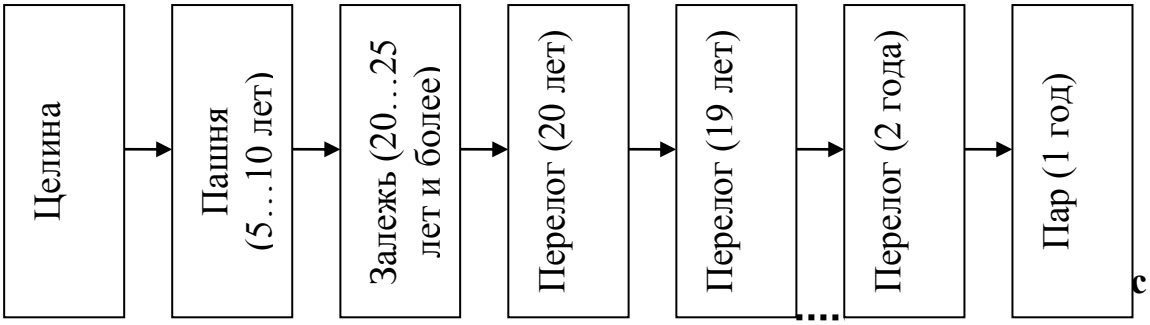

Рис. 3. Переход от залежной к переложной и паровой системам земледелия

Интенсивные: *плодосменная, пропашная.* В этих системах, наряду с природными, широко применяются факторы интенсификации, которые занимают уже главенствующее положение (удобрения, пестициды, сорта и гибриды, интенсивные технологии и т. д.).

Современные высокоинтенсивные: *адаптивно-ландшафтная*, *точная*. В них используются природные факторы и факторы интенсификации производства на базе экологически безопасных адаптивных технологий.

Историю систем земледелия и севооборотов в них можно представить следующим образом

Таблица 1

Эволюция систем земледелия и севооборотов в XX в.

30-е гг. XX в.	40…50-е гг. XX в.	60…70-е гг. XX в.	80-е гг. XX в.
Паропропашная система земледелия	Травопольная система земледелия	Зернопаропропашная система земледелия	Система сухого земледелия
1. Пар чёрный 2. Озимая пшеница 3. Яровая пшеница 4. Пропашные 5. Яровая пшеница 6. Ячмень	1. Пар чёрный 2. Озимая пшеница с подсевом мн. трав 3. Многолетние травы 1 года пользования 4. Многолетние травы 2 года пользования 5. Яровая пшеница твёрдая 6. Яровая пшеница мягкая 7. Пар чёрный 8. Озимая рожь 9. Подсолнечник	1. Пар чёрный 2. Озимая пшеница 3. Яровая пшеница 4. Кукуруза на силос 5. Озимая рожь 6. Яровая пшеница 7. Ячмень 8. Подсолнечник	1. Пар чёрный 2. Озимая пшеница 3. Горчица 4. Ячмень и 1. Пар чёрный 2. Озимая пшеница 3. Зернобобовые 4. Яровая или озимая пшеница 5. Подсолнечник + ячмень

С середины 40-х гг. XX в. на территории всей страны перешли на травопольную систему земледелия, которая господствовала до середины 50-х гг., затем снова вернулись к зернопаропропашной системе земледелия. Но в середине 60-х гг. XX в. была сделана попытка повсеместно перейти на пропашную систему земледелия без чистых паров. Это привело к катастрофическому недобору зерна и кормов в засушливые годы. Поэтому была разработана и освоена так называемая интенсивная система земледелия, в результате чего урожайность зерновых увеличилась почти на 20%. Эта система стала основой для разработки систем земледелия нового поколения в начале XXI столетия.

1.2 Современный системы земледелия и их агроэкологическая оценка

В современном понятии **система земледелия** – комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, сохранение и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Система земледелия должна носить зональный характер и способствовать устранению дефицита самого главного в местных условиях лимитирующего фактора получения урожая (в засушливых зонах – почвенной влаги, во влажных – почвенный воздух).

Основные составные части системы земледелия:

- ♦ организация земельной территории хозяйства и система севооборотов;
- ♦ система обработки почвы;
- ♦ система удобрения;
- ♦ система мероприятий по борьбе с сорняками, вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур;
- ♦ система семеноводства;
- ♦ мероприятия по сохранению, восстановлению и повышению плодородия почвы, защиты её от водной эрозии и дефляции;
- ♦ система сельскохозяйственных машин и орудий.

К научно обоснованным системам земледелия предъявляются следующие основные требования:

- ♦ адаптивность местным природно-экономическим условиям;
- ♦ сохранение природного равновесия в агроэкосистемах и, прежде всего, почвенного плодородия, формирование не разрушающихся агроландшафтов;
- ♦ соответствие наиболее выгодной в местных природно-экономических условиях специализации производства;
- ♦ ресурсосбережение, то есть наиболее продуктивное и экономное использование материально-денежных, энергетических и природных ресурсов;

♦ быть самой продуктивной в местных условиях и обеспечивать наиболее полное использование ресурсного потенциала данной территории.

Системы земледелия должны формироваться с учетом 5 групп факторов []:

1) общественные потребности (рынок продуктов, потребности животноводства, требования переработки продукции);

2) агроэкологические требования культур и их средообразующее влияние;

3) агроэкологические параметры земель (природно-ресурсный потенциал);

4) производственно-ресурсный потенциал, уровни интенсификации;

5) качество продукции и среды обитания, экологические ограничения.

Исходя из этого, В.И. Кирюшиным (2005) сформулировано следующее определение одной из наиболее передовых систем современного земледелия: **адаптивно-ландшафтная система земледелия** – это система использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия**.**

Термин «ландшафтная» в названии системы означает, что она разрабатывается применительно к конкретной категории агроландшафта, трансформированной через призму агроэкологической оценки в агроэкологическую группу земель. При этом звенья систем земледелия формируются в пределах *агроэкологических типов земель* (т.е. участков, однородных по условиям возделывания культуры или группы культур с близкими агроэкологическими требованиями); элементы (приемы обработки, посева и т.п.) дифференцированы в соответствии с *элементарными ареалами агроландшафта* (т.е. элементами мезорельефа, ограниченными элементарными почвенными структурами), а организация территории осуществляется с учетом структуры ландшафта и условий его функционирования. Термин «адаптивная» означает адаптированность системы земледелия ко всему комплексу обозначенных условий.

На основе данной методологии сформирована *классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия,* которая начинается с определения их агроэкологической принадлежности, исходя из природно-сельскохозяйственного районирования и группировки земель (таблица 2).

Таблица 2

Классификация адаптивно-ландшафтных систем земледелия (В.И. Кирюшин, 1996)

Природные условия	Провинция	Ароэкологическая группа земель	Основное направление растениеводства	Уровень интенсификации	Форма использования земли и воспроизводства плодородия почвы	Ограничения химизации
Среднетаежная	Среднерусская	плакорные эрозионные переувлажненные засоленные мерзлотные	зерновое кормовое техническое специальное бахчевое	экстенсивный нормальный интенсивный высокоинтенсивный	паровая плодосменная мелиоративная контурно-мелиоративная гребнегрядовая	биодинамическая биологическая органическая экологическая
Южнотаежная	Южнорусская					
Лесостепная	Предкавказская					
Степная	Предуральская					
Сухостепная	Западносибирская					

Пример: Западносибирская лесостепная зернокормовая противоэрозионная интенсивная система земледелия на холмисто-увалистых равнинах с выщелоченными черноземами.

Методологическими принципами разработки современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия являются целостность, дифференциация, адаптивность, экологичность, нормативность, оптимизация, агрономическая и экономическая эффективность (А.Ф. Сафонов, 2006).

Целостность свидетельствует о наличии в системе земледелия всех взаимосвязанных структурных единиц, благодаря которым она способна выполнять функцию производства планируемой продукции растениеводства.

Дифференциация указывает на разнообразие земледелия в зависимости от прихода фотосинтетически активной радиации, климата, почвообразовательного процесса, агроландшафтов, степени их мелиоративного состояния, мезорельефа и т.д.

Адаптивность реализуется при организации производства в пределах конкретных агроландшафтов. Размещение культур осуществляется согасно пригодности земель для возделывания районированных сортов, хорошо адаптированных к местным условиям.

Экологичность предусматривает управление экологическими потоками, обмен органических и минеральных веществ, регулирование численности вредных биологических объектов, предотвращение эрозионных и дефляционных процессов, накопление тяжелых металлов в почве и продукции, метаболитов пестицидов, сохранение растений и животных.

Нормативность заключается в соблюдении научно обоснованных доз, сроков и способов применения удобрений, химических мелиорантов, пестицидов, стимуляторов роста, ингибиторов нитрификации, оросительных вод, а также проведении технологических приемов.

Оптимизация предусматривает устойчивое и сбалансированное ведение систем земледелия, проявляющееся в соотношении сельскохозяйственных угодий и улучшении экологической ситуации.

Агрономическая и экономическая эффективность предусматривает стабильное и рентабельное производство продукции растениеводства должной величины и качества, с обязательной окупаемостью затрат.

Совокупность адаптивно-ландшафтных систем земледелия в пределах природно-сельскохозяйственной провинции названа *зонально-провинциальным агрокомплексом.* В пределах землепользования достаточно крупных хозяйств может встречаться несколько агроэкологических групп земель, для которых должны разрабатываться соответствующие адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Их совокупность в пределах сельскохозяйственного предприятия называется *хозяйственным агрокомплексом*.

По уровню интенсификации системы земледелия разделяются на: *экстенсивные, нормальные, интенсивные и высокоинтенсивные (точные).*

Экстенсивная - рассчитана на использование естественного плодородия почв без удобрений и мелиораций. Такая система в России на сегодня наиболее

распространена, нанося экономический и энергетический ущерб, особенно на деградированных, эрозионных и дифляционных землях.

Нормальная - имеет обеспеченность минеральными удобрениями на уровне устранения наиболее острого дефицита питательных веществ, освоения почвозащитных и первоочередных мелиоративных мероприятий и достижения качества продукции не ниже среднего.

Интенсивная система земледелия означают переход к качественно новым сортам растений с программированным применением удобрений и регулированием продукционного процесса различными биологическим и химическими средствами.

Высокоинтенсивные (точные) системы предполагают наиболее полное использование достижений научно-технического прогресса, создание сортов растений с заданными параметрами продуктивности и качества, современные средства реализации их генетического потенциала, оптимальную организацию территории на основе интенсификации ландшафтно-экологических связей с помощью новейших методов математического моделирования и информатизации. Частью последних, из числа наиболее эффективных и перспективных, является т.н. *точное земледелие (ТЗ).*

По определению Д. Шпаара и др. (2009) под **точным земледелием** понимают «совокупность технологических приемов для целенаправленной дифференцированной обработки отдельных частей поля с учетом мелкомасштабных особенностей природных условий для создания наиболее благоприятных условий роста и развития культурных растений в связи с неоднородностью поля по плодородию, распространению вредителей, болезней и сорняков, на основе концентрации технологических операций в пространстве, в оптимальные сроки и при рациональной дозировке с целью создать основу для экономически эффективного и экологически обоснованного землепользования».

Основу точного земледелия составляет дифференцированное выполнение операций (рисунок 4).

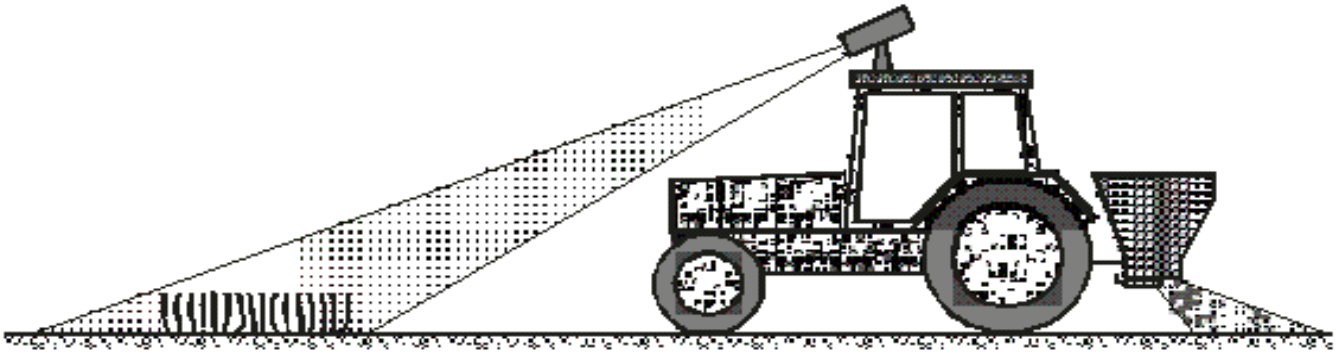

Рис. 4. Дифференцированное выполнение операций

Точное земледелие включает:

-проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ) и агротехнологий на основе электронных геоинформационных систем (ГИС);

-выделение производственных участков с достаточно однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности и почвенного плодородия;

-прецизионную предпосевную обработку почвы, точный посев, дифференцированное внесение удобрений и других агрохимических средств в соответствии с микроструктурой почвенного покрова и состоянием посевов;

-регулирование продукционного процесса специальных сортов растений по микропериодам органогенеза с использованием самонастраивающихся автоматизированных средств на основе электронных систем управления;

-идентификацию состояния посевов, прогноз урожайности и качества продукции на основе автоматизированных дистанционных систем наблюдения, картирование урожайности в процессе уборки.

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия реализуются *пакетами агротехнологий* для различных агроэкологических типов земель при разных уровнях производственно-ресурсного потенциала (экстенсивные, нормальные, интенсивные, высокие). Чем выше уровень интенсификации агротехнологий, тем больше учитывается агротехнологических параметров и детальнее землеоценочная основа.

1.3 Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на окружающую среду

Современные **агротехнологии** представляют собой «комплексы технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и высокого качества продукции при обеспечении экологической безопасности агроландшафта и определенной экономической эффективности». Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений, то есть являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия. При этом они имеют индивидуальное значение, определяемое прежде всего особенностями сорта, поскольку каждому типу сорта (по назначению, интенсивности и другим параметрам) соответствует определенная система управления продукционным процессом и структурная модель агроценоза.

Важнейшие принципы формирования агротехнологий включают:

- альтернативность, возможности выбора;
- адаптированность к природным условиям на основе агроэкологической оценки земель, к различным уровням интенсификации производства на основе технологических нормативов, к хозяйственным укладам;
- динамический подход к созданию и управлению агроценозами путем последовательного устранения лимитирующих условий;
- формирование пакетов агротехнологий с учетом системных связей, выявляемых в многофакторных полевых экспериментах;
- открытость новейшим достижениям научно-технического прогресса;
- преемственность.

Методология формирования агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции. Формирование и проектирование агротехнологий осуществляется в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия, обусловленных совокупностью природных и социально-экономических факторов,

среди которых:

1) общественные (рыночные) потребности (рынок продуктов, потребности животноводства, требования переработки продукции);

2) агроэкологические требования культур и их средообразующее влияние;

3) агроэкологические параметры земель (природно-ресурсный потенциал);

4) производственно-ресурсный потенциал, уровни интенсификации;

5) хозяйственные уклады, социальная инфраструктура;

6) качество продукции и среды обитания, экологические ограничения.

По совокупности природных и производственных условий разработана классификация агротехнологий (таблица 3).

Таблица 3

Классификация агротехнологий (В.И. Кирюшин, 2005)

Агроэкологические типы земель	Назначение продукции	Уровень интенсификации	Способ производства	Ограничения химизации
Слабоэрозионная Среднеэрозионная Сильноэрозинная Малосолонцовая Сильносолонцовая	продовольст- венная кормовая техническая	экстенсивная нормальная интенсивная высокоинтенсив ная (точная)	почвозащитная мелиоративная гребнегрядовая	биодинамическая органическая биологическая экологическая

Исходной позицией данной классификации является точный экологический адрес агротехнологии. Это агроэкологический тип земель, составляемый из элементарных ареалов агроландшафта в пределах агроэкологической группы земель, для которой разрабатывается адаптивно-ландшафтная система земледелия. Например, в пределах группы эрозионных земель выделяются слабоэрозионные, среднеэрозионные, сильноэрозионные типы земель; в группе солонцовых – слабосолонцовые, сильносолонцовые и т.д., которым соответствуют различные агротехнологии.

Следующая позиция – производственное назначение возделываемой культуры по характеру использования продукции, например пшеница продовольственная или кормовая; ячмень фуражный или пивоваренный; кукуруза на зерно или силос и т.д.

Технологии возделывания одной и той же культуры могут существенно различаться по способу производства. Например, возделывание пшеницы на плакорных, дефляционных и солонцовых землях существенно различается.

Совокупность агротехнологий – это не просто набор возможных способов возделывания культур в данном агроландшафте и сельскохозяйственном предприятии, а интегрированные элементы одной системы земледелия. Через технологии реализуется повседневная деятельность товаропроизводителя. Система земледелия – средство оптимизации агроландшафта, а агротехнология – средство управления агроценозом конкретной культуры в нем. В единую систему управления агроландшафтом они объединяются через севообороты, систему удобрений и защиты растений, а на более высоком уровне через структуру угодий и пашни, противоэрозионную и мелиоративную организацию территории. Технологии при этом не теряют своего индивидуального значения, так как для любого сорта нужны особая система управления продукционным процессом и специфические технологические операции

По фактору интенсивности выделяют четыре категории технологий:

Экстенсивные технологии, ориентированные на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других химических средств или с очень ограниченным их использованием.

Нормальные технологии, обеспеченные минеральными удобрениями и пестицидами в том минимуме, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия, поддерживать средний уровень окультуренности почв, устранять дефицит элементов минерального питания, находящихся в критическом минимуме и давать удовлетворительное качество продукции. В этих технологиях используются пластичные сорта.

Интенсивные технологии, рассчитанные на получение планируемого урожая высокого качества в системе непрерывного управления продукционным процессом сельскохозяйственной культуры, обеспечивающие оптимальное минеральное питание растений и защиту от вредных организмов и полегания. Интенсивные технологии предполагают применение интенсивных сортов и

создание условий для более полной реализации их биологического потенциала. Они рассчитаны, например, на максимальную продуктивность с.-х. культур высокого качества, могут быть реализованы с использованием отечественной серийной техники, сортов, удобрений и импортных пестицидов.

Высокоинтенсивные технологии, рассчитанные на достижение урожайности культуры, близкой к ее биологическому потенциалу с заданным качеством продукции с помощью современных достижений научно-технического прогресса при минимальных экологических рисках. Они относятся к категории так называемого точного земледелия с использованием прецизионной техники, современных препаратов, информационных технологий. Высокоинтенсивные, или высокие технологии являют собой качественный скачок и в создании сортов, и в подготовке почвы, и в насыщении технологическими операциями по уходу за посевами. В высоких технологиях достигается максимальная интеграция агроприемов с учетом их системного взаимодействия. Их следует осваивать в первую очередь в опытных и базовых хозяйствах научных

Для агроэкологической и экономической оптимизации производства необходим *пакет технологий*, дифференцированных не только по агроэкологическим условиям, но и по уровню интенсификации производства, квалификации товаропроизводителей. Одновременно необходимо вести проектирование систем земледелия и само землеустройство на ландшафтной основе. При этом надо исключить из активного оборота ранее вовлеченные в него эрозионные, солонцовые и другие неблагополучные земли. Размеры полей должны соответствовать требованиям контроля вредителей и болезней растений, условиям ландшафта и т.п. Они не могут быть слишком большими.

Высокоинтенсивные или точные агротехнологии создаются для сортов растений с высоким генетическим потенциалом продуктивности и качества продукции, который реализуется точным регулированием продукционного процесса по микропериодам органогенеза различными средствами. Для этого необходимы дружный рост и развитие растений, что обеспечивается точным размещением семян на одинаковую глубину в условиях исключительно ровной

поверхности на производственных участках с однородным почвенным покровом и оптимальными условиями увлажнения, теплообеспеченности, почвенного плодородия. Почвенно-микроландшафтная неоднородность сильно усложняет технологический процесс в связи с необходимостью маневрирования технологическими операциями. По мере усложнения почвенно-ландшафтных условий ограничиваются возможности интенсификации агротехнологий без специальных мелиораций, или она исключается.

Характеристика агротехнологий приводится в таблице 4.

Таблица 4

Сравнительная оценка агротехнологий различного уровня интенсификации (В.И. Кирюшин, 2000)

Основные показатели	**Агротехнологии**			
	Экстенсивные	**Нормальные**	**Интенсивные**	**Высокие**
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Почвенно-ландшафтные условия	Различной сложности	Умеренно сложные	КУ>0,6 плоские ЭАА, пятнистости	КУ>0,8 плоские ЭАА, однородные ПК
Удобрение	Нет	Поддерживающее	Программированное	Точное
Защита растений	Эпизодическая	Ограниченная, против наиболее вредоносных видов	Интегрированная	Экологически сбалансированная
Обработка почвы	Система вспашки	Почвозащитная комбинированная	Дифференцированно - минимизированная	Оптимизированная
Техника	1…2-го поколения	3-го поколения	4-го поколения	Прецизионная
Качество продукции	Неопределенное	Неустойчиво удовлетворительное	Отвечающее требованиям переработки и рынка	Сбалансированное по всем компонентам
Землеоценочная основа	Почвенные карты 1 : 25 000	Почвенные карты 1 : 10 000	Почвенно-ландшафтные карты	ГИС
Экологический риск	Активная деградация почв и ландшафтов	Деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск
Профессиональный уровень исполнителей	Практик с неполным и средним общим образованием	Техник со среднеспециальным образованием	Дипломированный специалист (бакалавр)	Магистр

Например, при наличии почвенных мозаик, ташетов повышенной контрастности, почвенных комплексов с западинным микрорельефом полностью исключаются не только высокоинтенсивные агротехнологии, но и интенсивные. На комплексах с участием пятен солонцов, глееватых и других неблагополучных почв с относительно благоприятным микрорельефом возможно применение интенсивных и, ограниченно, высоких.

Наборы технологий разрабатывают применительно к различным агроэкологическим группам земель, для разных уровней интенсификации производства и категорий товаропроизводителей на основе нормативов.

Применение высоких технологий сводит к минимуму экологические риски химического загрязнения по сравнению с интенсивными агротехнологиями и предотвращает деградацию почв и ландшафтов по сравнению с нормальными и тем более экстенсивными агротехнологиями. В первом случае это происходит благодаря применению сортов растений устойчивых к вредным организмам (в том числе трансгенных) и, соответственно, сокращению химических обработок, использованию высокоэффективных биопрепаратов, точному внесению под растения и на растения агрохимических средств, повышению роли биологического азота в азотном балансе агроценозов. Во втором случае важное значение имеет сокращение уплотняющего воздействия на почву движителей машин благодаря постоянной технологической колее, обогащение почвы растительными остатками вследствие повышения продуктивности агроценозов, регулирование почвенных режимов.

Фактический уровень интенсификации агротехнологий в хозяйстве выбирается в зависимости от производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя. При наличии сортов интенсивного типа и агрохимических ресурсов, необходимых для оптимального питания растений и интегрированной защиты от вредных организмов, практикуются интенсивные технологии с постоянной технологической колеей для ухода за посевами. Уровень и качество урожая планируются в них исходя из нормативов влагопотребления и других достаточно высоких показателей, реально достигнутых в передовых хозяйствах

региона с использованием отечественной техники. Для выполнения этих технологий требуется достаточно высокая профессиональная подготовленность агрономов-технологов, потому как ошибки и необоснованные сокращения технологических операций сводят на нет все усилия и затраты.

Если не позволяет уровень квалификации специалистов, обеспеченность ресурсами или агроэкологические условия сельскохозяйственного предприятия (засушливость климата, сложный почвенный покров, рельеф и др.), следует ориентироваться на нормальные агротехнологии, выполняемые с учетом защиты почв от эрозии и дефляции, в которых используются пластичные сорта растений, агрохимические средства применяются в режиме компенсации острых дефицитов элементов питания, устранения повышенной кислотности, солонцеватости почв и защиты растений от вспышек вредных организмов. Данные технологии отвечают среднему уровню агрономической культуры.

Особняком стоят экстенсивные агротехнологии, рассчитанные на использование естественного плодородия почв. Они сопровождаются деградацией почв и ландшафтов, поскольку почвозащитные мероприятия (мульчирующая обработка почвы и др), как правило, невозможны или затруднены без применения агрохимических средств.

Технологии возделываемых культур, так же как и системы земледелия в целом, не могут быть универсальными,. При многоукладной экономике агротехнологии должны быть дифференцированными применительно и к каждой ее форме. Специфика малочисленных коллективов, например, – узкая специализация севооборотов, подбор культур толерантных к срокам посева и уборки предохраняет от перегрузок людей, участвующих в проведении полевых работ. При большой нагрузке пашни на человека, как правило, высока доля чистого пара, обработка почвы сведена до минимума, особенно за счет совмещения технологических операций при обработке почвы.

При формировании агротехнологий все операции объединяются в блоки: осенней (зяблевой) или паровой обработки почвы, подготовки семян к посеву, весенней обработки почвы и посева, ухода за посевами, уборки урожая и др.

В качестве примера проследим **проектирование высоких агротехнологий** возделывания полевых культур

Основная задача высоких технологий – последовательная оптимизация всех регулируемых лимитирующих факторов, максимально возможное использование ФАР, тепла, влаги и генетического потенциала растений. Любое нарушение продукционного процесса, явившееся следствием природных катаклизмов или технологических ошибок, резко снижает их эффективность. Поэтому высокие технологии целесообразны лишь в относительно благополучных природных условиях с минимальной вероятностью стрессовых ситуаций, при наличии высоко профессиональных исполнителей, владеющих последними достижениями научно-технического прогресса. При выполнении таких технологий сводятся к минимуму экологические риски химического загрязнения, так как используются сорта (в том числе трансгенные), устойчивые к вредным организмам, применяются высокоэффективные биопрепараты, точно по назначению вносятся агрохимические средства, повышается роль биологического азота в балансе агроценозов. За счет сокращения уплотняющего воздействия на почву движителей машин, благодаря постоянной технологической колее, обогащения почвы растительными остатками вследствие повышения продуктивности агроценозов, рационального регулирования почвенных режимов предотвращается деградация почв и ландшафтов.

Возможность применения высоких технологий в последние годы значительно возросла. Появились *географические информационные системы (ГИС) и глобальные спутниковые системы позиционирования (ГСП)*, позволяющие через бортовой компьютер управлять технологическими операциями. Есть сельскохозяйственные машины, у которых норму высева, дозы вносимых удобрений и средств защиты растений можно менять в ходе движении агрегата по полю. Решающая роль при всем этом принадлежит информационному обеспечению принятия, исполнения и контроля решений.

На рисунке 5 схематично представлена структура спутникового навигационного обеспечения выполнения технологии точного земледелия.

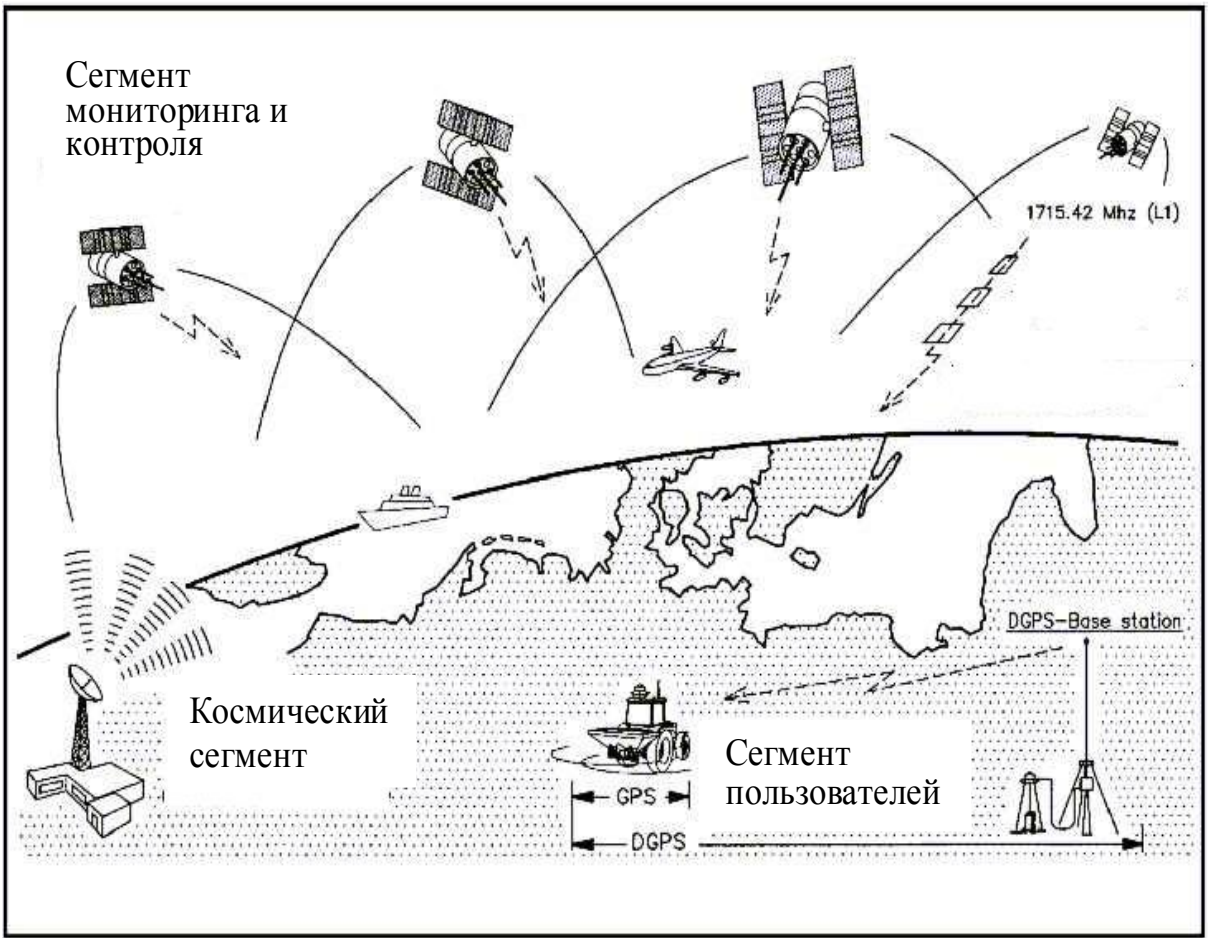

Рис. 5. Структура спутниковой навигационной системы

Разработка программы управления в точном земледелии начинается с предварительного исследования вариабельности почвенного покрова, на их основе создаются электронная карта поля и программа дифференцированной технологии. Полученные результаты вводятся в стационарный и бортовой компьютеры, реализующий их выполнение. Удобрения могут вноситься и по программе «online», где содержание азота в растениях измеряется непосредственно в процессе движения агрегата и по его дефициту, когда обеспечивается сигнал, регулирующий дозу внесения.

Для точных технологий необходимы:

1. Навигационная система – глобальная система позиционирования (ГСП) с вводом данных в бортовой компьютер.

2. Комбайны для уборки урожая с постоянным измерением его величины, в соответствии с которой бортовой компьютер задает скорость движения агрегата,

оборотов молотильного барабана и другие необходимые параметры. Использование таких комбайнов – первый шаг в переходе к точному земледелию.

3. Аппаратура для исследования изменчивости характеристик почвы в пределах поля с использованием автоматизированных средств, размещаемая на самом движителе, или на прицепном устройстве к нему.

4. Рабочие органы сельскохозяйственных машин с компьютерным управлением технологическими операциями (норма высева, дозы внесения удобрений и средств защиты растений).

5. Стационарный компьютер с программным обеспечением, выполняющий следующие функции:

- ведение картотеки полей с использованием геоинформационных систем (ГИС);
- анализ вариабельности характеристик почвенного и растительного покровов;
- формирование программы и ее запись на диск, дискету и др.

6. Бортовой компьютер с программным обеспечением, реализующим программу управления, осуществляющий:

- прием сигналов от ГСП и других датчиков в процессе движения агрегата по полю;
- накопление данных с использованием ГИС-технологии;
- управление технологическими операциями.

В базе данных накапливается и хранится вся информация, относящаяся к хозяйству, состоянию сельскохозяйственных полей, возделываемых культурах и их сортах, а также архивная и текущая метеорологическая информация, необходимая для выработки технологических решений. Данные, по каждому полю, формируются в системе географических координат, позволяющих осуществлять «привязку» ГСП-сигнала в процессе реализации технологии.

Управление в рамках ТЗ осуществляется следующим образом: например, зерноуборочный комбайн, оборудованный ГСП - приемником, движется по полю, его положение определяется и фиксируется с точность до нескольких метров. Если комбайн оборудован также оптическим датчиком учета потоков зерна, то

при объединении этих двух параметров (координат комбайна и количества зерна, поступающего в единицу времени) можно получить карту варьирования урожая. При этом отбор образцов почвы для химического анализа, а также анализ данных дистанционного зондирования проводят с точной привязкой местоположения образца к карте урожая с использованием базы данных ГИС. Далее разрабатывается стратегия обработки поля на следующий год, при этом решаются вопросы о том, какие удобрения следует вносить и как должно изменятся их количество внутри участка. Генерация оптимальной стратегии обработки поля осуществляется с помощью специального программного обеспечения, интегрированного в среду ГИС и использующего базу данных этой системы. Стратегия обработки формируется в виде тематической карты обработки.

Весной следующего года полученная карта загружается в ГИС бортового компьютера сельскохозяйственной машины, вносящей органические и минеральные удобрения. Прибыв на обрабатываемое поле, тракторист включает ГСП - приемник для определения своего местоположения, а компьютер отдает команду на внесение того удобрения, которое запланировано в необходимом количестве, как только трактор достигает требуемой точки на поле. Компьютерная система фиксирует движение трактора и может напомнить механизатору, какие участки поля остались необработанными.

Приемники глобальных позиционных систем, установленные в любом объекте (машине, агрегате) пеленгуют сигналы со спутников. Точность при этом может составлять от нескольких метров до сантиметров. Другое необходимое условие – наличие программного обеспечения, позволяющего обрабатывать и показывать пространственную информацию. Там, где по данным ГИС плодородие участка высокое, норма внесения удобрений автоматически уменьшается, и наоборот, там, где ожидается недобор урожая – доза удобрений увеличивается. Техника для внесения ядохимикатов оборудована автоматической системой контроля сорной растительности на поле, поэтому средства защиты вносят автоматически в местах появления сорняков.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие о системах земледелия, их классификация и история развития.
2. Составные части (звенья) систем земледелия.
3. Основные требования к современным системам земледелия
4. Особенности современных систем земледелия
5. Система адаптивно-ландшафтного земледелия, её особенности и сущность.
6. Точное (прецизионное) земледелие, условия его эффективного применения.
7. Агроэкономические и экологические основы систем земледелия по зонам страны.
8. Место агротехнологий в системах земледелия, связь между ними.
9. Проектирование высоких агротехнологий на примере точного земледелия.
10. Перспективы развития систем земледелия в России и за рубежом.

Модуль 2. Влияние отдельных звеньев систем земледелия на окружающую среду

2.1 Организация землепользования хозяйств, построение системы севооборотов в контексте влияния на окружающую среду

Севооборот – центральное звено современных зональных систем земледелия, поскольку он решает основную задачу – рациональное использование пашни. В понятии севооборота заложены возможности эффективного использования почвенного плодородия, биологического потенциала сельскохозяйственных культур, агроклиматических ресурсов, удобрений, средств защиты растений, машин, трудовых ресурсов с целью получения высокого урожая при одновременном сохранении и повышении плодородия почвы и охране окружающей среды.

Особое значение севооборот приобретает при решении экологических проблем. Прежде всего, он – основа правильно организованной системы почвозащитного и природоохранного землепользования в современных агроландшафтных системах земледелия. Севооборот в современном агроландшафте является надежной защитой почвы от эрозии. Севооборот также снижает химическое загрязнение почвы, водоемов, других территорий.

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия севооборот является фундаментальной базовой составляющей современных систем земледелия. Более того, роль и значение его возрастают в силу необходимости оптимизации и гармонизации взаимодействия пашни с другими средообразующими угодьями (сенокосами, пастбищами, лесами, водными источниками, заповедниками) в агроландшафтах.

Дифференцированное использование пашни в системах ландшафтного земледелия и разных типов севооборотов позволяет решать задачи по органической увязке структуры посевных площадей, севооборотов и технологий с требованиями высеваемых культур и их сортов к плодородию почвы, температурному режиму, обеспеченности питательными веществами, влагой растений в течение всей вегетации. При этом учитываются средообразующая и

почвозащитная способность каждой полевой культуры, реакция ее на степень эродированности почвы, экспозицию и крутизну склонов, и другие особенности.

При составлении схем севооборотов, безусловно, надо учитывать коньюктуру современного рынка, т.е. спрос и цены на ту или иную продукцию, не нарушая при этом требований правильного чередования культур в пространстве и во времени. Увлечение многих хозяйств монокультурой приводит к широкому распространению болезней, резкому снижению урожаев, нарушению севооборотов, а следовательно, к ухудшению ряда агрономических, экономических и экологических показателей в целом.

В современных условиях учение о севооборотах встает на новый, более высокий качественный уровень. Оценка их эффективности дается с позиции соответствия структурно-территориальным, экологическим, экономическим требованиям. Ведущей тенденцией мирового земледелия является перевод его на экологическую основу, базирующуюся на законах природы в рамках конкретного агроландшафта. Решать экологические проблемы в с.-х. производстве – это означает совершенствовать системы земледелия с ориентацией на адаптивность и биологизацию на ландшафтной основе.

Севообороты играют ключевую роль в предотвращении эрозионных процессов. Разработка противоэрозионных агротехнических мер начинается с подбора культур в севооборотах с учетом их почвозащитной способности. По мере усиления эрозионной опасности ограничивается, или исключаются чистые пары и пропашные культуры, возрастает доля многолетних трав.

Наряду с дифференцированным подбором культур и сортов в севооборотах не меньшую роль в формировании адаптивных агроэкосистем играет использование механизмов их саморегуляции и самоподдержания на основе познания взаимоотношений, которые складываются между растениями и другими организмами агрофитоценозов (конкурентных, аллелопатических, симбиотических и др.). Данный подход (агробиоценотический) постепенно набирает ускорение и дает практические результаты, например, в отношении экологизации защиты растений посредством безопасного регулирования

динамики численности популяций вредных организмов. Определенные перспективы в этом отношении открывает использование смешанных посевов и метода ловчих культур, суть которого заключается в манипулировании основными и ловчими посевами во времени и пространстве так, чтобы второстепенные растения в критический период заселялось вредными организмами в большей степени, чем основные

Важную роль при формировании структуры посевных площадей играют величина и конфигурация полей севооборотов. Если в крупных хозяйствах ориентируются на среднюю и большую площадь пашни, с широким набором культур и полей в севооборотах, то севообороты для фермерских и крестьянских хозяйств должны быть компактными с короткой ротацией и рассредоточенными сроками возделывания культур и сортов. Опыт показывает, что на полях от 10 до 100 га, окаймленных лесными полосами, урожайность культур выше, чем на полях свыше 100 га, т.к. в центре крупных полей резче проявляется недостаток углекислого газа и накопление метаболитов у культурных растений. К центру крупных полей меньше долетает полезных птиц и насекомых, там сильнее проявляется засуха и эрозия. Рациональное сочетание рабочих участков, полей севооборотов и естественных природных участков – фактор оптимизации агроландшафта.

Севообороты, так же как и системы земледелия в целом не могут быть универсальными. Свидетельство тому огромные провалы в земледелии страны, связанные с повсеместным введением то травопольных, то пропашных севооборотов. Хотя сами по себе в определенных условиях они не только нужны, но и необходимы. Севооборот должен быть ориентирован не только на производство экономически необходимой и экологически обусловленной продукции, но и соответствовать природным и производственным ресурсам. Без средств химизации во многих регионах страны, как уже отмечалось, наиболее продуктивны севообороты с высокой долей чистого пара. При насыщении же гектара пашни удобрениями появляется не только возможность, но и целесообразность чистый пар заменить занятым или ввести в севооборот вместо

него какую-то культуру, что повышает продуктивность пашни. Однако при сокращении доли пара усиливается засоренность полей, что требует более интенсивных механических обработок почвы или дополнительного применения гербицидов. Увеличивается потребность в технике и трудовых ресурсах, так как в течение сезона они используются менее равномерно. Меньше требуется азотных удобрений в севооборотах с бобовыми культурами, но, как и при высокой доле чистого пара, увеличивается потребность в фосфорных удобрениях, а иногда и в гербицидах. При замене чистого пара высокопродуктивной культурой, такой как кукуруза, например, потребность в удобрениях возрастает еще больше, причем не только в азотных, но и фосфорных, иногда – в калийных.

Для оптимизации севооборотов необходим богатый видовой состав возделываемых культур, ограничение повторных посевов, исключение бессменных посевов. Ориентируясь на плодосмен, товаропроизводитель должен возделывать несколько культур, каждая из которых нередко требует своего комплекса технических средств для возделывания, хранения, переработки. При введении в севооборот чистого пара и культур с разными сроками посева снижается потребность в трудовых и материальных затратах. При возделывании, например, одновременно озимых и яровых культур повышается не только продуктивность, но и стабильность производства продукции по годам. Погодные условия далеко не постоянны, в отдельные годы продуктивнее озимые культуры, в другие – яровые. Однако такая структура посевных площадей, рациональная с агротехнической точки зрения, экономически часто оказывается невыгодной, так как эффективность севооборотов, как и всего производства, в значительной степени зависит еще и от конъюнктуры рынка. Однако конъюнктура рынка непостоянна. В перестроечные годы по всей стране резко снизилась эффективность севооборотов с наличием фуражных культур, хотя их продуктивность, особенно на удобренных вариантах, высокая, но низкая цена на зерно овса и ячменя. Аналогичная ситуация – в севооборотах с другими кормовыми культурами, стоимость которых оценивается по стоимости животноводческой продукции, а она очень низкая. Если повысится спрос на

отечественное молоко и мясо, а с ним и цена на них, изменится экономическая эффективность севооборотов, будут решаться, в т.ч. и природоохранные задачи.

Наиболее напряженные периоды полевых работ можно разгрузить за счет увеличения доли чистого пара. Даже при одинаковой продуктивности гектара пашни в севооборотах с чистым паром трудовых и материальных ресурсов требуется меньше, чем без пара, используются они эффективнее, но это не всегда оправдано экологически. В эрозионноопасных условиях для защиты парового поля нужны дополнительные мероприятия. На черноземах южной лесостепи и степной зоны в таких севооборотах нередка повышенная минерализация органического вещества почвы, загрязнение окружающей среды нитратами, развитие водной эрозии и дефляции почв.

При замене зерновых культур пропашными силосными продуктивность пашни повышается, но одновременно значительно увеличивается потребность в дополнительной технике, других средствах, а из-за отсутствия животных силосные культуры многим предприятиям не нужны. Без химических средств в севооборотах с более широким набором культур легче контролировать сорняки, вредителей, болезни, что иногда и дешевле и экологически безопаснее. Однако совершенствование технологий производства, переработки продукции, подготовки ее к реализации, а иногда и сама реализация, тесно связаны со специализацией. От нее в значительной степени зависит научно-технический прогресс, совершенствование средств механизации и автоматизации, квалификация специалистов. С ней связана потребность в материально-технических и людских ресурсах. При производстве большого ассортимента продукции сложнее своевременно реагировать на меняющуюся конъюнктуру рынка, труднее выдерживать конкуренцию. Специализация особенно важна для малочисленных коллективов. В то же время при ограничении количества возделываемых культур, сведении их до минимума иногда усиливаются эрозионные процессы, снижается плодородие почвы.

При достаточной обеспеченности удобрениями, пестицидами, биопрепаратами и другими средствами защиты растений, при наличии

устойчивых к вредителям и болезням сортов, значение культурооборота снижается, возможность повторного возделывания культур увеличивается.

Проектирование севооборотов, как и разработка систем земледелия, должно проводиться с позиций адаптивно-ландшафтного подхода, что позволяет найти экологическую нишу каждой сельскохозяйственной культуре, подобрать близкие по агроэкологическим требованиям группы культур для имеющихся условий. Такое экологически обусловленное их размещение эффективно во всех отношениях. Оно наиболее благоприятно для получения продукции и предотвращает деградацию агроландшафтов, поскольку учитывает средообразующее влияние возделываемых культур и технологий их выращивания. В случае, когда площади земель тех или иных типов не позволяют развернуть севооборот в пространстве, чередовать культуры можно лишь во времени, что иногда даже удобнее для товаропроизводителя, так как проще изменять структуру посевных площадей в соответствии с изменившейся конъюнктурой рынка.

Помимо природных факторов, типы и размеры севооборотов определяются социально-экономическими и экологическими условиями: специализацией производства, формами организации труда, обеспеченностью трудовыми и материальными ресурсами, технической оснащенностью, решением природоохранных мероприятий и т.д.

Севообороты проектируются в пределах определенных агроэкологических типов земель. Редко севооборотные массивы бывают однородными, и проблем с нарезкой полей не возникает. Чаще, на фоне преобладающего агроэкологического типа земель (фонового), имеются включения сопутствующих типов земель различной контрастности, может быть даже пригодные для возделывания данной культуры, но при несколько иных уровнях интенсификации и соответственно других технологиях. В этом случае такие включения выделяются в пределах полей севооборотов и на них проводятся необходимые мероприятия, чтобы создать условия для возделывания культур. С особой тщательностью

формируются поля для высоких агротехнологий. Здесь все участки должны быть агроэкологически однородными, сильноконтрастные отводятся под залужение.

Размер производственных участков определяется, с одной стороны, в соответствии с требованиями экологической однородности, с другой, – социально-экономическими условиями. С уменьшением размеров участков увеличиваются производственные затраты. Так, при снижении площади участка с 20 гектар до 5 расход горючего на 1 га условной пашни увеличивается на 12-15 %, при уменьшении длины гона с 500 м до 150-200 производительность агрегатов снижает на 30-35 %. Использовать технику на больших полях с длинными гонами удобнее, но при высокой экологической пестроте сеять и убирать, из-за неравномерности достижения почвой физической спелости, приходится в несколько приемов, что увеличивает затраты.

В первую очередь подбираются поля для размещения наиболее требовательных для произрастания культур (кукурузы, сои, сахарной свеклы), пригодные для высоких агротехнологий. При недостатке необходимых площадей в поля включаются плакорные земли второй категории, пригодные для возделывания не требовательных культур с умеренными ограничениями (небольшие контуры солонцов, переувлажненных, переуплотненных, зрозионноопасных и других почвы, микрокомбинации). Все они выделяются в отдельные производственные участки, для каждого из них проектируется, а затем осуществляется локальное противоэрозионное, мелиоративное или другое улучшающее мероприятие. Необходимость пространственной дифференциации агротехнологий в пределах севооборотных полей исчезает.

После размещения наиболее требовательных культур, проектируются севообороты для менее требовательных. Им, как правило, достаются менее плодородные участки. Очень сложно проектировать севообороты для эрозионных земель, обладающих чаще всего большой неоднородностью. Здесь, как правило, приходится уменьшать размеры полей, увеличивать количество производственных участков, сокращать набор возделываемых культур, разнообразить технологии их выращивания с учетом агроэкологических условий,

резко ограничивать интенсификацию, особенно за счет использования химических средств и способов обработки почвы. На эрозионных землях, например, даже при экстенсивных и нормальных технологиях часто нельзя возделывать пропашные культуры. Иногда севооборот не удается разместить на сплошном земельном массиве, поля приходится разобщать в пространстве и среди них оказываются поля других севооборотов. Только на контурах с более спокойным рельефом имеется возможность выделять производственные участки для интенсивных технологий.

Еще сложнее проектировать севообороты для переувлажненных земель, где необходимо учитывать необычайное многообразие структур почвенного покрова и почв, сильно различающихся по своим свойствам, что резко снижает эффективность их использования. Здесь производственные участки должны быть с точно заданными параметрами. В поля севооборотов нельзя включать мозаики с неустранимой их контрастностью, а также ташеты с супесчаными почвами при близком расположении подстилающих глин. Иначе при планировке в процессе гидротехнических мелиораций они превратятся в мозаики.

При проектировании полевых севооборотов для солонцовых комплексов, в первую очередь, используются слабозасоленные земли – комплексы черноземов с наличием солонцов 10-30 %. Из-за наличия солонцовых пятен, вследствие неравномерного роста и развития растений, снижается не только урожайность, но и качество продукции, увеличиваются хозяйственные издержки, ограничиваются возможности применения интенсивных агротехнологий. Поэтому при проектировании севооборотов должна предусматриваться, где это возможно, выборочная мелиорация, а на контурах с повышенной концентрацией солонцовых пятен, особенно при пестром их расположении, сплошное гипсование.

В условиях современного адаптивно-ландшафтного земледелия обычно проводится комплексная оценка севооборотов, которая включает агротехническую, экономическую, энергетическую и экологическую оценку.

Основным показателям агротехнической оценки является выход продукции с единицы пашни, выраженный в сопоставимых величинах – зерновых, кормовых,

кормопротеиновых. При этом обязательно должны учитываться качественные показатели. При определении валового сбора продукции в севообороте суммируют основную и побочную продукцию всех культур севооборота в абсолютных показателях, например, тоннах или кормовых единицах, переваримом протеине, кормопротеиновых единицах. Полученную сумму по всем культурам севооборота делят на всю площадь и определяют выход приводимых показателей на 1 га севооборотной площади.

Продукцию некоторых культур нельзя определить в кормовых единицах и, к тому же, по всем культурам важную роль играет экономическая оценка севооборота, при которой используются следующие показатели: затраты, себестоимость, прибыль, рентабельность. В условиях современных рыночных отношений такая оценка представляется значимой, но имеет недостатки, поскольку быстро меняется экономическая ситуация, растут цены на продукцию, ГСМ, удобрения, пестициды и т.д. Зачастую экономическая оценка не соответствует быстро меняющейся обстановке.

Энергетическая оценка севооборотов носит более стабильный и объективный характер. Она основывается на сравнении произведенной энергии в единицы урожая и затраченной на ее производство. При этом рассчитывается коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ), равный отношению первого и второго показателей. Севооборот будет считаться энергетически эффективным, если КЭЭ превышает 1.

Экологическую оценку севооборота проводят по его фитосанитарному потенциалу, который показывает, прежде всего, можно ли сократить, или даже совсем не применять химические средства защиты растений. В зависимости от степени использования бобовых культур, навоза, зеленого удобрения, соломы на удобрение, посева многолетних трав и промежуточных культур может быть определена экологическая безопасная структура посевных площадей нового севооборота. Все альтернативные приемы агротехники позволяют значительно сократить применение минеральных удобрений и пестицидов, надежно защитить окружающую среду и сельскохозяйственную продукцию от загрязнения.

В дополнении к экологической оценке севообороты оценивают по почвозащитным свойствам. Это делается с учетом степени развития эрозионных процессов и наличия в севообороте культур и технологий, которые могли бы эффективно приостановить эти процессы и надежно защитить почву от дальнейшего разрушения.

Почвозащитный севооборот – это специальный севооборот, в котором состав, чередование, размещение и агротехника возделывания сельскохозяйственных культур обеспечивает защиту почвы от эрозии.

Эти севообороты:

- размещаются на землях, подверженных водной эрозии и дефляции в средней и сильной степени (склоны крутизной 3…5° и более, песчано-супесчаные почвы, особенно на ветроударных склонах);
- насыщаются почвозащитными культурами (многолетними травами, озимыми и яровыми культурами сплошного сева), ограничиваются или исключаются полностью чистые пары и пропашные культуры (рисунок 6);

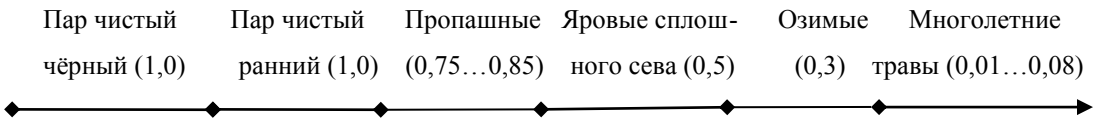

Рис. 6 Почвозащитная эффективность сельскохозяйственных культур и паров (в скобках – коэффициент эрозионной опасности)

На наиболее эродированной пашне почвозащитные севообороты осваиваются по принципу полосного (рисунок 7) и буферного (рисунок 8) земледелия. Полосы располагают поперёк склона или по его горизонталям, или поперёк господствующих ветров (рисунок 9). Ширина их на склонах колеблется от 20-30 до 40-50 м и более, на дефлируемых землях – от 30-50 до 100-150 м. Размещение и ротация культур на чётных и нечётных полосах должны быть такими, чтобы полосы почвозащитных культур защищали пары и пропашные, неустойчивые к эрозии.

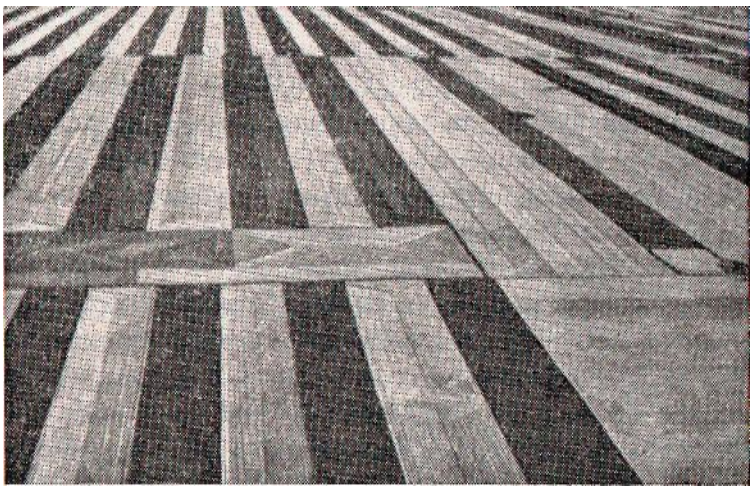

Рис. 7. Полосное размещение посевов и паров

Рис. 8. Намывы почвы у буферных

Рис. 9. Чередование на освоенном склоне полосных посевов люцерны и сорго

Когда почвозащитные культуры в севообороте занимают менее 50%, их размещают в виде буферных полос шириной 3,6 или 7,2 м и более через 25-100 м.

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности формирования севооборотов в различных агроландшафтных условиях.

2. Проектирование полей севооборотов и производственных участков

3. Особенности структуры посевных площадей и севооборотов в интенсивном земледелии.

4. Требования к предшественникам при разном уровне интенсификации агротехнологий.

5. Назначение чистого пара, его преимущества и недостатки.

6. Значение многолетних трав в севооборотах.

7. Специализация севооборотов в зависимости от почвенно-климатических, производственно-экономических и экологических условий.

8. Агроэкологические и почвозащитные задачи севооборотов в условиях АЛСЗ.

9. Комплексная оценка севооборотов в адаптивно-ландшафтном земледелии.

10. Особенности почвозащитных севооборотов на землях, подверженных водной эрозии и дефляции.

2.2 Агроэкологические принципы современных систем обработки почвы

Обработка почвы, наряду с севооборотами, является важнейшей составной частью системы земледелия, так как определяет ее интенсивность и затратность, уровень антропогенной нагрузки на агроландшафт и устойчивость почвы к эрозии, особенности применяемых машин и орудий в агротехнологиях и в конечном итоге – характер процессов массоэнергообмена в агроэкосистемах.

Обработка почвы наряду с положительным влиянием оказывает отрицательное действие на ее плодородие. Так, применение тяжеловесных тракторов и орудий уплотняет пахотный и подпахотный слои почвы. Частые рыхления, активизируя биологические процессы и минерализацию органического

вещества, приводят к значительным потерям не использованного растениями азота и снижению гумусированности почвы, а также к развитию эрозии. Поэтому разработка более экономичных технологий обработки почвы, обеспечивающих значительное снижение энергетических и трудовых затрат, не ухудшающих плодородие почвы, - непременное условие современного земледелия.

При высоком уровне интенсификации земледелия (внесение удобрений, гербицидов, мелиорантов) изменяются функции обработки и доля ее в варьировании урожайности не превышает 8-12%. Это характерно для почв с высоким потенциальным уровнем плодородия и благоприятными для растений агрофизическим свойствами. В этих условиях воздействие на почву можно минимализировать и роль обработки свести к технологическим функциям заделки удобрений, мелиорантов, гербицидов, семян и т.д. Главная задача заключается в поддержании воспроизводства плодородия, регулировании водного и воздушного режима, защите почв от эрозии.

При низком уровне интенсификации земледелия, недостаточном применении удобрений, средств защиты растений и т.д. роль обработки возрастает и заключается в мобилизации потенциального плодородия, повышении доступности питательных веществ, поддержании благоприятного для растений сложения почвы и хорошего фитосанитарного состояния.

Как показал опыт научных учреждений и передовая практика система основной обработки почвы в севооборотах должна быть комбинированной разноглубинной, включающей приемы отвальной, безотвальной, поверхностной и «нулевой» обработок в различных соотношениях и в зависимости от природно-климатической зоны, окультуренности и эродированности почвы, состава возделываемых культур, наличия паров и других условий.

Принцип **комбинированности** основной обработки в севооборотах основан на выявлении преимущества того или иного способа под отдельные культуры, их отзывчивость и конкретную целесообразность сочетания отвальных, безотвальных, минимальных приемов обработки почвы. Так эффективность отвальной обработки определяется необходимостью глубокой заделки удобрений,

сорняков, вредителей и возбудителей болезней, формированием гомогенного окультуренного плодородного пахотного слоя, более полным использованием растениями минеральных элементов, улучшением агрофизических свойств почвы. Безотвальные обработки являются влагонакопительными и эрозионноустойчивыми, сохраняют органическое вещество почвы и экологическую обоснованность их проведения. Минимальные несут функцию ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

Принцип **разноглубинности** предусматривает чередование глубокой, мелкой и поверхностной обработок в соответствии с условиями агроландшафта, биологическими требованиями культур, их отзывчивостью на мощность создаваемого пахотного слоя. Система обработки почвы в севообороте должна строиться на основе периодического чередования глубины отвальных и безотвальных обработок различными орудиями и машинами.

Принцип **минимализации** применим на хорошо окультуренных почвах, с высоким плодородием и оптимальными агрофизическими свойствами. Борьбу с сорняками на таких землях можно вести с помощью гербицидов. Наиболее эффективны в плане минимализации обработки комбинированные агрегаты с различными рабочими органами (дисковыми, роторными, чизельными, плоскорежущими) в сочетании с мульчированием почвы соломой и растительными остатками. Минимализация обработки почвы сосредотачивалась на снижении переуплотнения почвы, уменьшении потерь гумуса и питательных веществ, сокращении энергетических и трудовых затрат. Минимализация обработки почвы за счет сокращения числа и глубины основных обработок в севооборотах на почвах с благоприятными свойствами для роста растений, совмещения технологических операций, уменьшения числа проходов агрегатов по полю позволила сократить сроки выполнения работ, повысит производительность труда в 1,5-2 раза, снизить энергетические затраты на 30—40%.

Недостатком приемов минимализации обработки почвы является ухудшение фитосанитарного состояния почвы: повышение засоренности посевов, поражаемости культур болезнями и вредителями. Снижение при этом темпов

минерализации гумуса ухудшает обеспеченность культур азотом, особенно после стерневых предшественников.

Принцип **почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности приемов и технологий обработок почвы.** Он направлен на предупреждение эрозии и защиту почвы, уменьшение до нормативных пределов ее отрицательного влияния на почву и окружающую среду.

Под **системой обработки** понимают совокупность научно обоснованных приемов основной, предпосевной и послепосевной обработок почвы, последовательно выполняемых при возделывании культур или в паровом поле севооборота.

Проектирование системы обработки осуществляют в такой последовательности:

1. Проводят агроэкологическую оценку земель, в частности геоморфологических условий (крутизна, форма склонов, микрорельеф), почвенного покрова, физических и физико-химических свойств почв.

2. Определяют место глубоких обработок под культуры в севообороте и их периодичность с учетом биологических особенностей культур. Планируют приемы минимализации основной и предпосевной обработок под культуры севооборота с учетом равновесной и оптимальной для роста и развития растений плотности почвы;

3. Определяют последовательность и сроки выполнения приемов основной, предпосевной обработок с учетом предшественников, способов и сроков внесения органических и минеральных удобрений, мелиорантов, гербицидов. Подбирают состав почвообрабатывающих агрегатов, не вызывающих переуплотнения почвы и обеспечивающих оптимальное качество ее обработки;

4. Рассчитывают потребность хозяйства в почвообрабатывающих и посевных агрегатах с учетом продолжительности выполнения технологических операций и интенсивности использования сельскохозяйственной техники.

В зависимости от глубины воздействия на почву и назначения различают *основную, предпосевную и послепосевную* обработки. К приемам основной

обработки относят различные *виды:* вспашки плугами с отвалами или без отвалов, рыхление почвы плоскорезами - глубокорыхлителями, чизелевание, фрезерование и др. *Приемы поверхностной обработки почвы* - лущение, культивация, боронование, прикатывание, окучивание, шлейфование и др.

Главным направлением совершенствования систем обработки почвы является сокращение глубины и частоты обработки, совмещение технологических операций по соображениям энергосбережения и экономичности.

Современным системам земледелия соответствуют дифференцированные технологии основной обработки почвы в зависимости от биологических особенностей культур, ландшафтных условий, засоренности полей, климатических условий, степени проявления эрозии и ряда других условий.

Предпосевная и послепосевная системы обработки под культуры не отличаются подобного типа разнообразием, однако, также зависят от ряда условий.

От способа, срока и качества основной обработки почвы зависят влагонакопление и защита ее от эрозии, баланс доступных питательных веществ и биологическая активность, количество и состав сорняков, вредителей и болезней, качество проведения технологических операций по возделыванию всех культур. Воздействие различных почвообрабатывающих орудий должно обеспечить рыхление пахотного и подпахотного горизонтов, оборот верхнего слоя с одновременной заделкой растительных остатков и уничтожением сорной растительности, хорошее перемешивание почвы с удобрениями, выравнивание поверхности обработанного поля и т.д.

В России выделяют следующие ***системы обработки почвы***: отвальная разноглубинная, безотвальная, плоскорезная, мульчирующая, нулевая, минимальная, комбинированная.

В таблице 5 приводится характеристика современных систем обработки почвы, наибольшее распространение среди которых получила комбинированная.

Таблица 5

Характеристика систем обработки почвы

№ п/п	Система обработки почвы	*Характеристика системы*
1	Отвальная	обработка почвы отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием ее слоев
2	Безотвальная	обработки почвы плоскорежущими орудиями с сохранением большей части послеуборочных остатков на ее поверхности.
3	Минимальная	обработка почвы, обеспечивающая уменьшение энергетических, трудовых или иных затрат путем уменьшения числа, глубины и площади обработок, совмещение операций, применения гербицидов.
4	Мульчирующая	сочетание механической обработки почвы и оставления на ее поверхности измельченных растительных остатков.
5	Комбинированная	сочетание отвального, безотвального и поверхностного способов обработки почвы.
6	Нулевая	отсутствие механической обработки, с посевом культуры в необработанный слой почвы.
7	Гребне - грядовая	обработка орудиями со специальными приспособлениями с нарезкой гребней и гряд

Набор приемов при *отвальной системе* обработки почвы включает: вспашку, обычную культурную, гребнистую, плантажную, ярусную, мелиоративную и др. (формирует пахотный слой, заделывает удобрения; мелиоранты, растительные остатки, сорняки, болезни и вредители), лущение (обеспечивает рыхление, частичное оборачивание и перемешивание почвы, а также подрезание сорняков); дискование почвы (обеспечивает крошение, частичное перемешивание почвы и уничтожение сорняков); боронование (обеспечивает крошение, рыхление и выравнивание поверхности почвы, а также частичное уничтожение проростков и всходов сорняков); фрезерование (обеспечивает рыхление, крошение и тщательное перемешивание почвы); прикатывание (выравнивает поверхность поля).

Приемы отвальной обработки активизируют деятельность почвенной биоты, что способствует повышению минерализации органического вещества и улучшению питательного режима почвы.

Однако отвальная обработка ведет к увеличению испарения влаги и развитию эрозии почвы, способствует активизации биологических процессов и ускорению разложения гумуса. Отвальной обработке сопутствует

невыровненность микрорельефа, наличие отвальных гребней и развальных борозд, которые в дальнейшем обуславливают недружность появления всходов, роста и созревания растений, что влечет за собой потери урожая при его уборке и снижает производительность комбайнов. Оголенная от пожнивных остатков почва подвергается перегреву и иссушению под воздействием прямых солнечных лучей; За время, затраченное на вспашку, можно втрое большую площадь обработать противоэрозионным культиватором или тяжелой дисковой бороной, в 1,5-2 раза больше - чизельными и плоскорезными рыхлителями и сохранить растительную мульчу на поверхности почвы.

Система *безотвальной обработки* эффективна на хорошо окультуренных почвах, слабо засоренных многолетними сорняками, и на склоновых землях. Безотвальная обработка включает периодическое глубокое безотвальное рыхление от 22 до 30 см под пропашные, зернобобовые культуры в сочетании с поверхностными и мелкими обработками под культуры сплошного посева. На тяжелых почвах безотвальное рыхление под озимые культуры проводят на меньшую глубину (18-20 см). При поверхностной мелкой обработке применяют плоскорезные, дисковые и фрезерные орудия или комбинированные агрегаты, сочетающие обработку почвы и посев. Заделку органических удобрений осуществляют тяжелыми дисковыми боронами или в систему включают приемы отвальной обработки. Безотвальная обработка может быть проведена плугами без отвалов, плоскорезами, глубокорыхлителями, чизелями и др.

При безотвальной обработке меньше, чем при отвальной, разлагается гумус и испаряется влага, повышается противоэрозионная устойчивость почвы, но ухудшаются условия для борьбы с сорняками. При применении безотвальной обработки почвы надо запастись гербицидами, чтобы быть готовым к вспышке засоренности полей.

Широкое распространение получает *чизельная обработка* почвы. Ее рассматривают как эффективный прием рыхления уплотненных слоев почвы и разрушения плужной подошвы. Она предусматривает сочетание в севообороте глубокого чизелевания почвы на 35-40 см под пропашные, на 25-27 см под

озимые с поверхностной и мелкой обработкой под культуры сплошного посева. При глубоком чизелевании разрыхляется плужная подошва, улучшаются агрофизические свойства почвы в пахотном слое, что способствует отводу избыточной воды. Создание ступенчатого профиля в подпахотных слоях с вертикальным чередованием разрыхленных и неразрыхленных зон способствует предохранению почв от последующего уплотнения ходовыми системами тракторов и смыва ее на склоновых землях. Проникновение корневых систем растений, особенно многолетних трав, в разрыхленные зоны усиливает эффект последействия чизелевания и его положительное влияние на агрофизические свойства подпахотных слоев. Периодическое чизелевание повышает урожайность сельскохозяйственных культур, увеличивает продуктивность культур севооборота. После чизельной обработки с осени не происходит сплошного замерзания почвы, что обеспечивает благоприятные условия для впитывания талых вод и уменьшения их стока, особенно если она проводится в возможно более поздние сроки поперек склона.

По мере повышения культуры земледелия, роста квалификации специалистов, внедрения интегрированной системы защиты растений, увеличения парка современных тракторов и сельхозмашин нового поколения и т.п. все большее распространение получают энергосберегающие системы земледелия, такие как минимальная, нулевая и мульчирующая обработки.

Минимальная обработка почвы - это научно обоснованная система обработки, обеспечивающая снижение энергетических затрат путем уменьшения числа и глубины обработок, совмещения операций и приемов в одном рабочем процессе или уменьшения площади обрабатываемой поверхности поля при использовании гербицидов для борьбы с сорняками.

Основные направления минимализации обработки почвы имеют зональный характер и сводятся к следующему:

-сокращение числа и глубины обработок в сочетании с применением гербицидов для борьбы с сорняками;

-замена глубоких обработок поверхностными, плоскорезными и использование широкозахватных орудий;

-совмещение нескольких технологических операций и приемов путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов. Использование комбинированных машин и орудий уменьшает число проходов по полю тракторного агрегата, что ведет к уменьшению затрат, сокращению сроков проведения полевых работ и менее уплотняет почву;

-применение полосной предпосевной обработки при выращивании широкорядных культур в сочетании с внесением гербицидов.

Важным условием эффективной минимализации обработки почвы является высокий уровень агротехники, строгое соблюдение технологии, проведение механизированных работ в оптимальные агротехнические сроки и с хорошим качеством, использование эффективных средств защиты растений, внесение удобрений с учетом планируемого урожая.

При **нулевой (No-till) технологии** почва остается без механической обработки. Так называемый прямой высев проводят специальными сеялками, а для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями используют пестициды. Сегодня в мире по нулевой и минимальной технологиям возделывается около 60 млн. га зерновых и 200 млн. га масличных культур, и эти площади неуклонно растут. Обоснованием их применения является то, что почвы с высоким содержанием гумуса (более 3,5%) не нуждаются в интенсивной обработке для регулирования агрофизических процессов. Они способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность под влиянием естественных факторов. Суть сберегающих технологий обработки почвы сводится к сокращению и даже полному отказу от высокозатратных и энергоемких операций по основной и предпосевной обработке почвы. Неотъемлемой частью минимальной и нулевой систем обработки почвы является периодическое разрушение плужной подошвы глубокорыхлителями.

В основе *комбинированной системы обработки* почвы лежит сочетание в севообороте периодической вспашки, безотвального рыхления пахотного слоя на

глубину до 25-30 см под пропашные, зерновые и зернобобовые культуры с поверхностной или мелкой (дисками, культиватором, чизелем, фрезой и др.) обработкой на 10-14 см под культуры сплошного сева (озимые, однолетние травы, овес). Составным элементом комбинированной системы обработки являются периодическое глубокое (30-40 см) безотвальное рыхление или чизельная обработка один раз в 3-4 года.

Главным направлением совершенствования комбинированных систем обработки почвы является сокращение глубины и частоты обработки, совмещение технологических операций по соображениям энергосбережения и экономичности.

Весенняя предпосевная подготовка почвы начинается при наступлении ее физической спелости, т. е. когда она рассыпается, не мажется. Весной, в условиях нарастающей температуры, для сохранения влаги в почве необходимо выровнять поверхность поля, создать рыхлый мульчирующий слой почвы боронованием или боронованием со шлейфованием под углом 30-45° к вспашке.

Весной, при достижении почвой физической спелости, проводят боронование зяби для рыхления почвы, разрушающее капилляры и уменьшающее потери почвенной влаги, а также для выравнивания поверхности. Выровненная поверхность почвы необходима, чтобы обеспечить посев семян на одинаковую глубину и получить дружные всходы, что важно для всех, особенно для низкорослых, полегающих и других культур (ячмень, горох, вика, соя и др.), требующих низкого среза растений при уборке. Поэтому допосевные обработки должны обеспечить выровненность поверхности почвы (отсутствие гребней, борозд, глыб, наволоков, пучков соломы и т.п.) с помощью различных приемов (выравнивание, шлейфование, боронование и др.), которые на равнинных полях выполняют осенью, на склоновых - весной.

Для дружного прорастания семян им необходимо обеспечить приток влаги, воздуха и тепла в оптимальных количествах путем своевременного посева в хорошо подготовленную влажную, воздухопроницаемую и прогретую почву. Народная мудрость учит, что «семена надо положить на твердое ложе и прикрыть их пуховым одеялом» (кроме клубней картофеля, которые укладывают «на

пуховую перину и укрывают пуховым одеялом»). Другими словами, семена при посеве должны лечь на твердую неразрыхленную почву (на так называемое «посевное ложе»).

Твердое посевное ложе, имея повышенную капиллярность, обеспечивает приток к семенам капиллярной влаги из нижних слоев почвы, а рыхлый слой почвы над семенами не препятствует доступу воздуха к ним. Предпосевное рыхление почвы путем культивации должно быть не глубже оптимальной глубины посева семян. Однако это требование бывает трудно выполнить, особенно при посеве мелкосемянных культур (рапс, амарант и др.), поскольку их оптимальная глубина посева (от 0,5 до 2 см) мельче, чем глубина хода зубьев бороны и лап культиватора (до 5-6 см), которые проводят при ранневесеннем бороновании и культивации гребнистой зяби. Тогда после культивации приходится проводить допосевное прикатывание почвы, чтобы ограничить глубину хода сошников сеялки. В таких случаях иногда бывает целесообразным допосевную обработку почвы (выравнивание и подрезание сорняков) провести осенью (полупар), а ранний посев мелкосемянных культур - весной при физическом созревании почвы без предварительного боронования почвы.

При возделывании поздних культур до их посева обычно проводят ранневесеннее боронование и две-три культивации для механического уничтожения появляющихся всходов сорняков. Первую культивацию проводят для заделки в почву внесенных удобрений на глубину 8-10 см (до 12 см) при появлении ранних сорняков, вторую или третью (предпосевную) - на глубину посева культуры после массового появления поздних (просовидных и др.) сорняков.

При сухой погоде бывает целесообразно прикатать почву вскоре (при подсыхании подрезанных сорняков) после первой культивации для уменьшения высыхания верхнего слоя почвы, улучшения контакта мелкосемянных просовидных и других семян сорняков с почвой и более дружного появления их всходов, чтобы полнее уничтожить их предпосевной культивацией.

Большинство приемов основной и допосевной обработки почвы энергозатратны и связаны с вредным воздействием на нее тяжеловесной сельскохозяйственной техники. Поэтому необходимо соблюдать принципы минимализации обработок, исключив ненужные и малозначимые агроприемы, шире использовать комбинированные многофункциональные и широкозахватные агрегаты, значительно уменьшающие число проходов техники по полю, особенно в весенний период. Это важно как в экономическом, так и в экологическом отношении. При построении системы обработки почвы в севооборотах учитывают следующие принципы (таблица 6)

Таблица 6

Принципы построения системы обработки почвы в севооборотах

№ п./п.	Принципы	Характеристика принципов
1	Комбинированности	предусматривает последовательное сочетание в севооборотах различных способов и приемов обработки почвы (отвальной, безотвальной, поверхностной, «нулевой») с использованием соответствующих машин и орудий
2	Разногубинности	предусматривает обоснованное чередование глубокой, средней, мелкой и поверхностной обработок почвы в соответствии со складывающимися условиями
3	Минимализации	подразумевает сокращение количества и глубины обработки почвы или отказ от нее с использованием, в т.ч. комбинированных машин и агрегатов, или прямого посева.
4	Почвозащитной целесообразности	направлен на предупреждение развития водной и ветровой эрозии почвы с использованием почвозащитных агрегатов и орудий
5	Экологической адаптации	уменьшение возможного отрицательного влияния обработки на почву и окружающую среду.

Вопросы для самоконтроля

1. Принципы обработки почвы и их реализация в современных системах земледелия.

2. Проектирование системы обработки почвы под отдельные культуры и в севообороте

3. Альтернативные системы обработки почвы в севооборотах современного земледелия.

4. Место обработки почвы в технологическом цикле возделывания с. – х. культур на природоохранной основе

5. Приемы, способы основной обработки почвы и их сочетание в севооборотах.

6. Минимизация обработки почвы как глобальная тенденция экологизации систем земледелия.

7. Особенности нулевой обработки почвы и ее освоение на почвозащитной основе.

8. Условия и предпосылки освоения «No till».

9. Обработка почвы в технологии точного земледелия.

10. Экологическая оценка систем обработки почвы в условиях современных систем земледелия и высоких агротехнологий..

2.3 Применение удобрений в зависимости от агроэкологических и производственных условий

Система внесения удобрений – комплекс последовательно производимых операций по внесению удобрений под отдельную культуру и в севообороте. Она предусматривает дозы, приемы, сроки и способы внесения удобрений Удобрения следует вносить так, чтобы они были доступны для растений в течение вегетационного периода, находились в зоне развития корневой системы, способствовали ее росту и минимально фиксировались почвой. Очень важно приблизить сроки внесения удобрений к периоду интенсивного потребления элементов питания растениями с учетом их биологии и сортовых особенностей, а также вносить общую дозу удобрения в несколько приемов. Различают основное (допосевное), припосевное (рядковое, гнездовое) и послепосевное (подкормка) внесение удобрений.

Основное удобрение предназначено обеспечивать растения элементами питания на весь период его развития. Его вносят вразброс или локально.

Разбросной способ должен обеспечивать равномерное распределение удобрений по площади поля, а при *локальном* – удобрения размещают очагами в зоне развития корневой системы с целью повышения коэффициента использования питательных веществ. Более прогрессивным и экономным способом внесения удобрений является локальный. Оптимальный интервал между лентами при локальном внесении удобрений для зерновых составляет 12-17см, для пропашных – 20-30 см при глубине размещения лент 12-15см.

В основное удобрение вносят навоз, известковые материалы, фосфорные и калийные удобрения, а также часть азотных в аммиачной форме, поскольку в нитратной форме азот вымывается из пахотного горизонта почвы, локализуется в нижележащих слоях почвы, ухудшая, в целом, агроэкологическую обстановку. Под озимые культуры в основное удобрение вносят не более 50 % общей дозы азота. Избыточное азотное питание с осени приводит к уменьшению сахаров в растениях и снижению их зимостойкости, накоплению нитратов в растениях.

Припосевное (рядковое) удобрение вносят одновременно с посевом или посадкой полевых культур непосредственно в рядки или заделывают лентами на некотором удалении от них. Припосевное удобрение позволяет растениям за короткий срок сформировать хорошо развитую корневую систему. Значение припосевного ленточного удобрения возрастает с появлением отечественных и зарубежных комбинированных сеялок, которые позволяют размещать туки ниже и сбоку от рядков семян. Удобрения с семенами не контактируют, они разделены прослойкой почвы. Всходы растений больше нуждаются в фосфоре, чем в азоте и калии, поэтому в составе рядкового удобрения преобладает фосфор. Удобрения, используемые при посеве, должны хорошо растворяться и легко усваиваться молодыми растениями, без избыточного остаточного накопления в почве.

Послепосевное удобрение (подкормки) применяют для направленного формирования элементов продуктивности и повышения качества продукции. На посевах яровых злаков подкормки азотом проводят в фазы кущения и колошения, а озимых – 1-я – по таломерзлой почве, 2-я – в начале трубкования и 3-я – в

начале колошения и цветения (некорневая). На посевах пропашных культур подкормку совмещают с культивациями междурядий.

Фосфорно-калийные подкормки часто малоэффективны и ими нельзя заменить основное удобрение, они целесообразны только на бедных почвах при отсутствии или недостаточном внесении основного удобрения, когда симптомы голодания растений обнаруживаются по внешним признакам.

Некорневая подкормка дает возможность воздействовать на растение в те периоды, когда наиболее остро ощущается потребность в том или другом элементе. Некорневые подкормки микроэлементами обычно совмещают с азотными подкормками, обработкой гербицидами, фунгицидами или инсектицидами, что является экологически более безопасно.

Удобрение в запас – внесение повышенных доз фосфора и калия за один прием в расчете на 2-4 года. Впрок вносят удобрения под многолетние травы, сенокосы и пастбища. Целесообразность запасного внесения фосфора и калия под многолетние травы увеличивается в связи с тем, что поверхностное внесение фосфорных и калийных удобрений в сухие годы неэффективно.

Срок и глубина внесения удобрений имеют большое значение. Вымывание нитратов в основном происходит в ранневесенний и позднеосенний периоды, когда на поле нет растений. Потери азота из внесенных осенью нитратных удобрений достигают 10-40 % и более. Чем короче срок внесения азотных удобрений до появления всходов растений, тем меньше потери азота. В результате процесса иммобилизации около 10-12 % азота нитратных и 30-40 % аммонийных и амидных удобрений закрепляется в почве в органической форме. Интенсивность иммобилизации возрастает при внесении в почву органического вещества бедного азотом, но богатого клетчаткой (стерня и солома злаков, соломистый навоз и др.).

При мелкой заделке аммонийных и амидных удобрений возможны потери аммиака, которые возрастают с увеличением pH почвы и норм удобрений. На легких почвах потери аммиака исключаются при заделке на глубину 12-15 см и, на суглинистых почвах – соответственно на 10-12 см. На суглинистых и

глинистых почвах аммиачную воду и безводный аммиак можно вносить осенью в качестве основного удобрения, а на супесчаных и песчаных почвах – только весной перед посевом. При необходимости внесения больших доз азота важно сочетать минеральные и органические удобрения, что позволяет значительно уменьшить дозу минерального удобрения, способствует лучшему и более эффективному его использованию. Эффективность азотных удобрений можно повысить, применяя медленнодействующие и капсулированные удобрения с контролируемой скоростью высвобождения азота, а также применяя ингибиторы нитрификации (пикохлор и джакос), которые повышают агроэкологическую эффективность азотных удобрений на 10-20 %. Продолжительность действия ингибиторов – 1,5-2 месяца.

Фосфорные и калийные удобрения существенно повышают урожайность культур при малом и среднем содержании в почве подвижных форм фосфора и калия. Однако припосевное фосфорное удобрение эффективно и на почвах с высоким содержанием подвижного фосфора. Фосфаты, растворимые в воде, можно применять на всех почвах под все культуры севооборота, но они более эффективны при внесении в рядки, лунки, борозды перед посевом культуры, а труднорастворимые фосфаты – на кислых почвах при внесении под основную обработку почвы. Труднорастворимые удобрения надо смешивать с большим объемом почвы, а легкорастворимые – должны иметь меньший контакт с почвенными агрегатами в целях меньшего поглощения и закрепления почвой фосфорной кислоты удобрения. Калия больше в вегетативных органах растений, и при оставлении нетоварной продукции в поле значительная часть калия возвращается в почву. На суглинистых и глинистых почвах всю норму калийных удобрений вносят осенью под основную обработку почвы.

Микроудобрения (борная кислота, молибдат аммония, сульфат меди, сульфат цинка, сульфат кобальта и др.) применяют при предпосевной обработке семян и некорневой подкормке растений. Существуют комплексные формы микроудобрений, содержащих несколько микроэлементов в более доступной для

растений хелатной форме (акварин, кристалон и др.). Микроудобрение тенсо - коктейль предназначено для обработки семян перед посевом..

Наиболее перспективна обработка семян микроэлементами при их инкрустации и дражировании. Раствор для обработки семян должен содержать 2-3 микроэлемента, наиболее дефицитных для возделываемой культуры. Рекомендуемые дозы микроудобрений следует дифференцировать в зависимости от сроков внесения, вероятности негативного воздействия на окружающую среду.

Дозы минеральных удобрений для допосевного внесения и подкормок в годовых планах применения удобрений при нормальных, интенсивных и особенно высокоинтенсивных агротехнологиях под каждую культуру необходимо ежегодно корректировать с учетом конкретного размещения их по полям и различий в показателях плодородия полей и участков в каждом севообороте, а также в зависимости от конкретных погодно-агротехнических и материально-экономических условий прошедшего и текущего года следующим образом.

Последовательность разработки системы удобрений.

1. По материалам последнего агрохимического обследования почв (картограммы и паспорта полей) определяется класс обеспеченности элементами питания почвы полей и участков, на которых будет размещаться та или иная культура севооборота на следующий год. Если содержание подвижных форм элементов питания в почве соответствует средневзвешенной обеспеченности всего севооборотного массива (4 классу), доза соответствующего удобрения остается неизменной, поправочный коэффициент к дозе равен 1. Если почва в этом поле (участке) беднее, чем в среднем по севообороту (2 или 3 класса), доза соответствующего удобрения возрастает на 20 или 40 %, т.е. поправочный коэффициент к дозе будет 1,2 или 1,4. Если почва в этом поле (участке) богаче, чем в среднем по севообороту (1 или 2 класса), доза удобрения снижается на 20 или 40 %, т.е. поправочный коэффициент к дозе будет 0,8 или 0,6.

2. Учет погодных и агротехнических условий прошедшего года осуществляют по уровням полученных урожаев предшественников культур, размещаемых в конкретных полях. Если урожайность предшественника

соответствует планировавшейся для конкретной технологии, то скорректированные по плодородию этого поля дозы фосфорных и калийных минеральных удобрений остаются неизменными, т.е. поправочный коэффициент равен 1,0. Если урожайность предшественника оказалась на 20-30 % выше (ниже) планировавшейся, то дозы фосфорных и калийных минеральных удобрений соответственно снижают (повышают) на 20-30 %, т.е. поправочные коэффициенты к дозам удобрений будут равны соответственно 1,2-1,3 (0,8-0,7).

3. Материально-экономические условия зависят от ежегодных возможных изменений в накоплении органических (навоза) и приобретении минеральных удобрений. Их учет осуществляют, изменяя дозы, полученные после первых двух коррекций. Если количество навоза за текущий год возросло (уменьшилось) на 10-20 %, его вносят в изменившейся дозе под ту же культуру, но при этом, одновременно, уменьшают (увеличивают) дозы всех применяющихся минеральных удобрений под эту культуру соответственно на 10-20 %, т.е. применяют поправочный коэффициент 0,9-0,8 (или 1,1-1,2) соответственно. Если изменилось количество минеральных удобрений на 10-20 %, то дозы их изменяют на соответствующую величину под всеми культурами, обязательно сохраняя установленные соотношения N : P_2O_5 : K_2O, согласно предыдущей коррекции. Одновременно на соответствующую величину изменяют уровни планируемых урожаев. Если общее количество минеральных удобрений осталось прежним, но изменилось соотношение между их видами (N : P_2O_5 : K_2O), то снижают дозы преобладающих видов до уровня минимального, соблюдая те же соотношения под всеми культурами, что были после предыдущей коррекции. Одновременно снижают уровни ожидаемых урожаев. Избыток преобладающих видов минеральных удобрений может быть использован в других севооборотах и угодьях или останется переходным фондом их на следующий год.

Перед внесением ранее откорректированных в годовом плане доз азотных удобрений под все культуры при нормальной, интенсивной и высокоинтенсивной технологиях обязательно следует еще раз скорректировать по результатам почвенной и растительной диагностики в следующем порядке:

1. За 1-2 дня до внесения любых азотных минеральных удобрений в почву перед посевом осенью или весной под каждой культурой определяют экспресс - методами содержание нитратов в пахотном слое (считая, что каждые 10 мг/кг эквивалентны 30 кг/га N) и вычитают полученную величину из ранее скорректированной дозы. Поэтому, если после всех коррекций в годовых планах будут получены столь малые дозы, их следует добавить к соответствующим дозам предшествующей культуры.

2. При корневых подкормках дозы азотных удобрений корректируются по результатам экспресс - анализов растений (растительной диагностики) с помощью поправочного коэффициента K_1 к скорректированной дозе годового плана.

Экономически эффективны после подобных коррекций дозы корневых азотных подкормок более 20 кг/га при разбросном и более 10 кг/га при локальном способах внесения.

Локальное внесение в почву не только азотных, но и фосфорных, калийных и органических удобрений повышает их оплату прибавками урожаев всех культур на 20-30 % и более по сравнению с разбросным внесением и последующей заделкой в почву.

В ходе активной вегетации особое внимание уделяется оптимизации азотного режима агроценозов. Для контроля за обеспеченностью растений азотом используют методы почвенной, а также тканевой и листовой диагностики, по результатам которых судят о целесообразности некорневых подкормок.

Многие показатели почвенной диагностики питания растений отражены в агрохимических паспортах (картограммах) полей и участков - обеспеченность подвижными формами фосфора, калия, микроэлементов, реакция, степень насыщенности основаниями, содержание гумуса – и учитываются разработчиками систем удобрения при коррекциях доз соответствующих удобрений и мелиорантов в годовых планах их применения по рекомендациям зональных научно-исследовательских учреждений. Наибольшие трудности обычно возникают при коррекции доз азотных удобрений при допосевном их внесении. Для этого необходимы оперативные результаты обеспеченности почвы полей и

участков минеральными и легкогидролизуемыми формами азота, количество которых сильно варьирует в различных условиях. За 1-2 дня до внесения азотных удобрений необходимо определить запасы усвояемых форм его в почве. Существуют разные методы таких определений (аммиачных, нитратных или легкогидролизуемых форм его или суммы первых двух) в слоях почвы (0-20, 0-40 см и т. д. вплоть до одного метра) с последующим пересчетом с учетом коэффициентов использования соответствующей культурой и вычитанием полученного количества из установленной дозы. Зональные институты располагают адекватными методиками, которые позволяют более эффективно использовать имеющиеся ресурсы. Существует упрощенный метод, основанный на определении суммы аммиачного и нитратного азота в пахотном слое почвы, перевода его в кг/га и вычитании полученной величины из установленной дозы.

Цель тканевой диагностики - выявление необходимости ранней азотной подкормки. Для этого определяют содержание нитратного азота в свежих растениях в период кущения — выхода в трубку. При анализе используют экспресс-лабораторию. Специалисты хозяйств или технические работники, прошедшие специальное обучение, отбирают по диагонали поля 20 типичных растений. Азотные подкормки проводят при показаниях прибора от 1 до 4 баллов. При 4,1—5,5 балла применение поздней азотной некорневой подкормки улучшает качество зерна. В этом случае в период колошения—цветения необходима листовая диагностика**.** Для этого со 100 – 150 растений отбирают два верхних листа. Пробы листьев доставляют в ближайшую агрохимическую лабораторию в течение 4 - 6 часов. Там делают анализы по методикам, утвержденным ГОСТами.

Существуют и другие методы и модификации коррекции доз азотных подкормок по результатам листовой или тканевой обеспеченности растений. В частности, при ее проведении учитывается, что в растениях озимой пшеницы и её органах в течение вегетации в зависимости от условий питания, этапа органогенеза, интенсивности нарастания биомассы и складывающихся условий погоды изменяется не только содержание, но и соотношение элементов питания. Поскольку это имеет существенное значение для физиолого-биохимических

процессов потребления, накопления и перераспределения по органам элементов питания, при определении нуждаемости в них растений, целесообразно учитывать как «критические уровни» содержания азота и фосфора, так и их соотношение.

Содержание азота на четвертом этапе органогенеза, в среднем для интенсивных сортов на уровне 4,82 %, фосфора 0,96 % и соотношении $N:P_2O_5 = 5$ можно считать оптимальным. Таким посевам подкормка не требуется. При содержании азота на уровне оптимального, но сдвиге соотношения в сторону недостатка фосфора, ($N:P_2O_5 > 5$), посевам требуется подкормка фосфорными удобрениями. В случае недостатка азота на фоне оптимального содержания фосфора, (соотношение < 5), эффективной будет, прежде всего, азотная подкормка. Содержание обоих элементов ниже критического, указывает на необходимость азотно-фосфорной подкормки комплексными удобрениями.

Корневая подкормка производится аммиачной селитрой весной в фазу кущения. Время проведения некорневой подкормки – с конца цветения до молочной спелости зерна.

Важную роль при проведении поздних подкормок играет выбор препарата и технология его внесения. Поскольку листовой аппарат пшеницы в период формирования и налива зерна весьма уязвим, а работы по проведению подкормок осуществляются при высоких температурах воздуха, необходимо проявлять особую осторожность, чтобы его не повредить.

Рабочий раствор для некорневой подкормки готовят из расчета 65 кг мочевины на 150 л воды, получая 200 л раствора на 1 га. Выгодно в раствор удобрений добавить кристалон 1 кг/га. Для авиационных подкормок применяют плав по 100 л/га. Подкормки проводят рано утром и вечером, что связано с погодными условиями и состоянием окружающей среды.

Перед проведением подкормок в засушливых регионах необходимо учитывать условия влагообеспеченности. Запасы продуктивной влаги в почве должны быть не менее 100 мм в метровом слое для черноземов и 80 мм для каштановых почв. При более низких запасах влаги эффективность некорневых азотных подкормок, резко снижается. При быстром нарастании температур

весной эффективность подкормок также невелика. Зато при условиях достаточной влагообеспеченности, холодной и дождливой весны, проведение азотных подкормок благоприятно сказывается на продуктивности посевов озимой пшеницы.

Технологические операции по внесению минеральных удобрений в высоких технологиях (точном земледелии) составляют существенную часть себестоимости всей агротехнологии и как следствие - себестоимости конечной продукции. Также внесение минеральных удобрений существенно влияет на экологическую обстановку и качество конечной продукции. В настоящее рассчитывает дозу удобрения усреднено, то есть одну на все поле или производственный участок. На самом деле потребность в удобрении на разных участках поля может значительно отличаться. В результате создается переизбыток удобрений на одних участках поля и нехватка на других, что соответственно влияет на количество и качество урожая, а также экологическую обстановку. Современные технические и информационные средства позволяют обеспечить дифференцированное внесение удобрений в соответствии с микроструктурой почвенного покрова (рисунок 10).

Рис. 10. Основные элементы блоков технологии дифференцированного применения удобрений

Внесение удобрений осуществляется дифференцировано на основе карты-задания, полученной в результате координатной оценки содержания питательных элементов в почве, потенциальной урожайности, а также программы применения удобрений, которая может находиться в базе данных.

Точное земледелие предполагает два режима внесения удобрений - *off-line* и *on-line.* Режим *off-line* предусматривает предварительную подготовку на стационарном компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно привязанные с помощью GPS дозы удобрений для каждого элементарного участка поля. Для этого осуществляется сбор необходимых данных о поле, на основании которых проводится расчёт дозы для каждого элементарного участка поля, тем самым формируется (в специальной программе) карта-задание. Затем она переносится на чип-карте (носителе информации) на бортовой компьютер сельскохозяйственной техники, оснащённой GPS-приёмником, и выполняется заданная операция. Трактор, оснащенный бортовым компьютером, двигаясь по полю, с помощью GPS определяет свое местонахождение. Компьютер считывает с чип-карты дозу удобрений, соответствующую месту нахождения и посылает сигнал на контроллер распределителя твердых удобрений или опрыскивателя. Контроллер же, получив сигнал, выставляет нужную дозу.

Режим реального времени *(on-line)* предполагает предварительное определение агротребований на выполнение операции по внесению удобрений и мелиорантов, а соответствующая доза определяется непосредственно во время выполнения операции. Агротребования в данном случае - это количественная зависимость дозы агрохимикатов от показаний датчика, установленного на сельскохозяйственной технике, выполняющей операцию, и сканирующего посев. Результаты выполнения операции (дозы и координаты, обработанная площадь, время выполнения и фамилия исполнителя) записываются на чип-карту.

Комплектация технического обеспечения реализации агроприемов в системе точного земледелия существенно зависит от режима их выполнения. В этой связи точные (прецизионные) технологии предполагают использование различной информационной и технической базы.

Далее на примере внесения минеральных удобрений рассмотрим две прецизионные технологии, реализация которых осуществляется в режимах *off-line* и *on-line.*

Первая технология предусматривает внесение минеральных удобрений в режиме *off-line* и имеет в качестве информационно-технической базы *мобильный автоматизированный комплекс для создания электронных карт полей и агрохимического обследования.* Он состоит из следующих функциональных компонентов:

- движитель;
- автоматический почвенный пробоотборник;
- спутниковая система позиционирования (GPS);
- бортовой компьютер;
- программное обеспечение.

Движитель - автомобиль типа «Нива», или любой другой джип, подходящий по критериям мобильности. Движитель оснащен специальной оснасткой для крепления автоматического пробоотборника на задней части автомобиля. Специальная оснастка включает в себя, помимо железной рамной конструкции для непосредственной навески пробоотборника, также розетку, соединенную с аккумуляторной батареей автомобиля.

Автоматический почвенный пробоотборник представляет собой агрегат, смонтированный как навесное оборудование на задней части рамы движителя; он работает от электрического двигателя, питающегося от аккумуляторной батареи автомобиля. Электрический двигатель приводит в действие гидравлическую систему, непосредственно производящую отбор проб посредством двух спаренных агрохимических буров. Пробоотборник оснащен блоком управления, управляющей электроникой, датчиком и регулятором рабочего давления. Почвенные пробы берутся на глубину 25 см. Почва автоматически собирается в специальный контейнер на пробоотборнике и пересыпается в отдельную маркированную тару по окончании отбора объединённой пробы, то есть пробы с одного элементарного участка поля.

В качестве *системы позиционирования* на местности используется американская Global Position Sistem (GPS) или глобальная система позиционирования, точнее - ее космический сегмент, представляющий собой созвездие из 24 спутников. Система GPS работает при любых погодных условиях по всему миру 24 часа в сутки. С ее помощью можно с высокой степенью точности определять координаты и скорость подвижных объектов. В качестве GPS-приёмника можно выбраать AgGPS-132 фирмы Tpimble ввиду своей многофункциональности, так как он специально предназначен для установки на транспортные средства, обеспечивая субметровый уровень точности в дифференциальном режиме.

GPS-приёмник (на примере AgGPS-132) объединяет приемник GPS сигналов. приемник поправок от морских MSK и приемник поправок от спутникового дифференциального сервиса (Omnistar Rakal), при этом используется одна комбинированная антенна. Такая конфигурация значительно повышает точность (до 0,5м) и надежность определения места, а также упрощает реализацию дифференциального режима.

Бортовой компьютер (например Fujitsu PenCentra 200) соединен с GPS-приёмником кабелем стандарта RS-232 для получения текущей координаты. Он оснащён специальным программным обеспечением.

Программное обеспечение бортового компьютера позволяет сразу же на поле создавать электронный контур обследуемого участка, определение точек отбора проб и навигацию по этим точкам. Также предусмотрено подключение внешних датчиков для непрерывного (сплошного) обследования экспериментальных участков.

Основные функции программного обеспечения: создание электронных карт обследуемых полей, возможность ведения базы данных с привязкой атрибутов к идентификаторам топографических объектов, отображение текущих географических координат, возможность навигации в заданную точку, возможность отображения длины, расстояний, площади геообъектов, работа с несколькими слоями отображения информации, наложение сетки на полигон,

отображение текстовых атрибутов полигонов, линий, точек, возможность создания и отображение легенды для геообъектов на основании атрибутов этих объектов.

Разработка агрохимических картограмм и карт-заданий.

Разработка картограмм обеспеченности почв элементами питания, кислотности, солонцеватости почв осуществляется с использованием крупномасштабных карт структур почвенного покрова и карт урожайности.

Отбор почвенных проб производится пробоотборником по нормативам, которые разрабатываются научными учреждениями для различных почвенных условий. Каждая взятая проба привязывается к единой системе позиционирования. При отборе проб оператор делает 10-20 уколов автоматическим пробоотборником, останавливаясь при каждом уколе. На панели бортового компьютера записывается пройденный путь и сохраняется в памяти компьютера.

Программное обеспечение должно гарантировать навигацию к любой отмеченной в бортовом компьютере оператором точке на поле. Это удобно при движении к месту последней взятой пробы для продолжения работ или к проблемному участку, где необходимо провести дополнительные исследования.

После проведения лабораторных исследований отобранных образцов ведомость с результатами заносится в ПО стационарного компьютера соответственно точкам отбора проб, импортированным из бортового компьютера комплекса. После этого одним из методов интерполяции получаем карту распределения по полю каждого агрохимического параметра, определенного в агрохимической лаборатории. База данных хранит в себе всю информацию, введенную в программу ранее, что позволяет проводить мониторинг агрохимических характеристик по каждому полю от обследования к обследованию.

При создании карты-задания программа в диалоговом режиме запрашивает необходимые сведения: ширину захвата техники, тип бортового компьютера, обрабатываемую культуру, тип удобрений и метод расчета дозы внесения. После

этого стационарный компьютер генерирует пространственно-ориентированную карту-задание на внесение минеральных удобрений. Программа стационарный компьютер имеет множество функций, предназначенных для анализа геоинформационной и агрономической информации, выдачи различных отчетов и статистического анализа.

Контролер параллельного вождения необходим для точного вождения техники по полю, с точностью, которую позволяет выдерживать GPS-приемник. Точное вождение по полю необходимо во избежание разрывов и перекрытий полос внесения минеральных удобрений, что само по себе дает ощутимый экономический и экологический эффект.

Так, при традиционном внесении удобрений механизатор ориентируется по пенному маркеру (если он есть), но при большой ширине захвата сельскохозяйственной техники это достаточно проблематично, тем более когда работы ведутся в темное время суток. Контролер параллельного вождения позволяет решить эту проблему.

Встроенный специальный редактор формул позволяет программировать достаточно сложные методы расчета удобрений, которые впоследствии применяются для создания карты-задания на внесение минеральных удобрений. Редактор формул позволяет вести базу удобрений: создавать новые схемы удобрения и редактировать старые. В базе удобрений указывается процентное содержание действующих веществ, стоимость и название. Стоимость позволяет рассчитать полную стоимость удобрений, внесенных на конкретное поле по созданной карте-заданию.

Бортовой компьютер размещается в кабине трактора и подключается к аккумуляторной батарее (12 V). Подсоединение к компьютеру полевого опрыскивателя и распределителя удобрений производится при помощи пульта управления через 48-полюсный штекерный соединитель. При помощи этого штекера компьютер получает информацию сдатчиков, переключателей распределительных линий и главного выключателя. Кроме того, компьютер распознаёт тип сельскохозяйственного оборудования. Предназначенная для

агрегата программа и введённые однократно характеристики агрегата выбираются автоматически: ширина захвата, количество распылителей, контрольное число расходомера и прочие, вводятся однократно, при первом подключении. Установка дозы удобрения может вестись тремя способами: установка одной фиксированной дозы на бортовом компьютере с помощью клавиатуры; использование заранее подготовленной на стационарном компьютере карты-задания с пространственной привязкой к местности (режим off-line);управление дозой удобрения на основании данных, получаемых в процессе движения трактора по полю и агротребований при работе в режиме on-line.

После проведения лабораторных исследований полученную ведомость заносят в ПО, установленное на стационарном компьютере. Перед этим в него импортируется созданный контур поля (разбитого на элементарные участки), сохраненный в виде набора файлов на переносимой чип-карте. В ПО стационарного компьютера создается электронные карты поля по каждому агрохимическому показателю. Для этого применяется один из методов интерполяции, заложенных в программе. Далее в специальном редакторе выбирается метод расчета дозы удобрения.

Генерация карты-задания на внесение удобрений производится автоматически для каждого элементарного участка поля, который представляет собой квадрат со стороной равной ширине захвата сельскохозяйственной техники Amazone, для которой формируется карта-задание. При генерации карты-задания указывается также тип контроллера, используемого Amazone.

Карта-задание записывается на чип-карту и преносится на бортовой компьютер сельскохозяйственной техники Amazone - Amatron II A. Бортовой компьютер Amatron, используя данные GPS-приемника AgGPS 132 и карты-задания, автоматически регулирует дозу внесения удобрений по ходу движения техники.

Одновременно контролер параллельного вождения AgGPS PSO указывает механизатору с помощью дисплея-курсоуказателя точную траекторию движения по полю.

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,

Гидро-N-сенсор - 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. 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 соединён кабелем с бортовым компьютером Amatron II A, который, в свою очередь, управляет дозирующей системой распределителя минеральных удобрений или опрыскивателя Amazone. В зависимости от интенсивности окраски листьев, сенсор повышает или снижает норму внесения азотных удобрений.

После определения дозы азота в действующем веществе на контрольном участке включается N-сенсор и бортовой компьютер Hydro, переходим в режим «калибровка», вводим полученную дозу и проходим контрольный участок. Таким образом, бортовой компьютер ставит в соответствие дозу, которую необходимо внести на контрольном участке и показатели, полученные с датчиков N-сенсора на этом участке при сегодняшней погоде. Такую калибровку нужно проводить каждый раз, выезжая на поле или при резкой смене погоды. После проведения

калибровки необходимо включить все бортовые системы (Amatron II A, GPS, Amazone), нажать кнопку «Старт» на Hydro и начинать работу.

В ходе движения по полю датчики N-сенсора фиксируют разные показания и посылают соответствующий сигнал на бортовой компьютер Hydro, который в свою очередь передает сигнал компьютеру Amatron. Бортовой компьютер Amatron посылает сигнал на контроллер техники Amazone, который устанавливает нужную дозу внесения. Отметим, что перед работой необходимо ввести в компьютер Hydro процентное содержание азота в удобрении, с которым мы будем работать. Компьютер пересчитает дозу в действующем веществе на туки и будет посылать корректирующий сигнал на контроллер. Результаты работы (дозы и координаты) сохраняются на чип-карте в бортовом компьютере и впоследствии обрабатываются на стационарном компьютере. Данная технология позволяет нам проводить азотные подкормки, экономя удобрения и избегая передозировки, что позволяет уменьшить стоимость операции и повысить экологическую безопасность. Также предотвращается полегание зерновых и понижается содержание вредных веществ в картофеле.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие о системе удобрений в севообороте и под отдельную культуру.
2. Сроки и способы внесения минеральных и органических удобрений.
3. Практика применения удобрений в зависимости от изменяющихся агроэкологических и производственных условий.
4. Значение припосевного и послепосевного удобрения и способы их внесения.
5. Листовая диагностика с целью выявления целесообразности некорневой подкормки азотом и критерии целесообразности азотной подкормки по данным листовой диагностики
6. Внесение минеральных удобрений в точных агротехнологиях
7. Режимы внесения удобрений и мелиорантов off line и on line, их особенности/
8. Разработка агрохимических картограмм и карт-заданий.

2.4 Агроэкологическая оценка мероприятий по защите растений в современных условиях

Система защиты растении -- комплекс методов защиты растений от вредных организмов, адаптированный к агроландшафтным и хозяйственным условиям производства, обеспечивающий оптимальное фитосанитарное состояние агроценоза и продукции сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность окружающей среды.

Под **оптимальным фитосанитарным состоянием агроценоза** понимают динамическое равновесие живых организмов в агроэкосистеме, при котором наличие вредных организмов не превышает их экономический порог вредоносности.

Методы защиты растении в системах земледелия реализуют через научно обоснованные технологии применения агротехнических, химических, биологических, физических и комплексных мер.

Основой защиты растений являются технологии, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков или их ограничение на экологически допустимом уровне.

Сокращение посевных площадей, упрощение культуры земледелия, несоблюдение агротехнических мероприятии и севооборотов привело к распространению опасных специализированных вредоносных сорных растений (пырея, бодяка, горчака и др.), вредителей (клопа вредной черепашки, колорадского жука), возбудителей болезней (мучнистой росы, ржавчины, головни, фитофтороза, корневых гнилей, септориоза, фузариоза), что обусловливает большие потери урожая.

Технологии выращивания культур в конкретных климатических условиях определяют сочетание энергетических ресурсов, которыми регулируются фенология, интенсивность размножения, выживаемость и вредоносность фитофагов, патогенов культурных растений и сорняков.

По данным В.А. Захаренко, за 1996-2000 гг. ежегодные потенциальные потери урожая от вредных организмов составили в среднем в сельскохозяйственных

предприятиях около 30 млн. т в пересчете на зерно, в крестьянских (фермерских) хозяйствах – 4 млн. т, в личных хозяйствах населения – 48,7 млн. т (таблица 6).

Таблица 6

Потенциальные (средневзвешенные) потери урожая от вредных организмов в сельскохозяйственных предприятиях России, 1996-2000 гг.

Культура	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га	Потери урожая от вредных организмов, тыс. т в пересчете на зерно			
			вредители	болезни	сорняки	всего
Зерновые	45312	1,31	7750	6744	10530	25024
Лен	116	0,28	66	84	192	342
Сахарная свекла	875	14,95	703	640	1670	3013
Подсолнечник	3964	0,71	848	705	1240	2793
Соя	386	0,61	123	102	180	405
Рапс	261	0,33	34	28	49	111
Картофель	277	9,49	505	1160	730	2395
Овощные	172	13,77	844	1287	1478	3609
Плодовые	232	2,01	466	457	485	1408
Кормовые	29683	2,04	3873	2274	4918	11065
Всего	81278		15212	13481	21472	50165

Теоретической основой построения современных систем защиты растений в современных системах земледелии являются закономерности динамики популяции вредных и полезных организмов, формирования и развития агроэкосистем с учетом обязательного ограничения отрицательного воздействия на окружающую природную обcnановку. От этого зависит выбор методов, приемов, средств оптимизации фитосанитарной обстановки агроценозов.

Разработка систем управления фитосанитарным состоянием агроценозов базируется на следующих методологических принципах: оптимизация действия основных звеньев системы земледелия на фитосанитарное состояние агрофитоценозов; фитосанитарная профилактика хозяйственных объектов и вещественных факторов земледелия; прогнозирование фитосанитарного состояния; интеграция методов защиты растений; нормативность; экологическая и экономическая эффективность.

Принцип оптимизации действия звеньев системы земледелия на фитосанитарное состояние посевов и насаждений реализуется при разработке систем севооборотов, удобрения, обработки почвы, семеноводства. Фитосанитарная функция севооборота заключается в том, что научно обоснованное чередование культур и их пространственное размещение прерывают привычный для вредных объектов процесс питания и размножения на определенных растениях. Однако механизм действия севооборотов на различные группы вредных организмов неоднозначен. Поэтому конструирование фитосанитарных севооборотов обусловлено конкретными вредителями, нематодами, болезнями, сорняками. В правильно построенных севооборотах ухудшается в каждом последующем году питание вредителей или они совсем лишаются пищи, уменьшается количество заразного начала болезней и создается неблагоприятная среда для развития вредных организмов.

Севооборот как элемент системы защиты растений не только средство разрыва трофических связей вредных организмов с растениями, но и мощный фактор биоценотического характера, влияющий на формирование структурных комплексов агробиоценозов, очагов повышенной численности вредных объектов, резерваций выживания, даже на отдельные элементы их биологии и фенологии, а также вредоносность.

Большая фитосанитарная роль в системе земледелия принадлежит органическим и минеральным удобрениям. Механизм их действия и влияния заключается в повышении выносливости растений, изменении условий существования вредных организмов.

При внесении органических удобрений повышается биологическая активность почвы, в результате чего появляется большая группа антагонистических микроорганизмов (супрессоров), которые подавляют паразитическую активность фитопатогенов, вызывающих такие болезни растений, как корневые гнили и спорынья злаковых культур, белая гниль полсолнечника, ризоктониоз картофеля и др

Численность антагонистов повышается при внесении в качестве органического удобрения соломы. Кроме того, органические удобрения стимулируют развитие некоторых энтомофагов, например хищных жужелиц, уничтожающих проволочников.

Посевы промежуточных культур на зеленое удобрение благодаря густому стеблестою подавляют сорняки, а после запашки растительных остатков в почве развивается полезная микрофлора, которая угнетает семена сорняков и возбудителей корневых гнилей. При этом засоренность посевов культур снижается на 50 %, пораженность корневыми инфекциями — почти в 2 раза. Оздоровление почвы происходит в результате снижения численности фитопатогенной микрофлоры вследствие нарушения состояния покоя спор фитопатогенов, которые прорастают и лизируются (разрушаются) почвенной микрофлорой в отсутствие растений-хозяев.

Минеральные удобрения рассматривают как средообразующий фактор, который влияет на трофические связи вредителей с растениями и формирует ответные реакции фитофагов на изменение состояния растений. Под действием минеральных удобрений изменяются темпы роста растений, смещаются сроки развития фаз, к которым приспособились насекомые на протяжении многолетнего совместного сосуществования. В результате растения становятся непривлекательными для вредителей, которые не откалывают на них яйца или не питаются сами.

Не менее важная роль в стабилизации фитосанитарного состояния принадлежит микроэлементам. Они воздействуют на проницаемость клеточных мембран и транспорт углеводов, укрепляют механические барьеры на пути фитопатогена, изменяют обмен веществ в растениях в неблагоприятную для вредных организмов сторону, что приводит к снижению вредоносности многих болезней.

Таким образом, на этапе проектирования системы удобрения необходимо учитывать регулирующее действие удобрений на фиитосанитарную ситуацию агроценозов. Причем только сбалансированные дозы и правильно

подобранные формы удобрений оптимизируют фитосанитарное состояние посевов, повышая устойчивость растений к вредным организмам.

Фитосанитарная роль системы обработки почвы состоит в нарушении оптимальных условий существования вредных организмов, находящихся в почве. Однако фитосанитарный эффект от различных приемов обработки неоднозначен. Его необходимо рассматривать дифференцированно в зависимости от климатических зон и многообразия вредных организмов.

Глубокая отвальная вспашка в зонах достаточного увлажнения приводит к улучшению фитосанитарного состояния агроценозов благодаря гибели возбудителей корневых гнилей, многих вредителей (личинок щелкунов, трипсов, лугового мотылька и др.), семян сорных растений.

Весенняя перепашка под пропашные культуры, когда личинки хрущей проникают в более близкие к поверхности слои почвы, способствует массовому их уничтожению. Яйца высыхают на поверхности почвы, а личинки первого возраста гибнут от хищников.

Против щелкунов более эффективна ранняя зяблевая вспашка с предварительным лущением или дискованием, так как вредители в этот период находятся и слое 0—10см по сравнению с поздней, когда личинки их опускаются в нижние слои почвы.

При лущении стерни с последующей зяблевой вспашкой после зернобобовых снижается до минимума запас зимующих популяций гороховой плодожорки, тихиуса и других фитофагов, после озимой пшеницы — численность пшеничного трипса, серой зерновой совки. Поверхностная обработка почвы способствует уничтожению злаковых мух, тлей, цикад.

В борьбе с сорняками применяют методы провокации, истощения и удушения. Провоцируют прорастание семян, осыпавшихся в период вегетации и уборки урожая, путем заделки их в верхний 5-сантиметровый слой почвы. После прорастания семян проводят вспашку или поверхностную обработку.

Методы истощения и удушения используют в борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми сорными растениями. Сущность их состоит в измельчении

корневой системы дисковыми или в систематическом подрезании ее лемешными орудиями с последующей глубокой запашкой после отрастания побегов.

Плоскорезная и минимальная обработки способствуют повышению количества семян сорняков и спор фитопатогенов в верхнем (0—10 см) слое почвы. Однако наличие мульчирующего слоя на поверхности почвы приводит к активизации антагонистов и подавлению фитопатогенов.

При предпосевной обработке почвы снижается численность многих видов фитофагов (хлебных жуков, злаковых мух, совок, трипсов), зимовавших в верхних слоях почвы. Культивация зяби повышает активность хищников, которые истребляют в рыхлой почве личинок жука-кузьки и других вредителей. Боронование и культивации, проведенные в разные сроки, очищают почву от сорняков. Междурядные обработки почвы снижают численность многих вредителей свеклы, картофеля, кукурузы.

Следовательно, рационально сочетая способы, приемы и технологии обработки почвы, можно существенно влиять на улучшение фитосанитарного состояния агроценозов и содержание системы защиты растений.

Важный фактор оптимизации численности вредных организмов — использование устойчивых к вредителям и болезням сортов. Устойчивый сорт становится фактором управления структурой агроценоза. Благодаря проявлению иммунности, биологическим барьерам, ухудшению качества пищи вредителей и другим ответным реакциям достигаются ослабление биопотенциала насекомых, изменение характера обмена веществ и других физиологических процессов, уменьшение плодовитости и выживаемости, последствий, негативно влияющих на динамику численности, формирование массовых размножений, ареал вредителей.

Биоценотическая роль иммунного сорта проявляется в ослаблении биопотенциала фитофага, его физиологического состояния и в изменении численности природных популяций энтомофагов. На устойчивых сортах практически полностью отсутствуют шведская муха на ячмене, хлопковая совка на кукурузе, паутинный клещ на хлопчатнике, полосатый клубеньковый

долгоносик на горохе, капустная тля на капусте, гессенская муха и стеблевой хлебный пилильщик на пшенице и т. д.

Возделывание устойчивых сортов практически во многом решает природоохранную проблему защиты растений. На устойчивых сортах отпадает необходимость применения многих пестицидов. Мировой опыт показывает, что создание и выращивание иммунных сортов растений позволяет в 5—15 раз уменьшить использование химических средств защиты.

С учетом высокого фитосанитарного и природоохранного потенциала устойчивых к вредителям и болезням сортов изменяется стратегия системы защиты растений. Своевременная сортосмена и сортообновление, постоянный фитосанитарный контроль за производством посевного материала в хозяйстве позволяют уменьшить затраты на защиту растений.

Принцип фитосанитарной профилактики хозяйственных объектов и вещественных факторов земледелия. Имеет большое значение в системе предупреждения заноса и распространения семян сорных растений, вредителей и возбудителей болезней. Этот принцип предусматривает проведение организационно-хозяйственных мероприятий по уничтожению вредных организмов на хозяйственных объектах (зернотоки, склады, животноводческие фермы и др.), необрабатываемых землях (обочины дорог, откосы каналов, межи, пустыри, полезащитные полосы линии газопроводов, электропередач и т.д.), при приготовлении навоза, скармливании животным отходов зернотоков и хранилищ, использовании поливных вод, транспортных средств и почвообрабатывающих машин.

Принцип прогнозирования фитосанитарного состояния. Информационной базой оптимизации фитосанитарных условий выращивания растений служат прогнозы распространения, размножения и вредоносности вредных объектов. Они обеспечивают возможность своевременного и оперативного принятия решений по определению метода и средств защиты растений, объемов, сроков и места их проведения. На этом основании

фитосанитарное прогнозирование является одним из факторов повышения эффективности и экологической безопасности системы защиты растений.

В условиях производства разрабатывают четыре вида прогнозов: многолетний, долгосрочный, сезонный и краткосрочный, оперативный (сигнализация). Каждый вид прогноза имеет специфическое назначение и порядок использования многолетний - на пять лет и более; долгосрочный—до двух лет; краткосрочный—до трех месяцев; оперативный (сигнализация) —- на срок появления вредных организмов и целесообразности борьбы с ними.

Многолетний прогноз. По результатам систематических и оперативных крупномасштабных обследований полей устанавливают динамику популяций сорняков, вредителей и болезней, отмечают как увеличение, так и уменьшение их численности. Происходящие скачкообразные изменения зависят от погодных условий, влияния внешних природных факторов, агротехнических приемов, организационно-хозяйственных мероприятий и т. д.

К наиболее важным звеньям системы земледелия, надолго изменяющим состав и количество вредных организмов, относятся следующие: система севооборотов, система мелиоративных мероприятий, система обработки почвы и удобрений, закладка лесополос, сортосмена, изменение в структуре посевных площадей, сроки посева, система семеноводства, организация уборки урожая, хранения и переработки продукции, введение новых приемов системы защиты растений от вредных организмов и др. Определяют, как может отразиться каждое из перечисленных звеньев системы земледелия на распространении и сохранении вредных объектов в течение неблагоприятных периодов, их расселении в благоприятное время, интенсивности размножения, фенологии и выживаемости. При многолетнем прогнозе проводят экспертные оценки, которые позволяют установить вредоносность конкретных видов в благоприятные и неблагоприятные годы, учесть периодичность повторения различных ситуаций. Одновременно определяют, какие звенья системы земледелия снижают или наоборот увеличивают потенциальную вредоносность отдельных видов вредителей.

Например, при освоении специализированных севооборотов и минимализации обработки почвы фитосанитарная обстановка на поле, как правило, ухудшается.

Цель многолетних прогнозов — не только предвидение вероятных изменений в распространении развития вредных видов, но и определение мер, позволяющих уменьшить или полностью исключить их. Поэтому многолетние прогнозы служат предпосылкой планирования мероприятий по защите растений в системе земледелия.

Долгосрочный прогноз. Прогноз на один-два года характеризует ожидаемые отклонения численности, интенсивности развития и вредоносности отдельных видов по сравнению со среднемноголетними показателями.

На распространение и развитие каждого вредного вида влияет много факторов, от которых зависят его размножение, выживаемость, поведение. При разработке долгосрочного прогноза решающее значение придают факторам среды. К ним относятся условия жизни, кормовые ресурсы, их доступность, физические факторы среды, в частности погодные условия. Под их влиянием формируются морфофизиологические свойства популяции, их реакция на среду, внутривидовые и межвидовые отношения. При благоприятном сочетании погодных условий наблюдаются не только интенсивный рост и развитие сорняков, размножение вредителей и развитие патогенов, но и высокая их выносливость и устойчивость к приемам подавления и уничтожения, так как они становятся малоэффективными.

Достоверность прогнозов распространения сорняков, вредителей, развития болезней для трудно прогнозируемых объектов составляет 75—80%, для вредных объектов с многолетним циклом развития 90—95%. Отклонения фактического распространения вредных видов от ожидаемой, по прогнозу не превышают ±5-10%.

Сезонный и краткосрочный прогнозы. Их разрабатывают по наиболее динамичным вредным организмам. В них учитывают состояние тех факторов среды, которые в годичном прогнозе невозможно оценить. Краткосрочные прогнозы позволяют лучше использовать профилактические меры

и помогают установить экономические пороги вредоносности и целесообразности использования того или иного метода борьбы, в том числе и химического.

Оперативный (сигнализация). Это оперативное оповещение хозяйств о необходимости проведения защитных мер с учетом экономической и экологической целесообразности. Оперативный прогноз дают преимущественно пункты сигнализации и прогнозов. Он основан на учете фенологии вредного объекта и защищаемой культуры, его выявляют в строгом соответствии с методическими указаниями.

Принцип интеграции методов защиты растений от вредных организмов. Предусматривает использование различных методов и средств, удовлетворяющих экономическим и токсикологическим требованиям и обеспечивающих максимальное сохранение естественных механизмов регуляции их численности в агробиоценозах. Это идеальная комбинация биологических, агротехнических, химических, физических и других методов защиты растений против комплекса вредителей, болезней, сорных растений.

Интеграцию методов защиты растений осуществляют на основе эколого-биоценотического подхода, который учитывает действие выбранных средств на весь биологический комплекс агробиоценоза, урожайность культур, распространение и развитие вредных организмов в конкретных условиях производства. К сожалению, не все биоценотические связи изучены достаточно хорошо. Однако дальнейшее развитие научных исследований позволит шире использовать сочетание различных методов регулирования численности вредных организмов в системах земледелия.

Принцип нормативности построения системы защиты растений. Указывает на соблюдение доз, сроков, критических фаз и способов применения средств и технологических приемов зашиты растений, экономических порогов вредоносности.

Принцип экологической и экономической эффективности системы защиты растений. Подразумевает сохранение экологической безопасности

агроландшафта, получение качественной растениеводческой продукции при минимальных затратах на проведение защитных мероприятий. Для оценки экономической эффективности системы защиты растений необходимо сопоставлять возможное снижение потерь от вредных организмов с затратами на борьбу с ними. Хозяйственные потери складываются из снижения урожайности и его качества, а также из дополнительных затрат на уборку, сортировку, сушку и другие косвенные виды убытков.

Затраты, связанные с проведением мер по защите растений, складываются из затрат на приобретение средств защиты (химические, биологические и др.), затрат на их внесение, на использование техники, затрат на особые дополнительные меры.

Принципиальная схема защиты растений в современных системах земледелии

Целью системы защиты растений является регулирование численности вредных организмов путем управления популяционными отношениями в агроэкосистемах. В основе регулирования численности вредных организмов лежат технологии, предотвращающие появление и распространение возбудителей болезней, вредителей и сорняков или их ограничение на экологически допустимом уровне, обеспечивающие безопасность агроландшафта и производимой продукции

Предупредительные мероприятия. К а р а н т и н. Различают внешний и внутренний карантин. *Внешний карантин растений* – система государственных мероприятий, направленных на охрану растительных ресурсов нашей страны от завоза из зарубежных государств карантинных сорных растений, вредителей и болезней. *Внутренний карантин* – обследование территории внутри страны с целью установления очагов карантинных объектов, их локализация и ликвидация.

Организационно-хозяйственные мероприятия. Эти мероприятия имеют профилактическую направленность и не требуют больших материальных затрат.

Оптимизация структуры посевных площадей. Многолетняя практика показывает, что увеличение в структуре посевных площадей доли близкородственных по биологии и технологии возделывания культур приводит к устойчивому возрастанию обилия сорных растений, вредителей болезнетворных начал.

Пространственная изоляция. Этот прием обязателен при производстве здорового посадочного материна. Специальные участки многих полевых культур располагают на расстоянии друг от друга не менее 400-500м, а иногда 1,5-2км. Пространственная изоляция особо необходима при выращивании овощных культур.

Использование устойчивых сортов и гибридов. Устойчивость растений к болезням и вредителям - один из важнейший признаков при оценке новых сортов и гибридов. Это качество растений является определяющим в системе интегрированной защиты. Устойчивость сорта к отдельным видам вредителей, болезней позволяет полностью исключить или резко сократить применение химических и других средств защиты.

Мелиорация земель. Долгосрочное и коренное улучшение земель с целью наиболее их эффективного использования может вызвать изменения в структуре агробиоценозов, что необходимо учитывать. Изменения условий окружающей среды будут способствовать увеличению или уменьшению тех или иных видов вредных организмов в зависимости от их биоэкологических особенностей.

Истребительные мероприятия в системах земледелия направлены на очистку посевов и почвы от сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. В борьбе с вредными организмами наиболее часто в системе применяют следующие методы.

Биологическое уничтожение. Это использование живых организмов (растений, насекомых, грибов, бактерии, рыб, птиц и др.) или продуктов биосинтеза микроорганизмов для подавления вредных организмов.

Провокация вредных организмов к жизнедеятельности. Заключается в создании благоприятных условий для жизнедеятельности сорняков, вредителей и болезней с целью последующего их уничтожения. Для этого используют специальные химические вещества, воздействие электромагнитных полей и т.д.

Физическое уничтожение. Включает мероприятия по сбору и уничтожению вредных организмов, лишение их жизнеспособности из-за изменений среды обитания.

Механическое уничтожение. Это метод — основа агротехнических мероприятий по борьбе с вредными организмами, применяемых на полях в системе основной и предпосевной обработок почвы,а также в системе по уходу за растениями.

К методам механического уничтожения относят сжигание, истощение, удушение, высушивание, вымораживание и др.

Химическое уничтожение. Это обработка вредных организмов специальными химическими препаратами (пестицидами).

Комплексные методы уничтожения. Включают рациональное сочетание всех методов борьбы с вредными организмами в системе земледелия.

Интегрированная борьба, как правило, результативнее какого-либо одного способа, так как позволяет более полно использовать все регулирующие факторы элементов системы земледелия и тем самым создает благоприятные условия для восстановления оптимального фитосанитарного состояния посевов и почв.

Все методы и способы подавления вредных организмов рассматриваются и применяются в совокупности, как дополняющие друг друга и органически связанные между собой, а не как самостоятельные приемы. Это позволяет более

полно использовать все регулирующие факторы элементов системы земледелия, тем самым, создавая благоприятные условия для восстановления оптимального фитосанитарного состояния посевов и почв.

Комплексные методы в условиях интенсивной химизации. В практике земледелия различные методы борьбы с сорняками и другими вредными организмами должны применяться комплексно. В основу комплексных методов борьбы с сорняками положены принципы рационального сочетания в системе земледелия предупредительных, механических, биологических, химических и других мер, которое в зависимости от конкретных условий может быть самым разнообразным. Например, сочетание механических обработок с гербицидами позволяет эффективно бороться со злостными корнеотпрысковыми сорняками. Периодическое подрезание на различную глубину таких сорняков, как осот розовый, вьюнок полевой, осот полевой, чистец н других, приводит к угнетению сорняков, а последующая обработка гербицидами вызывает гибель 90...100 % сорных растений.

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в качестве обязательного компонента включают комплексное применение средств химизации, обеспечивающих оптимальные условия для роста и развития культур и формирования выси кого урожая хорошего качества.

Необходимы разработка и внедрение интегрированной системы борьбы с сорняками, болезнями, вредителями, которая обеспечивала бы в технологиях совместное и последовательное применение звеньев системы земледелия и средств химизации. Это позволит создать в агрофитоценозе оптимальные фитосанитарные условия, способствующие более полному использованию культурными растениями плодородия почвы.

Эффективность удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений при совместном их использовании резко возрастает. Это наблюдается в условиях полного освоения зональных систем земледелия, когда элементы системы обеспечивают полное подавление и уничтожение сорных растений, поскольку их действие на последние осуществляется в течение всего периода роста и развития

растений. При освоении и соблюдении системы земледелия эффективность комплексной химизации повышается.

Комплексная химизация обеспечивает основной прирост урожайности как в нашей стране, так и за рубежом. На основе применения удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений многие страны добились увеличения урожайности зерновых до 6,0 т/га и более. При этом отмечается стабильность и устойчивость земледелия независимо от складывающихся погодных условий.

Использование средств зашиты растении не только способствует сохранению урожая и повышению его качества, но и усиливает потребление элементов питания из почвы и удобрений.

В настоящее время первым условием интегрированной зашиты посевов в системе адаптивного земледелия является конкретная оценка комплексного фитосанитарного состояния поля, прогноз его развития и в связи с этим, обоснованность регламентирования соответствующих химических приемов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями

Пестициды в борьбе с вредителями необходимо применять только с учетом порога вредоносности. В годы массовых размножений фитофагов порог вредоносности служит показателем уровня, до которого необходимо снизить численность вредного организма.

Получение высокой урожайности зерновых, зернобобовых, пропашных и других культур с помощью отдельных химических средств защиты растений в условиях интенсивного развития вредных организмов не реально без комплексной защиты посевов от вредителей, болезней и сорняков.

Применяемая ранее стратегия борьбы с вредными организмами, ориентированная на полное уничтожение нежелательных видов, в основном с помощью химических средств, приводила, в конечном итоге, к повышению устойчивости вредных видов и вызывала непредвиденные изменения как внутри агроценоза, так и в экосистеме в целом. Поэтому интегрированная защиты растений, как составная часть адаптивно-ландшафтных систем земледелия, должна основываться на принципе регулирования численности вредных

организмов, то есть поддержание их популяций на таком уровне, при котором они не наносят, экономического ущерба. В практике сельскохозяйственного производства установлено, что комплексное применение химизации – удобрений, химических средств защиты, регуляторов роста растений является высоко эффективным мероприятием.

Оценка мероприятий по защите растений в системе АЛСЗ

Севооборот — самое эффективное средство улучшения фитосанитарного состояния поля. Важная роль в регулировании засоренности посевов в севооборотах принадлежит многолетним травам как биологическому средству подавления сорняков. Количество малолетних сорняков в многолетних травах уменьшается в 1,5...2 раза в результате высокой конкурентной способности трав и уплотнения почвы. Вместе с малолетними сорняками сильно ослабляются многолетние, например осот желтый и розовый.

Наряду с севооборотом важное место в регулировании засоренности занимает повышение конкурентоспособности культур за счет создания высокого фона питания.

Профилактическим мероприятием по предупреждению усиления засоренности является соблюдение оптимальных норм высева, сроков и способов посева. Весь посевной материал используемый в хозяйстве, отвечает требованиям первого класса стандарта на семена.

В системе мероприятий по повышению культуры земледелия большое значение имеет посев семян лучших районированных высокоурожайных сортов.

Из механических методов борьбы с сорняками в хозяйстве ведущей является система обработки почвы, которая дифференцируется в зависимости от культуры и предшественника, преобладающего типа засоренности поля, основных засорителей, эродированности почвы.

В результате обработки уничтожаются вегетирующие сорняки и сокращается потенциальный запас семян и вегетативных органов размножения в почве. Для этого после уборки культур обязательно применяют метод

провокации, который состоит из послеуборочного лущения с последующей вспашкой, проводимой после массового прорастания семян и вегетативних зачатков сорняков.

В борьбе с сорняками особенно велика роль вспашки, эффективность которой зависит от ее сроков. Запаздывание с глубокой обработкой почвы приводит к тому, что сорняки, особенно многолетние, развивают мощную корневую систему с большим запасом пластических веществ, что затрудняет борьбу с ними.

Учитывая неодновременность поспевания пахотного слоя почвы, весной применяют послойную обработку под пропашные культуры, что также является эффективным средством борьбы с сорняками в ранневесенний период. По мере проведения качественной обработки поочередно боронуют, дискуют, проводят безотвальное рыхление чизелем ПЧ-4,5 в агрегате с трактором К-700 на глубину 35...40 см. Это позволяет уменьшить засоренность малолетними и многолетними сорняками.

Использование гербицидов предполагает строжайшее соблюдение норм, сроков, способов их внесения, выполнение правил техники безопасности, а также условий, определяющих максимальный биологический и экономический эффект и обеспечивающих охрану окружающей среды от загрязнения. Гербициды должны применяться системно.

Разработанные системы гербицидов предусматривают комплексе приемов эффективного использования препаратов: место применения, ассортимент, ротацию, технологию, кратность и периодичность обработок за ротацию севооборота с учетом последействия гербицидов и их смесей, связи их с элементами агротехники и биологии культуры.

В Нечерноземной зоне при строгом соблюдении технологии и освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия в каждом хозяйстве убедительно свидетельствуют о ее высокой эффективности. Наиболее эффективно комплексное применение средств химизации земледелия в сочетании с почвозащитными ресурсосберегающими технологиями обработки почвы.

На основании учета урожая сельскохозяйственных культур в условиях производства, учета дополнительных затрат, связанных с применением комплексных мер борьбы с сорняками в системе земледелия, установлена их высокая экономическим эффективность.

При целенаправленной борьбе с вредными организмами в условиях хозяйства получен значительный экономический эффект. Экономический эффект достигнут за счет окупаемости применяемой интегрированной системы защиты растения дополнительно урожаем.

Применение сенсорной техники при дифференцированном внесении гербицидов в точном земледелии.

В настоящее бремя существует три области использования, в которых дифференцированное внесение гербицидов целесообразно:

- в случае наличия поверхностных вод, ценных биотопов; микрозаповедников, микрозаказников, охраняемых участков и т.п.
- для обработки куртин с проблемными сорняками (например, пырей ползучий, бодяк);
- при дифференцированном появлении сорняков.

Использование гербицидов - наиболее частое мероприятие по защите растений, по сравнению с использованием фунгицидов и инсектицидов. Путем дифференцированного их применения можно достигать существенной экономии затрат при одновременном снижении экологических рисков.

Дифференцированное внесение гербицидов в названных трех областях можно реализовать на практике следующим образом:

- ручное включение и выключение опрыскивателей или, соответственно, отдельных наконечников путем включения магнитных, шариковых и плунжерных вентилей;
- использование сенсорной электронно регулируемой опрыскивательной техники.

Включение и выключение на традиционной опрыскивательной технике может быть более или менее удобным при дискретной обработке. Однако

электронно управляемая опрыскивательная техника необходима, если ручное регулирование невозможно для водителя в условиях сложно изменяющейся пестроты и степени засоренности посевов сорняками.

Чтобы достичь при этом экономического эффекта, борьба с сорняками целесообразна только на тех участках делянки, где обусловленный сорняком экономический вред превышает затраты на обработку гербицидами. В полях с засорением ниже экономического порога вредоносности внесение соответствующего гербицида не окупается.

Для дифференцированного внесения средств защиты растений используют off-line и on-line способы. Первый способ предполагает несколько этапов работы до внесения. Сначала сорняки должны быть идентифицированы, и, в итоге, информация должна с помощью географической информационной системы (GIS) передаваться на карту распределения. Карта распределения составляет основу для дифференцированных решений об опрыскивании. Участки с различным расходом должны в итоге координатно сохраняться на чип-карте, которая в бортовом компьютере служит для управления опрыскиванием.

При опрыскивании в режиме реального времени все эти рабочие процессы выпадают. Здесь после сенсорного определения сорняков происходит изменение сигнала сенсора и приспособление расхода на каждом отдельном шаге.

После определения сорняков с помощью сенсора, для чего достаточно 5 метров пути, компьютер на борту перерабатывает измеренные значения и производит техническую корректировку заданных значений. Опрыскивание с новым расходом происходит затем на предварительно детектированной площади.

Off-line способ наиболее приемлем для первых двух из трех названных областей применения. Так как положение охраняемых участков в течение ряда лет остается постоянным, они могут быть сохранены в географической информационной системе. Это делает возможным в любое время обращаться к этой информации, чтобы получать заданные значения для защиты растений. В практическом использовании выявляется другое преимущество: нельзя забыть выключить машину внесения, что при ручном использовании вполне возможно.

Гнездовые обработки используются тогда, когда на делянке имеются такие проблемные сорняки, как пырей ползучий, лисохвост, виды костра, бодяк полевой. При небольших обзорных полях они чаще всего легко распознаются из кабины трактора, и с ними можно затем целенаправленно бороться через включение или, соответственно, выключение опрыскивателя.

Если протяженность гнезд сложно распознать, использование маркировок на бортовом компьютере при более поздних агротехнических мероприятиях (например, удобрение, уборка урожая) предлагает возможность для позиционной документации гнезд. Кроме того, после уборки урожая возможен, учет сорняков с использованием системы GPS. Полученная информация затем переводится в карты заданных значений.

Если расход должен корректироваться, как в третьей из упомянутых областей применения, в соответствии сложно изменяющейся интенсивностью засоренности посевов и идентификация ее с помощью сенсоров неизбежна. Для распознания сорняков во время движения в настоящее время разработаны сенсоры, которые используют для определения различий в отражении света в красной (600-700 нм) и в инфракрасной (750-1000 нм) областях от зеленых растений и от почвы. В случае уже предложенной на рынке Spot-Spraying-техники (точечного опрыскивания) перед каждым наконечником находится оптоэлектронный сенсор. При появлении «зеленого» открывается магнитный вентиль и вносится рабочий раствор. Этот принцип пригоден для использования гербицидов сплошного действия на площадях под паром для борьбы с нежелательной растительностью, на площадях, обработанных без плуга, до всходов и для использования между рядами для широкорядных культур, таких как кукуруза и сахарная свекла. Системы, которые используют несколько длин волн, чтобы отличать сорняки от культурных растений и почвы, а также виды сорняков друг от друга, разрабатываются.

Калибровка сенсора сорняков в поле. Если сорняки находятся на стадии семядолей, то, как уже было упомянуто, показатель сенсора коррелирует с числом сорняков. Более взрослые двудольные и однодольные сорняки, которые ветвятся

или соответственно кустятся (например, из-за запоздавшей весенней обработки у озимых зерновых), вызывают несколько следующих друг за другом сигналов сенсора. При одновременном появлении различных стадий развития сорняков рядом друг с другом калибровка сенсора должна происходить на поле, чтобы установить пороговый показатель. Во время этой калибровочной поездки сначала вносится максимальный расход.

Экономия расхода гербицидов может достигать 30% и более при внесении их с использованием сенсора. Количество сэкономленных средств получается из сенсорно установленного засорения на делянке и ранее определенного экономического порога вредоносности. При равномерно сильном засорении, например, в пару или из-за недостаточной недейственной борьбы с сорняками, на всей площади порог вредоносности превышается. Если, напротив, лишь небольшая часть поля им имеет засоренность выше порога вредоносности, экономия средств выше, чем на более сильно засоренных делянках (например, 43,4 % экономии на делянке гороха в 2002 году) (таблица 7).

Таблица 7

Экономия средств защиты растений благодаря внесению гербицидов с использованием сенсора

Культура/год	Площадь (га)	Фаза развития (по ВВСН-коду)	Диапазон расхода (л/га)	Экономия (%)
Озимая пшеница. 2000	22	24-26	150-300	30,5
Озимая пшеница, 2000	32	22-23	210-300	19,0
Тритикале. 2000	37	23-24	210-300	24.5
Озимая рожь. 2000	28	11-12	100-200	20.0
Яровой ячмень, 2000	6	12-14	125-250	29.5
Горох.2000	8	12-13	170-280	22.0
Озимая пшеница, 2001	26	11-12	100-200	12.7
Горох,2001	14	11-12	100-200	29,5
Горох.2002	8	10-11	100-200	43,4
Яровой ячмень. 2002	12	13-21	100-200	12.8
Площадь всего	193		Среднее значение	24,4

Использование сенсорной техники при дифференцированном внесении фунгицидов (маятниковый сенсор)

В настоящее время нет пригодных для практики способов, позволяющих с помощью сенсоров эффективно определять болезни растений. Поэтому в настоящее время параметр «появление болезней» в качестве решающего критерия для соответствующего потребности внесения фунгицидов не используется.

Альтернативный способ решения - дифференциация расхода в гетерогенных посевах в соответствии с поверхностью растений или, соответственно, растительной массой. Зерновые посевы характеризуются дифференцированным образованием надземной растительной массы. Поэтому поверхность растений, которую нужно смочить раствором, существенно различаются. Индекс листовой поверхности, то есть отношение поверхности растений к площади почвы, может быть определен с помощью оптических ручных измерительных приборов. Цель внесения фунгицидов состоит в примерно равном распределении концентрации фунгицида на единицу поверхности растений. Поэтому в менее развитых посевах нужно применять меньше рабочего раствора, чем в развитых. При такой предпосылке, несмотря на экономию средств, можно не ждать таких негативных действий, как поражение болезнями или потеря урожайности.

Другая возможность варьировать расход при внесении фунгицидов состоит в отграничении участков, которые характеризуются различной растительной массой или, соответственно, поверхностью.

В настоящее время используются оптические и механические сенсоры для того, чтобы характеризовать гетерогенные посевы культурных растений во время периодов роста и определять дифференцированные агротехнические мероприятия. Оптические сенсоры на самолетах, спутниках и (в случае гидро-N-сенсора) на транспорте используют различное отражение света определенных длин волн от почвы и растений. По показателям могут быть рассчитаны индексы вегетации или, соответственно, биомассы. Есть предпосылки дифференцировать количество фунгицида по этим индексам. Транспортируемые оптические сенсоры, такие как гидро-N-сенсор, применимы и при пасмурном небе, в то время

как аэрофотоснимки и снимки со спутника предполагают безоблачное небо. По фотоснимкам с самолетов и спутников дополнительно необходимо проводить коррекцию, а также ориентиование (точки снимка ставят в соответствие географическим координатам). И то, и другое обусловливает дополнительные затраты, которые возникают при дистанционном обследовании. Для практического использования годятся прежде всего те методы установления гетерогенности, которые гарантируют высокую производительность по площади и низкие затраты.

Возможность получить высокую густоту информации об индексе листовой поверхности обеспечивает представленный *маятниковый сенсор*. На основе связи, которая существует между утлом маятника и показателем индекса листовой поверхности (Ehlert&Dammer, 2002), возможна квантификация целевых площадей (поверхности растений поверхности почвы). В областях с низким индексом листовой поверхности расход может быть уменьшен без ущерба для действия.

Оптические бесконтактные сенсоры применимы примерно до появления флагового листа. Они определяют только поверхность посева и могут не характеризовать отношения внутри посева. Однако зерновые со времени появления флагового листа образовали несколько ярусов листьев. Рассчитанные по спектральным данным индексы достигают в этот момент насыщения и не могут больше достоверно отображать, например, растительную поверхность. С начала фазы формирования плодов, когда содержание хлорофилла все больше и больше снижается, индексы находятся во все более сильной связи с индексом листовой поверхности и другими параметрами посева, такими как биомасса, высота и густота стояния растений.

Маятниковый сенсор направляется во время движения непосредственно растительным посевом. Высота и густота растений оказывают влияние на высоту угла направления, и получается достаточно точное отображение параметров посева с конца выхода в трубку (BBCH 34) до созревания зерновых. Поэтому

маятниковый сенсор годится для определения поверхности растений как критерия дифференциации расхода фунгицидов в момент, важный для обработки.

Внесение фунгицидов off-line способом предполагает использование карты заданных значений, которая требует установления рабочих и временных затрат. Так как на начинающееся поражение грибами нужно быстро реагировать, это создает временные проблемы. С помощью сенсорного внесения фунгицидов в режиме реального времени этого дополнительного этапа работы можно избежать.

Вопросы для самоконтроля

1 Мониторинг и прогноз фитосанитарного состояния посевов

2 Методологические принципы управления фитосанитарным состоянием агроценозов

3 Перспективы повышения роли устойчивости сортов против сорняков, болезней и вредителей в защите растений.

4 Оптимизация инфраструктуры агроландшафтов по фитосанитарным условиям.

5 Классификация мер борьбы с вредными организмами в современном адаптивно-ландшафтном земледелии

6 Преимущества применения биологических средств защиты растений перед химическими методами и их недостатки.

7 Влияние засоренности посевов на развитие болезней и вредителей

8 Особенности формирования защиты растений в агротехнологиях различного уровня интенсификации.

9 Управление внесением гербицидов на основе сенсорной идентификации в режимах off-line и on-line.

10 Особенности дифференцированного внесения пестицидов в точном земледелии.

2.5 Основные направления развития селекции и семеноводства с позиции охраны окружающей среды

Селекция – значительно более экономичный способ повышения урожайности и качества продукции по сравнению с другими путями решения этих задач. Создание и внедрение в производство новых сортов и гибридов требует значительно меньших затрат по сравнению с интенсификацией технологии возделывания, экологически безопасно, в то же время эффект нового сорта (гибрида) проявляется в повышении урожайности на 30-35% в первый же год его внедрения в производство на всей возделываемой под ним площади.

Экологическая роль селекции связана с созданием устойчивых к болезням и вредителям сортов и гибридов, требующих значительно меньших затрат на средства защиты растений.

Основные направления селекции любой сельскохозяйственной культуры определяются потребностью производства и биологией самой культуры. Для большинства возделываемых культур они примерно одинаковы. Это – селекция на высокий выход основной продукции, устойчивость к неблагоприятным погодно-климатическим условиям выращивания, устойчивость к болезням и вредителям, технологичность, качество продукции.

Требования к сортам и гибридам любой сельскохозяйственной культуры будут меняться в зависимости от зоны их возделывания и характера их использования.

Сорта для интенсивных и высокоинтенсивных технологий возделывания должны обладать:

- устойчивостью к применению гербицидов и других пестицидов;
- различной продолжительностью вегетационного периода;
- засухоустойчивостью, зимостойкостью (для озимой пшеницы), устойчивостью к низким температурам вегетационного периода, переувлажнению, повышенной кислотности почвы, солонцеватости.

- технологичностью возделывания и уборки, которая предусматривает создание неполегающих, устойчивых к осыпанию сортов с толстой, прочной соломиной и мощной корневой системой.

- устойчивостью к болезням и вредителям: различным видам ржавчины (стеблевой, бурой, желтой), головни (твердой, карликовой, пыльной), мучнистой росе, корневым гнилям, септориозу, бактериальным и вирусным болезням. В эпоху глобального потепления климата усилилось распространение и вредоносность фузариоза колоса, ставшего основным тормозом на пути создания крупноколосых сортов пшеницы. Большое значение придается также устойчивости к шведской и гессенской мухам, хлебным пилильщикам, пьявице и другим вредителям. В зависимости от зоны внимание уделяется устойчивости к определенным патогенам и вредителям

В современных системах земледелия необходим тщательный подбор культур и сортов. В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, включено 360 сортов мягкой озимой, мягкой яровой, твердой озимой, твердой яровой и тургидной пшеницы. Можно сказать, что проблемы интенсивности, технологичности и качества продукции озимой пшеницы селекцией решена.

Созданы исключительно зимостойкие, высокопродуктивные (5-7 т/га) сорта озимой ржи с высокими показателями урожайности и качества зерна. В ГСИ передан ряд высокопродуктивных сортов тритикале.

Созданы и внедрены в производство высокоурожайные сорта гречихи. Получены принципиально новые генотипы риса. Формы риса с прямостоячими листьями обеспечивают урожай зерна 13-15 т/га.

Значительные достижения в селекции оказались и в группе зернофуражных растений – озимому и яровому ячменю, овсу. В последние годы созданы и переданы на ГСИ сорта озимого ячменя фуражного и пивоваренного использования с урожайностью до 7-9 т/га.

В Российской Федерации слишком малую долю площадей занимают зернобобовые растения, что отрицательно сказывается на самих системах

земледелия, на обеспечении белком животноводства, балансе азота в почве, урожайности культур в севообороте.

Селекционерами созданы крупноплодные сорта гречихи и проса, которые, наряду с высокой урожайностью и качеством зерна, обладает нарастающей комплексной устойчивостью к природным популяциям головни различного расового состава и не требует предпосевной обработки семян фунгицидами.

Создан ряд сортов гороха нового поколения, сочетающих высокую урожайность зерна и зеленой массы, отличающихся устойчивостью к полеганию.

Проведение конкурсного, экологического, государственного и производственного сортоиспытания позволяют с достаточно большой достоверностью выделить реакцию сортов и гибридов на выращивание их в различных почвенно-климатических условиях, вплоть до условий определенного хозяйства. Именно в результате проведения такого сортоиспытания определяется адаптивность сорта, т.е. его приспособленность к определенным условиям выращивания и экологическая пластичность, т.е. способность обеспечивать высокий выход основной продукции в различных почвенно-климатических условиях. Имеется два подхода к использованию селекционных достижений. Один из них предполагает использование высокопластичных сортов и гибридов. Другой – использование высокоадаптивных к конкретным почвенно-климатическим и экологическим условиям сортов и гибридов.

Существуют и используются сорта с высокой экологической пластичностью. В результате возможности выбора из большого набора сортов и их паспортизации во многих зонах наметился переход от 2-3 ко множеству сортов. Однако в каждом хозяйстве не следует иметь более 2-3 сортов, различающихся по продолжительности вегетационного периода, степени устойчивости к наиболее вредоносным патогенам. Такой подход значительно снизит риск механического засорения сорта и обеспечит стабильный сбор зерна в различные годы выращивания, лучше впишется в адаптивно-ландшафтную систему земледелия.

Система семеноводства в современном земледелии. Успешное продвижение сорта или гибрида в производство (внедрение сорта), занятие им

достаточно больших площадей невозможно без наличия семян, без эффективного размножения данного сорта или гибрида. Эту задачу и решает семеноводство. Частью деятельности агрономов-семеноводов является также проведение семенного и сортового контроля.

Селекция и семеноводство тесно взаимосвязаны, хотя задачи, стоящие перед селекцией и семеноводством различны. В процессе селекции создаются новые сорта и гибриды. Задачей же семеноводства является поддержание существующих сортов и гибридов в чистоте и их размножение до необходимого производству количества без потери сортовых и посевных качеств семян.

Семеноводство как отрасль сельскохозяйственного производства решает две важнейшие взаимосвязанные друг с другом задачи:

- размножение сорта до полного обеспечения потребности в его семенах;
- сохранение в процессе размножения сортовой чистоты и всех хозяйственно-ценных признаков и свойств данного сорта.

Понимание системы семеноводства невозможно без знания ряда понятий, использующихся в селекции и семеноводстве.

Система семеноводства - совокупность функционально взаимосвязанных физических и юридических лиц, занимающихся производством, заготовкой, обработкой, хранением, реализацией, транспортировкой семян, проводящих сортовой и семенной контроль, т.е. она охватывает весь комплекс мероприятий, начиная от производства семян до их реализации при постоянном контроле за качеством семян.

В России в связи с федеративной системой политического устройства и многообразия почвенно-климатических условий наиболее оптимальна региональная система семеноводства с общефедеральным фондом семян и государственной системой сертификации семян. Региональные системы семеноводства могут создаваться по следующим основным направлениям и принципам:

территориальное (зональное) на базе крупных селекционно-семеноводческих учреждений или административно-территориальных субъектов

РФ. По такому принципу необходимо выстраивать семеноводство зерновых, зернобобовых и картофеля, в связи с большими объемами использования их посевного и посадочного материала;

отраслевое (специализированное) по культурам или отдельным группам культур, имеющих четко выраженную зональность семеноводства или доминирующие зоны производства сельскохозяйственной продукции. Кроме того, прогноз развития мирового рынка семян показывает, что торговля и производство семян указанных групп сельскохозяйственных культур будет и дальше концентрироваться в крупных транснациональных компаниях, принимая глобальный, мировой характер.

По степени завершенности цикла производства семян первичные структуры организации семеноводства можно разделить на две группы:

1. С законченным циклом, при котором семена не только производятся в данном хозяйстве, но и проходят полную послеуборочную доработку и реализуются;

2. С незаконченным циклом, когда семена в хозяйстве только производятся, а их послеуборочная доработка проводится на специализированных (межхозяйственных) предприятиях, где осуществляется предварительная очистка, сушка, вторичная доработка, сортирование, протравливание, хранятся страховые и переходящие фонды семян.

Для крупных предприятий с организованным внутрихозяйственным семеноводством целесообразно размножать полученные семена элиты и I репродукции для полного обеспечения собственной потребности в сортовых семенах. Эта модель организации внутрихозяйственного семеноводства наиболее предпочтительна для основных зерносеющих регионов России.

Схема семеноводства отдельной культуры или группы культур – это последовательность питомников, в которых происходит размножение семян. Другими словами, это – комплекс мероприятий по воспроизводству сортов сельскохозяйственных культур с использованием научно обоснованных методов.

В соответствии с положениями закона «О семеноводстве» семена в зависимости от этапа воспроизводства сорта делятся на ряд категорий: оригинальные, элитные и репродукционные.

Оригинальными семенами являются семена сельскохозяйственных растений, произведенные оригинатором сорта или уполномоченным им лицом. Таким образом, оригинатором сорта – производителем оригинальных семян – может являться не только учреждение (или физическое лицо) – создатель данного сорта, но и другие учреждения или физические лица. Стать оригинатором можно лишь с согласия автора данного селекционного достижения. Регистрирует и поддерживает сведения об оригинаторах Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений. Данные об оригинаторе селекционного достижения публикуются в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию.

Элитными семенами (семенами элиты) являются семена сельскохозяйственного растения, полученные от оригинальных семян, и соответствующие требованиям государственных стандартов и иных нормативных документов в области семеноводства.

Репродукционными семенами являются семена сельскохозяйственных растений последующих после семян элиты поколений. Число поколений репродукционных семян (1-ая, 2-ая и т.д. репродукции) определяется в зависимости от планируемого количества их производства. К репродукционным семенам отнесены и гибридные семена первого поколения, хотя они, конечно, воспроизводятся путем скрещивания родительских форм и используются только для получения товарной продукции, а не для дальнейшего размножения.

В процессе семеноводства решается две основные задачи: проведение *сортосмены* и *сортообновления*.

Сортосмена – это замена на производственных площадях одного сорта (или группы сортов) другим зарегистрированным сортом, как правило, более продуктивным или имеющим какие-либо преимущества по сравнению со старым сортом. Теоретически сортосмена должна происходить в среднем раз в пять лет.

При выборе сорта для возделывания в хозяйстве следует учитывать многие факторы. Прежде всего, это условия конкретного места выращивания. Условия возделывания сорта в одной и той же почвенно-климатической зоне весьма разнообразны, это обуславливает значительное колебание урожайности. Если сорт обладает высоким потенциалом продуктивности, то он, естественно, предъявляет повышенные требования к условиям возделывания.

Сортообновление – периодическая замена сортовых семян в хозяйстве семенами тех же сортов с более высокими посевными, агроэкологическими урожайными качествами, как правило, более высоких репродукций. При четко налаженной сортосмене сортообновление не является необходимым. Но периодичность сортосмены часто нарушается и требуется замена семян возделываемого в производстве сорта. Сортообновление чаще всего связано со снижением сортовой чистоты и с увеличением пораженности семян болезнями.

При планировании семеноводства в конкретном хозяйстве учитываются источники поступления семян, порядок сортосмены и сортообновления, структура посевных площадей, выход кондиционных семян, норма высева, объемы основных, страховых и переходящих фондов.

Планирование семеноводства зависит от многих причин: периодичности сортосмены или сортообновления, плана-заказа производства семян необходимой категории. Все расчеты при планировании объемов семеноводства строятся от плана-заказа производства семян необходимой категории с учетом коэффициента размножения, страховых и переходящих фондов семян.

При составлении системы земледелия с использованием специфики семеноводства необходимо учитывать факторы, модифицирующие условия формирования биологического потенциала семян. Эти факторы делятся на генетические (сорт и его специфическая реакция на изменение условий выращивания), технологические (предшественник, подготовка почвы, уровень питания, предпосевная обработка семян, сроки, нормы, способы посева, уход за посевами) и природные (уровень плодородия почвы и погодные условия формирования урожая семян).

Весь комплекс агротехнических мероприятий по производству семян должен быть направлен на получение высоких урожаев семян с максимально высокими сортовыми и посевными качествами.

В специализированных семеноводческих хозяйствах или бригадах по возможности все посевы должны быть семеноводческими. Для фуражных целей отводится ограниченная площадь, необходимая для обеспечения внутрихозяйственных нужд. Для участков размножения выбираются лучшие предшественники. При составлении семеноводческих севооборотов и выборе предшественников под семенные участки нужно выбирать чередование культур, которое отвечает биологии культуры и предотвращает засорение трудноотделимыми культурными растениями и сорняками.

К агротехническим приемам получения высокого урожая семян с хорошими посевными качествами относятся лучшие сроки и способы посева, оптимальные нормы высева, сбалансированное соотношение элементов питания.

При хранении семян необходимо учитывать их способность к дыханию, сорбционные, теплообменные и физико-механические свойства. Из них главное – способность семян к дыханию, в результате которого нередко существенно снижается всхожесть семян. Интенсивность дыхания в значительной степени зависит от влажности зерновой массы. Чтобы семена хорошо хранились, их влажность должна быть ниже критической: На хранение обычно закладываются семена с максимальной всхожестью. При реализации семян надо иметь в виду, что их всхожесть в процессе послеуборочного дозревания может измениться.

С момента поступления семян на хранение необходим систематический контроль, за их влажностью, температурой, запахом, возможным появлением вредителей. В процессе семеноводства осуществляется постоянный сортовой и семенной контроль сельскохозяйственных растений. Этот контроль ведется как на уровне государства - государственный сортовой и семенной контроль, так и на уровне отдельного хозяйства - внутрихозяйственный контроль.

Основные направления развития селекции и семеноводства в современных условиях.

Мировая практика показывает, что наиболее эффективным является производство семян на промышленной основе, при соответствующей его специализации и концентрации. Развитие рыночной инфраструктуры, приватизация, многообразие форм собственности сильно изменили систему семеноводства бывшего СССР. Основными субъектами, действующими на этом рынке в России, являются акционерные общества (бывшие колхозы и совхозы), предприятия системы заготовок, элеваторы, дилерские и брокерские конторы, торгово-сбытовые и посреднические фирмы, организованные на принципах кооперативной, частной и долевой форм собственности. Однако, независимо от их организационно-правовых форм, получение семян высокого качества зависит от уровня внутрихозяйственного семеноводства. Поэтому, при разработке системы земледелия обязательно должна быть учтена специфика производства семян. Организация внутрихозяйственного семеноводства предусматривает создание специализированного подразделения по производству высококачественного семеноводческого материала, планирование производства, выбор сортов, выделение отдельного семеноводческого севооборота, учет особенностей технологии возделывания культур на семена, сортовой и семенной контроль, хранение, реализацию, подготовку семян к посеву, организационно-экономическое и экологическое обеспечение всей этой деятельности.

При планировании семеноводства учитывают источники поступления семян, порядок сортосмены и сортообновления, структуру посевных площадей, выход кондиционных семян, норму высева, объемы основных, страховых и переходящих фондов семян.

Разработка отдельных звеньев системы земледелия в оптимальном варианте с целью максимального производства товарной продукции не всегда подходит для семеноводства. Это касается как структуры посевных площадей, которая в семеноводческих хозяйствах определяется спецификой севооборотов, так и состава и эксплуатации машинно-тракторного парка.

По степени завершенности цикла производства семян юридических лиц и индивидуальных предпринимателей можно разделить на две группы:

- с законченным циклом, при котором семена производятся, проходят послеуборочную доработку и реализуются;

- с незаконченным циклом, когда семена только производятся, а их послеуборочную доработку проводят на специализированных (межхозяйственных) предприятиях. Там осуществляется предварительная очистка, сушка, вторичная доработка, сортирование, протравливание семян, хранятся страховые и переходящие фонды семян. Такая схема наиболее распространена в семеноводстве зерновых культур, кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника, овощных культур, трав. По мере интенсификации производства семян, эта форма организации будет получать все большее развитие, но при условии взаимовыгодных экономических отношений между ее участниками.

Семеноводство решает две основные связанные между собой задачи: сортосмену и сортообновление. В идеальном варианте при плановом внедрении новых сортов в производство сортообновления быть не должно. Создание нового сорта происходит за период, в течение которого ухудшение сортовых качеств и урожайных свойств старого сорта достигает экономической значимости.

В системе мероприятий по переводу семеноводства на промышленную основу важнейшее место принадлежит сортосмене, т.е. внедрению новых сортов в производство в течение 3-4 лет по классической схеме: участок размножения - семенные посевы - товарные посевы. При выборе сорта для возделывания в хозяйстве следует учитывать многие факторы. Прежде всего необходим дифференцированный подход к выбору сорта для конкретного места выращивания. Условия возделывания различных культур в одной и той же почвенно-климатической зоне весьма разнообразны (область, район, хозяйство), при этом существует значительное колебание урожайности. Если сорт обладает высоким потенциалом продуктивности, то он, естественно, предъявляет повышенные требования к условиям возделывания. Сорт с меньшим потенциалом урожайности невыгодно использовать в очень хороших условиях и наоборот.

В процессе репродуцирования сорта происходит его постепенное ухудшение, причем оно не носит линейного характера и зависит от

механического, биологического засорения (переопыление или спонтанная гибридизация, появление естественных мутаций), расщепления и увеличения уровня заболеваемости. У различных сельскохозяйственных культур причины, приводящие к снижению качества сорта, неодинаковы. У зерновых культур главная причина потери сортовых достоинств - механическое засорение, а также увеличение уровня заболеваемости. У перекрестноопыляющихся культур во избежание переопыления необходимо строго соблюдать установленную пространственную изоляцию. У картофеля главная опасность исходит от вирусных и бактериальных болезней, при этом у него установлена почти линейная зависимость снижения урожайности от числа лет репродуцирования. В связи с этим периодически возникает необходимость обновления семян уже распространенных в производстве сортов - сортообновление, а у картофеля вся система семеноводства направлена на проведение быстрейшего сортообновления. Поэтому при составлении системы земледелия с семеноводческой спецификой необходимо учитывать факторы и условия формирования биологического потенциала качества семян.

Вопросы для самоконтроля

1. Сортосмена и сортообновление.
2. Критерии выбора сорта разной интенсивности.
3. Подготовка семян к посеву, основные составляющие.
4. Способы обеззараживания семян и показатели качества протравливания.
5. Роль сорта в обеспечении качества продукции.
6. Организация внутрихозяйственного семеноводства
7. Сортовой контроль, полевая апробация.
9. Внутрихозяйственный и государственный контроль качества семян.
10. Особенности влияния технологий возделывания полевых культур на семена.

2.6 Техническая и навигационная оснащенность современных технологий возделывания культур, их агроэкологическая направленность

Для производственного освоения современных агротехнологий и адаптивно-ландшафтных систем земледелия необходимы более современная система технического обеспечения АПК, создание региональных регистров сельскохозяйственных машин, формирование технической политики. Нужны сельскохозяйственные машины с возможностью изменения технологических операций (норм высева, внесения удобрений и средств зашиты растений) по ходу движения агрегата на поле. Машины должны быть дешевыми, надежными, экономичными, экологически безопасными, производительными, универсальными, рассчитанными на массового потребителя.

Отечественные транспортно-технологические средства, особенно зерновые комбайны и тяжелые колесные тракторы, значительно превышают регламентированные нормы воздействия на почву. По стандартам развитых стран, давление колес на почву не должно превышать 0,6 кг/см^2. У К-700 давление ведущих колес без навески – 0,9, а с навеской – 1,5 кг/см^2. Переуплотнение почвы ведет к ее деградации, увеличивающейся с продвижением от степной зоны к тайге. Необходимо совершенствование конструкций движителей (создание новых типов гусениц, эластичных шин сверхнизкого давления и т.д.). Нужны блочно-модульные комплексы с наименьшим количеством типов рабочих органов, обеспечивающих такую же качественную работу, как 4-5 орудий. Перспективным направлением является создание широкозахватных энергосберегающих агрегатов с рабочими органами из новых материалов с поверхностным упрочением, активными рабочими органами, автоматическим регулированием и контролем технологических процессов. Для совершенствования почвообработки необходимо:

- повысить качество, долговечность и надежность почвообрабатывающей техники;

- расширить семейство почвообрабатывающих рабочих органов в целях адаптации к разнообразным почвенным условиям;

- создать унифицированные машины с набором сменных рабочих органов;

- создать блочно-модульные унифицированные машины;

- создать орудия с изменяемой шириной захвата;

- машины и орудия должны быть как с задней, так и передней навесками;

- снизить материалоемкость и энергопотребление.

Для посевных машин и комплексов нужно:

1. Совершенствование способов посева. Современная тенденция рядового посева зерновых культур – сужение междурядий. Сеялки с междурядьями около 12 см, предполагается уменьшенить до 8 см, что позволяет обеспечить более равномерное распределение семян по площади питания. Сеялки должны быть универсальными, способными вести бороздковый посев и в плотную почву, покрытую большим количеством растительных остатков, в рыхлую, влажную и даже в дождливую погоду;

2. Совершенствование и создание комбинированных сеялок с локальным внесением минеральных удобрений, выполняющих за один проход несколько операций (предпосевную обработку почвы, внесение удобрений и пестицидов, укладку семян на уплотненное ложе, прикатывание);

3. Обеспечение высокой производительности труда без ущерба качеству за счет повышенной рабочей скорости и большой емкости семенного бункера. Такие примеры в мировой практике уже есть. Сеялка «Amazone» (Германия) работает на скорости до 15 км/час, шириной захвата 6 м, засевает 9 га/час.

4. Оснащение сеялок сменными рабочими органами, что позволяет в зависимости от конкретных условий изменять ширину междурядий, глубину заделки семян, способ подготовки семенного ложа;

5. Повышение качественных показателей посева: равномерность распределения семян по площади, точные норма и глубина посева, высев любых семян – от мелкосеменных до бобов, устойчивая без забивания соломой работа;

6. Оснащение сеялок рабочими органами с компьютерным управлением технологическими операциями (норма высева, дозы внесения агрохимикатов).

В сфере защиты растений главная задача – создание семейства отечественных опрыскивателей с наименьшими потерями препарата, с целью предотввращения негативного влияния на окружающую среду. Нужны опрыскиватели с компьютерным управлением доз гербицида в точном соответствии с пестротой засоренности участка, а при внесении удобрений – с учетом содержания минеральных элементов в растениях.

В радикальном совершенствовании нуждается отечественная уборочная техника. Она значительно уступает зарубежным аналогам не только по производительности, но и по качеству обмолота, сепарации массы, потерям продукции, технической и технологической надежности, комфортности труда.

Основные пути ее совершенствования:

- оснащение комбайнов жатками нового поколения (зерносчесывающими, комбинированными), обеспечивающими существенное повышение их производительности за счет уменьшения обмолачиваемой массы;
- оборудование по дифференциальному измерению величины урожая и записи полученных результатов в бортовой компьютер;
- оборудование комбайнов электронными приборами и автоматикой для копирования рельефа убираемого поля;
- улучшение молотильно-сепарирующих систем, создание новых устройств для обмолота и очистки массы, поступающей с зерносчесывающих жаток;
- оснащение комбайнов электронными приборами и автоматикой, регулирующими его скорость движения в зависимости от массы убираемой культуры;
- использование новых синтетических материалов для повышения надежности и долговечности рабочих органов;
- оборудование комбайнов системой быстрой его очистки от зерна и колосьев при переходе с одного поля на другое;
- оснащение комбайнов усовершенствованными кабинами, оборудованными кондиционерами.

Нужны новые универсальные узлы и модульные конструкции широкого применения, комплекс технических средств для выполнения операций с сочетанием мобильных и стационарных машин. С увеличением годовой загрузки эксплуатационные затраты снижаются. Мобильные энергосредства должны иметь передние и задние навесные системы, многоскоростные валы отбора мощности (передние и задние), сменные (колесные и гусеничные) ходовые системы, пониженную материалоемкость за счет лучшего соответствия массы и величины тяги, достаточную энергонасыщенность.

При рыночных отношениях настоятельной необходимостью является решение проблемы сокращения номенклатуры машин и их металлоемкости. Для крестьянских (фермерских) хозяйств крайне необходимы универсальные машины с быстросменными рабочими органами, монтаж которых осуществляется трактористом без привлечения дополнительных рабочих. Такие же требования предъявляются и при составлении комбинированных агрегатов.

Современный уровень цен на горюче-смазочные материалы делает их в структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции соизмеримыми с затратами на заработную плату и капитальными вложениями в технику. Поэтому в разряд важных проблем выдвигаются вопросы экономии горючего, пути которой могут быть разными. В их числе создание экономичных двигателей и конструкций машин, требующих пониженного расхода топлива на самопередвижение. Важную роль играет и возможность составления агрегатов рационально использующих тяговую мощность мобильных средств.

Механическая обработка почвы служит для создания оптимальных уксловий выращивания культурных растений, удаления сорняков, возбудителей болезней и вредителей, обеспечения заделки растительных остатков и удобрений, проведения противоэрозионных и мелиоративных мероприятий.

Основная обработка почвы – первая, наиболее глубокая обработка, проводимая после уборки предшествующей культуры. Ее проводят различного вида плугами, плоскорезами, чизелями, фрезами, стойками СибИМЭ и некоторыми другими орудиями.

Глубина основной обработки, как правило, равна по мощности протяженности пахотного слоя, который иногда совпадает с мощностью гумусового горизонта (например для дерново-подзолистых почв). На мощных окультуренных глубокогумусированных почвах глубина основной обработки меньше протяженности перегнойно – аккомулятивного горизонта и составляет, в среднем, 25-30 см.

Плуги различаются типом корпусов: 1) **отвальный** применяют для вспашки с оборотом и рыхлением пласта; 2) **безотвальный** применяют для рыхления почвы в ветроэрозионных и засушливых районах; 3) **вырезной** для вспашки подзолистых почв и одновременного углубления пахотного горизонта на 4-5 см; 4) **корпус с накладным долотом** для вспашки твердых почв, засоренных камнями; 5) **с почвоуглубителем** для вспашки подзолистых, каштановых маломощных почв с одновременным углублением пахотного слоя на 6-15 см; 6) **дисковый** для вспашки тяжелых твердых почв, засоренных древесными корнями; 7) **комбинированный** для вспашки тяжелых почв с одновременным интенсивным рыхлением пласта.

Классификация отечественных плугов. а) плуги общего назначения (рисунок 11); б) плуги для гладкой вспашки; в) специальные плуги: болотные, кустарниково-болотные, плантажные, садовые; г) ротационные; д)ярусные плуги и рыхлители; е)машины для глубокой обработки:

Рис. 11. Плуг ПЛН-5-35

Плуги импортного производства: навесные, многоцелевого назначения, высокомощные, передненавесные PR-7, полунавесные

Для предотвращения образования на поле развальных и свальных борозд, снижения затрат на оборачивание, повышения рабочих скоростей движения последующих операций, выполнения одновременно со вспашкой других операций необходимо использовать оборотный плуг. На рисунке 12 представлен оборотный плуг EurOpal.

Рис. 12. Оборотный плуг EurOpal

Орудия безотвальной основной обработки почвы. С целью сокращения затрат, уничтожения плужной подошвы, обработки почвы, подверженной ветровой эрозии с оставлением на поверхности поля стерни стали применять безотвальную обработку безотвальными плугами, плоскорезами - глубокорыхлителями, плоскорезами -культиваторами, сибирскими стойками (рисунок 13), чизелями (рисунок 14), фрезой и др. орудиями.

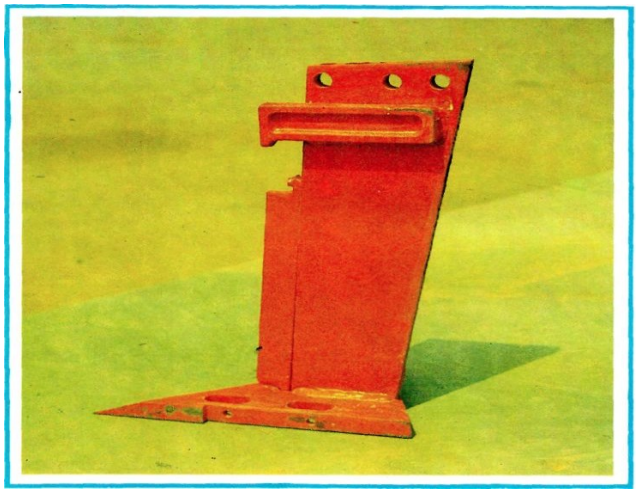

Рис. 13. Плоскорезная стойка (стойка СибИМЭ)

Рис. 14. Плуг ПЧВ-5-40М

Под **поверхностной** обработкой понимают обработку почвы на небольшую глубину до 14-16 см, с целью создания оптимальных условий для роста и развития растений. Ее проводят перед посевом, при посеве и после посева и соответственно называют *предпосевная, припосевная и послепосевная***.** К орудиям, выполняющим указанные виды поверхностной обработки почвы, относят бороны, дискаторы, лущильники культиваторы, катки, фрезы, комбинированные агрегаты.

Боронование производится орудием, носящим название **борона.** Различают несколько видов борон: зубовые, сетчатые, ротационные, игольчатые, дисковые.

Наиболее распространенными являются **зубовые** бороны, рабочим органом которых является зуб, которые, в свою очередь, делят на прямые, лапчатые, изогнутые с пружинной стойкой. Также с квадратным, круглым и прямоугольным сечениями. Зуб бороны выполняет следующую работу: рыхлит верхний слой (от 3 до 10 см); выравнивает поверхность поля, разрушает почвенную корку; измельчает комки (до 5 и менее см); вычесывает сорняки и отмершие растения; перемешивает верхний слой. В зависимости от давления на один зуб различают бороны тяжелые (20-30 Н), средние (10-20 Н) и легкие (5-10 Н). Первые два вида снабжены квадратным зубом, третьи – круглым (рисунок 15).

Сетчатая борона БСО-4 предназначена для рыхления верхнего слоя почвы и уничтожения сорняков до и после посева и посадкиэ

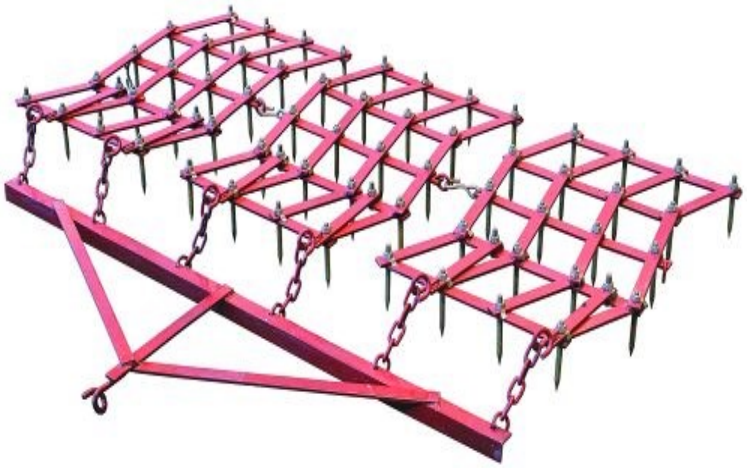

Рис. 15. Зубовая борона ЗБЗЛ-1 (лёгкая)

Ротационные бороны имеют вращающийся рабочий орган, снабженный прутками или зубьями. Бороны с рабочим органом диск с вогнутыми зубьями представляет собой разновидность **игольчатой бороны**. (рисунок 16).

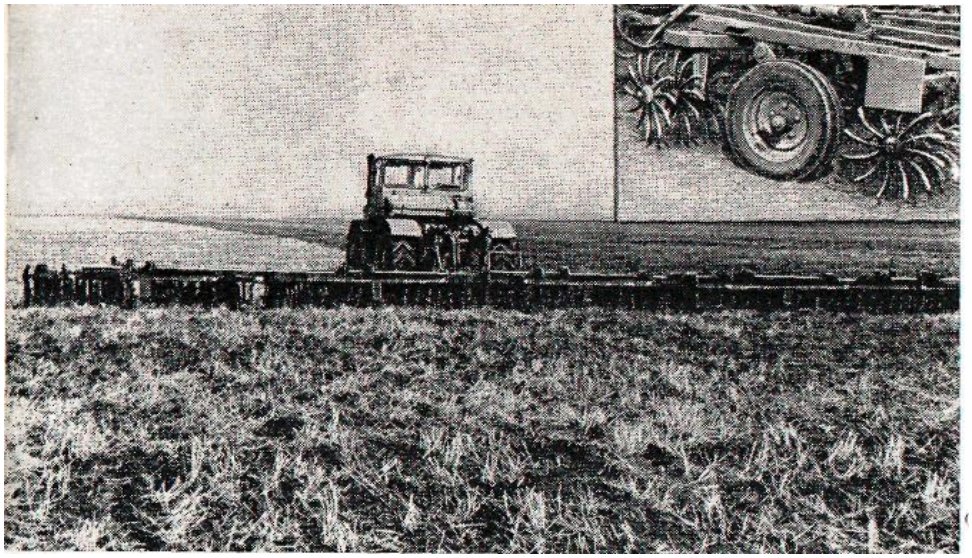

Рис. 16. Борона игольчатая гидрофицированная БИГ-3

Рабочий орган – пассивно вращающийся игольчатый диск. Они применяются для закрытия влаги в районах, подверженных дефляции, а также для лущения стерни вместо дисковых лущильников для сохранения стерни на поверхности.

Дисковые бороны имеют рабочий орган сплошной или вырезной заостренный сферический диск диаметром от 450-500 до 650-700 мм. Угол между плоскостью вращения диска и линией направления движения бороны называют **углом атаки** и он изменяется в пределах от 10 до 25° (рисунок 17).

Рис. 17. Борона дисковая БДТ-7А

Несколько дисков, смонтированных на общей оси, образуют батарею, также можно располагать диски индивидуально, на отдельных стойках Различают дисковые бороны: а) навесные; б) прицепные в) тяжелые прицепные; г)садовые.

В отечественном и зарубежном машиностроении последние годы увеличивается выпуск **дискаторов,** отличительной особенностью которых от выпускаемых дисковых борон является то, что каждый диск дискаторов располагается на отдельной оси, вращается независимо и имеет возможность регулировки угла атаки. Дискатор предназначен для минимальной основной и предпосевной обработки почвы под отдельные культуры. За один проход дискатор измельчает и заделывает остатки культурных и сорных растений, создает взрыхленный, выровненный слой почвы, заделывает внесенные удобрения (рисунок 18).

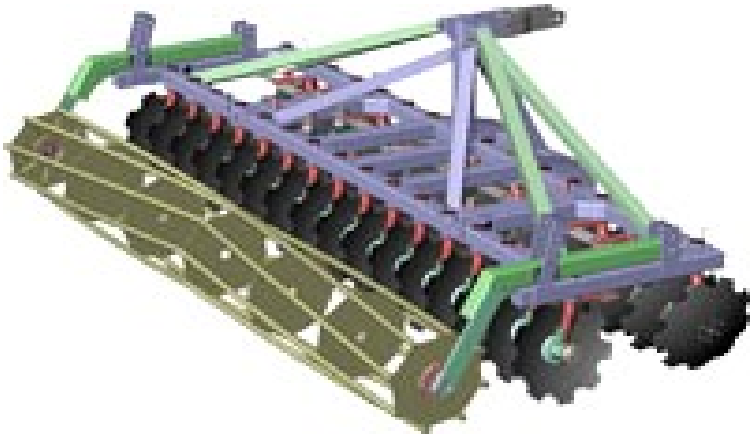

Рис. 18. Дискатор БДМ-4*2

Поверхностную обработку почвы, с целью ее рыхления, заделки удобрений, растительных остатков, вредителей и возбудителей болезней, заделки и провокации семян сорняков на последующее прорастание, облегчения последующей основной обработки, проводится орудием, которое назывется **лущильник.** У дисковых лущильников глубина обработки может изменяться от 4 до 10 см, угол атаки от 15 до 35° (рисунок 19).. Лемешные лущильники работают на глубину от 4-6 до 12-14 см (рисунок 20).

Рис. 19Лущильник дисковый гидрофицированный ЛДГ-10Б

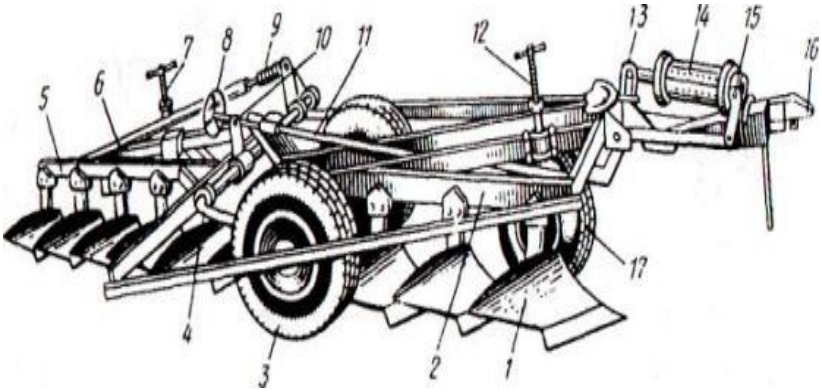

Рис. 20Лемешный плуг-лущильник ППЛ-10-25

Для подрезания сорняков, разрыхления и выравнивания почвы, создания ложа для семян служит прием обработки почвы – культивация и орудие его выполняющее носит название **культиватор**. Рабочие органы культиваторов: а)универсальные стрельчатые лапы; б)”гусиные” лапы; в) рыхлительные лапы с

долотообразными наральниками; г) лапы с пружинными дугообразными и S – образными и жесткими стойками; д) вращающаяся штанга.

Для создания ровного семенного ложа и качественной обработки почвы лапы располагаются с взаимным перекрытием, для снижения забивания – ярусами в шахматном порядке.

Разновидности культиваторов: прицепные (рисунок21); широкозахватные; комбинированные прицепные; навесные; садовые; противоэрозионные; культиватор – растениепитателей.

Рис. 21. Культиватор КПС-4

Культиваторы для междурядной обработки почвы используются для ухода за пропашными культурами в период вегетации (рисунок 22).

Рис. 22. Культиватор междурядный навесной КРН-5,6

С целью создания оптимальных условий прорастания семян поле после посева, а в отдельных случаях, и до него, обязательно *прикатывают.* При этом

почва выравнивается, уплотняется, глыбы разрушаются. Оптимальными считаются условия, когда уплотняется подповерхностный слой (для подтягивания к семенам влаги и питательных веществ из нижних слоев) и разрыхляется верхний слой почвы (для снижения испарения воды).

Различают виды катков: а) кольчато-зубчатые кольчато-клинчатые, для послепосевного прикатывания культур с небольшой глубиной заделки (свекла, овощные, многолетние травы); б) кольчато-шпоровые, для послепосевного прикатывания на культурах с большой глубиной заделки семян (рисунок 23); в)гладкие водоналивные, для уплотнения верхнего слоя почвы до посева; г) резиновые катоки способствуют меньшему налипанию, а небольшие ребра на поверхности катка разрыхляют верхний слой почвы; д) трубчатые катки используются в комбинированных агрегатах; е) планчатые катки, для большего перемешивания и крошенгия при относительно небольшом уплотнении почвы; ж) спиральные катки занимают промежуточное положение между кольчато-клинчатыми и трубчатыми. Встречаются и другие сочетания различных видов катков, например кольчато-клинчатых и кольчато-шпоровых.

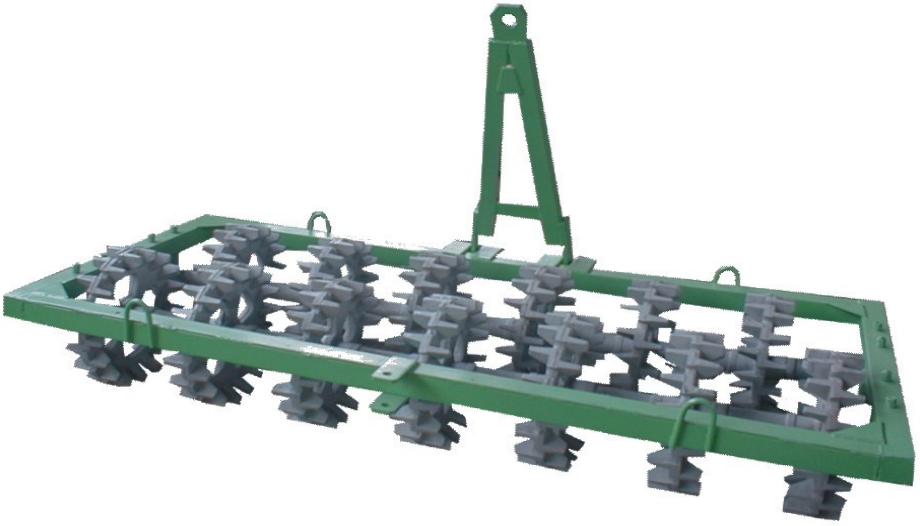

Рис.23. Каток кольчато-шпоровый тяжёлый У10-ЗККШ-6

Рабочий орган **фрезы** ротор или барабан, вращающийся от ВОМ трактора**.** На роторе закреплены прямые ножи с заостренными режущими кромками, расположенными параллельно оси вращения, на бараьане – Г-образные ножи. По

назначению различают болотные, полевые, садовые, пропашные фрезы. Среди которых: болотные.

Комбинированные машины для совмещения основной и дополнительной обработки почвы (рисунок 24):

Рис. 24 Полунавесной оборотный плуг Vari-Diamant в агрегате с катками

Комбинированные агрегаты по совмещению операций предпосевной подготовке почвы (рисунок 25, 26).

Рис. 25. Культиватор комбинированный Smaragd

Рис. 26. Агрегат комбинированный почвообрабатывающий Лидер-4

Машины для совмещения основной и предпосевной обработки почвы с внесением удобрений: (рисунок 27).

Рис. 27. Почвообрабатывающая посевная машина «Обь»-4 (ППМ-4, СКТ-4К)

Машины для совмещения предпосевной обработки и посева: (рисунок 28)

Рис. 28. Универсальная высокопроизводительная пневматическая сеялка прямого посева «DMC Airstar Primera» (Amazone)

Проведение допосевной, предпосевной, припосевной и послепосевной мероприятий по возделыванию с. – х. культур в рамках современных технологий предполагает механизированное внесение удобрений и использование химических средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Указанные приемы связаны с применением различных машин и орудий по внесению удобрений и применению ядохимикатов.

Машины для внесения удобрений используются в предпосевной, припосевной периоды и в период подкормки культур.

Арсенал современных машин для внесения удобрений включает:

а) машины для внесения твердых минеральных удобрений (рисунок 29);

Рис.29. Внесение минеральных удобрений с учетом пестроты почвенного плодородия.

б) машины для внесения пылевидных удобрений;

в) машины для внесения жидких минеральных.

Машины для химической защиты растений:

а) протравливатели**;**

б) опрыскиватели (рисунок 30);

Рис. 30. Опрыскивание картофеля на поле Центра точного земледелия РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева

в) опыливатели;

г) аэрозольный генератор.

Посевные и посадочные машины и комплексы в современных агротехнологиях.

Техника для посева и посадки, способ посева, принцип помещения семян в почву зависят от культуры, биологических и морфологических особенностей и свойств высеваемых семян. Существует несколько **способов посева**, среди которых: а) разбросной; б) рядовой, который подразделяется на собственно рядовой, узхкорядный, перекрестный, широкорядный и ленточный.

Рядовой посев с междурядьем 150 мм осуществляется сеялками с двухдисковым однострочным сошником, который устанавливается на сеялки СЗ-3,6А; СЗ-5,5; СЗП-3,6Б; СЗТ-3,8 и др. Узкорядный посев проводится сеялками с однодисковым односторонним сошником и междурядьем 125 мм СПУ-6Д; СПУ-6Д. Двухдисковый двухстрочный сошник устанавливается на сеялки СЗ-3,6А-04; СЗ-5,5-04 и др., они осуществляют узкорядный посев с междурядьем 75 мм. Наральниковый сошник (анкерный) с тупым углом вхождения в почву устанавливается на сеялки СЗ-3,6А-03; СЗ-5,4А-03; СПУ-4; СПУ-6; СЗ-3,6А-04; СЗ-5,4А-04. Таким же сошником с острым углом вхождения в почву

комплектуется сеялка DMC Primera (Amazone). Наральниковый лаповый сошник устанавливается на сеялки СТС-2; «Обь-4». Для полосового посева можно использовать вырезной сферический диск дискатора. Для раздельного одновременного внесения семян и удобрений разработаны комбинированные сошники, когда удобрения вносятся либо сбоку, либо ниже семенного ложа. Например, у сеялок фирмы HORSCH на дно борозды подаются минеральные удобрения, затем они присыпаются почвой и сверху подаются семена.

Для посева овощных культур, свеклы, подсолнечника и др/ пропашных используют широкорядный способ посева. При этом применяют полозовидные сошники, которые выполняют рядовой, полосовой и ленточный посев. Посев с одинаковым расстоянием между семенами в рядках называется пунктирным.

При посеве различных культур используются разные **типы высевающих аппаратов**. Для посева зерновых культур широкое распространение получили катушечные высевающие аппараты с: а) изменяемой рабочей зоной; б) с изменяемой рабочей длиной; в) с изменяемой длиной ребер.

Дальнейшее перемещение семян зависит от конструкции сеялок. Различают механические СЗ-3,6 и модификации? СЗС-2,1 и модификации (рисунок 31), пневматические сеялки (СПУ-6), а также импортные AD-P303 Special, 30-40 Sunflower.

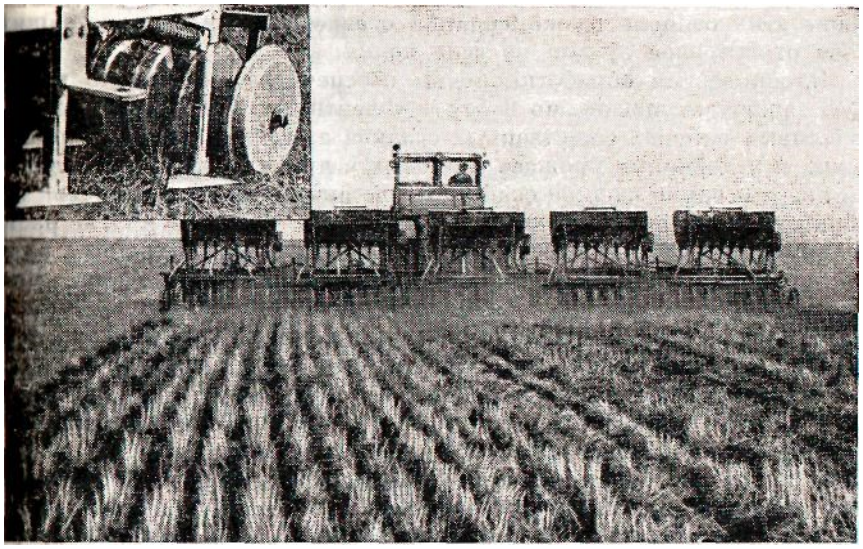

Рис. 31. Сеялка-культиватор СЗС-2,1

Современные посевные комплексы: ПК-6,0; 6,6; 12,0 «Ставрополье», «Horsch – Агро-Союз».

При технологии «No-Till» предпосевная обработка проводится также одновременно с посевом, но обрабатывается только непосредственно зона рядка, а междурядья остаются необработанными. Для этого используются сеялки прямого посева с сошниками различной конструкции, которые заглубляются в почву силой давления пружин (до 400…500 кг/см^2) - сеялки Morris (рисунок 32), Amazone, Horsch-Агросоюз (рисунок 33), Агромастер (рисунок 34) и др.

Рис. 32. Пневматическая сеялка-культиватор Morris Concept-2000

Рис. 33. Посевной комплекс ATD 11.35 (Horsch-Агросоюз)

Рис. 34. Посевной комплекс «AGROMASTER 4800»

В последние годы на базе пневматических сеялок созданы посевные комплексы, соединяющие в себе сеялку и культиватор на одной раме. Пример посевной комплекс «Терминатор».

Почвообрабатывающие посевные машины типа «Обь» (рисунок 35).

Рис.35. Почвообрабатывающая посевная машина «Обь»-4

Прямой посев без обработки почвы специальными сеялками (рисунок 36).

Рис. 36. Универсальная высокопроизводительная пневматическая сеялка прямого посева «DMC Airstar Primera»

Для посадки картофеля используют картофелесажалки со специальным высаживающим аппаратом. Он представляет собой диск или транспортер с ложечками для захвата клубней. На современных картофелесажалках устанавливают «аппликатор», для протравливания клубней картофеля от вредителей и почвенных болезней.

Уборочная и техника для доработки урожая в современном растениеводстве

Комплекс машин, применяемый для уборки, подразделяется в зависимости от культуры или группы культур, которые убираются с поля и транспортируются для дальнейшей переработки и доработки урожая. В связи с этим различают технику для уборки зерновых и зернобобовых, кормовых, технических и бахчевых культур.

Рассмотрим уборочную технику в последовательности по группам культур: зерновые и зернобобовые, технические (картофель), кормовые (кукуруза, многолетние травы).

Существует два способа уборки зерновых и зернобобовых культур – однофазный и двухфазный (раздельный). В связи с этим зерноуборочные комбайны оборудуются в зависимости от способа уборки жатками для прямого комбайнирования и для раздельного. Комбайны: самоходные (рисунок 37).

Рис. 37.Уборка ячменя самоходным комбайном «Сампо» с использованием электронной карты урожайности

Качество комбайнов оценивается по уровню потерь зерна за жаткой и молотилкой, чистоте и дроблению зерна, собранного в бункер. **Пропускная способность молотилки** (кг/с) – предельное количество хлебной массы, которую может обработать комбайн за 1 с с соблюдением агротехнических требований**. Производительность комбайна** определяется по намолоту зерна (т/ч) или площади поля, убранной за 1 час.

Солому после уборки убирают **волокушами**. Для разрезания скирд соломы, сена и буртов силоса используют СНТ-7Б.

Перед уборкой картофеля удаляется ботва **косилкой -** или **ботводробителями** Для уборки картофеля используют **картофелекопалки** КТН и **картофелеуборочные комбай**ны

В зависимости от вида кормовой культуры, заготавливаемого корма, специфики их выращивания определяется набор и перечень уборочной техники. Различают следующие виды кормов: сено, сенаж, травяная мука, силос, зеленый корм. В связи с этим выделяют:

а) **машины для скашивания растений** – однобрусная косилка; ;полунавесная косилка; ротационная навесная косилка; самоходная косилка - плющилка; ротационная прицепная косилка - плющидка.

б) **грабли** – полунавесные грабли; роторная грабли – ворошилка; колесно-пальцевые полунавесные горно-равнинные грабли.

в) **машины для заготовки рассыпного сена** – подборщик-; погрузчик – стогометатель.

г) **машины для заготовки прессованного сена** – пресс-подборщик крупногабаритных тюков; пресс-подборщик; рулонный безременный пресс-подборщик; рулонный пресс - подборщик.

д) **машины для уборки трав и силосных культур с измельчением** – самоходный кормоуборочный комбайн;; самоходный кормоуборочный комбайн; кормоуборочный комплекс; самоходный кормоуборочный комбайн; прицепной кормоуборочный комбайн; скоростной силосоуборочный комбайн; косилки - измельчители; прицепная косилка – измельчитель.

Техническая и навигационная обеспеченность технологии точного земледелия

Применение на практике технологии точного земледелия(ТЗ) на практике требует наличие двух взаимосвязанных составляющих: физико-технического и программно-математического. Для реализации системы ТЗ, с одной стороны, необходима современная сельскохозяйственная техника, управляемая бортовой ЭВМ и способная дифференцированно проводить агротехнические операции. Нужны приборы точного позиционирования на местности (GPS-приемники), технические системы, помогающие выявить неоднородность поля: автоматические пробоотборники, различные сенсоры и измерительные комплексы, уборочные машины, оборудованные приборами для автоматического учета урожая, техника дистанционного зондирования и другие атрибуты. С другой стороны, все современные компоненты физико-технического базиса для своей работы требуют наличия специализированного программного обеспечения по их эксплуатации. В частности, комплексы программ в ТЗ для управления аппаратурой и мобильными системами по сбору данных, регистрации и первичной обработке информации, а также управлению агротехнологическими воздействиями по ходу движения сельскохозяйственных агрегатов на поле.

При возделывании с. – х. культур используются современные тракторы типа МТЗ-1221 оборудованный дизельным двигателем Д-260 мощностью 96 (130) кВт (л.с.) и Джон Дир 6920 мощностью от 150 л.с. Дополнительно к этому в ходе проведения полевых работ применяют системы: параллельного вождения, Автопилот, для внесения жидких материалов, картирования урожайности, пробоотборник для отбора почвенных образцов, для дифференцированного внесения удобрений.

Техническими средствами, обеспечивающими выполнение полевых работ ТЗ, служат с. – х. машины и орудия импортного и отечественного производства, в частности, выпускаемые совместной германско-российской компанией «AMAZONE». Техника AMAZONE имеет выгодное соотношение цены и качества, работает точно, обладает большим запасом прочности, проста в

обслуживании и позволяет выполнять работу профессионально при высокой производительности.

Ниже приводится перечень и характеристика техники, используемой в технологиях точного земледелия компании AMAZONE (таблица 8).

Таблица 8

Перечень с.-х. техники и ее характеристика, используемая в технологии точного земледелия

№ п/п	С.-х. машина	Характеристика технологического приема
1	Eur Opal	Плуг навесной оборотный для вспашки челночным способом с полосовым отвалом. Рабочая ширина 120 - 180 см, число корпусов 4, расстояние между корпусами 90 см.
2	Pegasus	Навесной дисковый культиватор – альтернатива плугу, хорошо рыхлит, выравнивает и, одновременно, прикатывает почву. Ширина захвата от 3 до 6 м.
3	Catros	Навесная дисковая борона для интенсивной неглубокой обработки. Уплотненные бороздки обеспечивают закрытие падалицы и семян сорняков. Ширина захвата 3 м, количество дисков 2х12, масса 1700 кг.
4	UF-901	Навесной опрыскиватель со штангами 15 м и арматурой управления бортовым компьютером. Рабочий захват15-28м.
5	ZAM-900	Разбрасыватель минеральных удобрений. Оснащен «Tronic» - регулирует раздельную норму внесения. Оборудован бортовым компьютером. Медленно вращающиеся высокопроизводительные мешалки обеспечивают равномерный поток удобрений. Рабочая ширина 10-36 м, объем бункера 900-1600 л.
6	Д 9/30 S	Навесная сеялка с дисковыми сошниками, загартачи, маркеры, устройство для создания технологической колеи. Норма высева от 2 до 400 кг/га, ширина захвата 3 м, ширина междурядья 12 см
7	DMC-3	Сеялка для прямого и мульчированного посева. Семена заделываются в стерню, долотообразные сошники копируют почву. Ширина захвата 6 м, междурядье 18,75 см.
8	KE-303	Ротационная вертикально-фрезерная борона. Ширина захвата 3 м, количество роторов 10.
9	GL- 34T	Картофелесажалка 4-х рядная, 75 см междурядья, с приспособлением для протравливания клубней при посадке.
10	GF 75-4	Окучник – гребнеобразователь, 4-х рядный, с гребнеобразующей плитой для взошедшего картофеля. Ширина междурядья 75 см, ширина захвата 3 м, число обрабатываемых рядков – 4.
11	Сампо 2010	Малогаборитный селекционный комбайн, жатка 1,5 м с установкой системы картирования урожайности, поточной системы взвешивания и определения влажности зерна
12	FCT-1050	Кормоуборочный комбайн с подборщиком и измельчителем кормов, травяная жатка 2,4 м.
13	Bolko-s	Прицепной картофелеуборочный комбайн, однорядный с шириной 70 – 75 см.

.

Приведенные системы работают на основе использования сигналов спутников GPS. Система повышает эффективность и точность всех сельскохозяйственных операций, позволяет до минимума сократить пропуски и перекрытия рядков, что приводит к экономии семян, удобрений и ГСМ. Система дает возможность работать в условиях плохой видимости (ночью, в тумане, в пыли и т.д.).

Система GPS состоит из курсоуказателя с монохромным дисплееми рядом светодиодов, встроенного GPS-приемника и антены. Курсоуказатель крепится на вакуумной присоске к стеклукабины, антена монтируется на крыше. При необходимости систему можно дополнять внешним приемником, позволяющим повысить точность выполняемой работы до 5-10 см от к ряду. Машина может быть оборудована подруливающим устройством, которое ведет ее по заданной траектории.

Программное обеспечение для стационарного компьютера

Интерфейс передачи данных между ПО бортового компьютера мобильного комплекса и ПО стационарного компьютера позволяет импортировать и экспортировать контура обследуемых полей, сетку разбиения поля на элементарные участки, пути и точки, отмеченные при обследовании и привязанные к координатам.

Развитие современных технологий позволяет получать важнейшую информацию о посевных площадях, т.н. карты урожайности. Используя специальные датчики, установленные на уборочной технике, а также бортовые компьютеры и приёмники GPS, после уборки обмолачиваемых культур мы можем получать пространственно-ориентированные карты урожайности. Получение подобных карт является несомненным прорывом в области земледелия, так как позволяет нам определять неоднородность главного из всех показателей - урожайности.

Полученные карты включаются в геоинформационную базу хозяйства и служат отправной точкой при планировании агрохимического обследования, так как позволяют выявить с высокой точностью проблемные участки поля. Эта

информация существенно снижает издержки по обследованию поля, так как позволяет целенаправленно определить наиболее важные места для обследования.

Карты урожайности получаются с помощью зернового комбайна, оснащённого датчиками урожайности, бортовым компьютером и системой DGPS. По карте можно определить достаточно точно границы участков с низкой урожайностью. Исходя из этого, обследование почвы в этих местах целесообразно в дальнейшем проводить особенно подробно, и при этом важно выяснить причину низкой урожайности, чтобы в следующем сезоне избежать потерь в урожае запланированной культуры на этом поле.

Имеется возможность укомплектовать обычные используемые в нашей стране комбайны аппаратурой учета урожайности обмолачиваемых культур.

Контролер параллельного вождения трактора по полю

Контролер параллельного вождения необходим для точного вождения техники по полю, с точностью, которую позволяет выдерживать GPS-приемник. Точное вождение по полю необходимо во избежание разрывов и перекрытий полос внесения минеральных удобрений, что само по себе дает ощутимый экономический и экологический эффект.

Так, при традиционном внесении удобрений механизатор ориентируется по пенному маркеру (если он есть), но при большой ширине захвата сельскохозяйственной техники это достаточно проблематично, тем более когда работы ведутся в темное время суток. Контролер параллельного вождения позволяет решить эту проблему.

Контролер состоит из курсоуказателя со световым табло, пульта управления и соединительных кабелей. Механизатор, находящийся в кабине транспортного средства, должен контролировать работу системы и в то же время управлять транспортом.

Распределители твердых и жидких минеральных удобрений

Центробежный распределитель минеральных удобрений**.** Приведем основную характеристику данного назначения машины на примере центробежного распределителя Amazone ZA-M предназначенного для внесения

сухих, гранулированных, дражированных и кристаллических удобрений, а также семенного материала и отравленной зерновой приманки для борьбы со слизнями. Распределение удобрений возможно на склонах с наклоном до 20 %.

Распределитель агрегатируется с трактором на трёхточечное гидравлическое навесное устройство категории II. Распределитель оснащён карданами (приводами от вала отбора мощности (ВОМ)) как для отечественных, так и для импортных тракторов. К тому же на современных тракторах Минского тракторного завода предусмотрен сменный тип шлицевого соединения ВОМ.

Распределитель укомплектован двумя сменными распределяющими дисками Omnia-Set. Эти распределяющие диски вращаются против направления движения изнутри наружу и оснащены одной короткой и одной длинной лопастями. Спиральные мешалки в воронковидных наконечниках бункера обеспечивают равномерный поток удобрений на распределяющие диски. Медленно вращающиеся спиральные сегменты мешалки равномерно подают удобрения к соответствующему выпускному отверстию.

Регулировка нормы внесения удобрений производится при помощи шиберных заслонок с гидравлическим приводом посредством установки различной ширины выпускных отверстий. Шиберные заслонки приводятся в действие с помощью гидравлического цилиндра простого действия независимо друг от друга. Подключение гидравлических шлангов производится к двум клапанам управления простого действия на тракторе. На тракторах с одним клапаном управления простого действия возможно подключение при помощи двухходового устройства, которое поставляется дополнительно по заказу.

Масса распределителя - 275 кг, объём бункера без дополнительной оснастки -1500 л (с дополнительной оснасткой может быть увеличена на 500 и 1000 л), полезная нагрузка - 2000 кг. Диапазон вносимых доз может варьироваться достаточно широко, в зависимости от типа удобрения и рабочей скорости при внесении. Например, при внесении мочевины 46% (круглый гранулят, диметром 2,4 мм, соотношение масса/объём = 0,76) при диапазонах рабочих скоростей от 8 до 12 км/ч и рабочей ширины от 10 до 28 м доза может варьироваться от 28 кг/га

до 1059 кг/га. А при посадке люцерны или клевера (соотношение масса/объём = 0,85 и 0,84 соответственно) доза/норма может варьироваться от 4,3 кг/га до 101 кг/га. Наиболее важной характеристикой рассматриваемого распределителя является возможность автоматической регулировки дозы распределяемого вещества в соответствующем диапазоне под управлением бортового компьютера.

Навесной опрыскиватель (на примере Amazone UF 800)

Навесной опрыскиватель Amazone UF 800 предназначен для транспортировки и внесения химических средств защиты растений (инсектициды, фунгициды, гербициды и др.) в форме суспензий, эмульсий и смесей, а также жидких удобрений. Движение по склонам может производиться с наклоном до 20 %.

Опрыскиватель агрегатируется с трактором на трёхточечное гидравлическое навесное устройство категории II. Распределитель оснащён карданами (приводами от вала отбора мощности (ВОМ)) как для отечественных тракторов, так и для импортных.

Детали опрыскивателя устойчивы к воздействию активных веществ жидких удобрений и средств защиты растений, но всё же здесь есть несколько ограничений, указанных в инструкции по эксплуатации. Главное правило при использовании агрессивных веществ - обязательная промывка водой всех деталей опрыскивателя.

Базовый агрегат - это несущая рама опрыскивателя и ёмкость для рабочего раствора и воды, а также необходимые крепежи и детали. Полная ёмкость бака опрыскивателя UF 800 - 980 литров. Бак для воды - 50 литров. Рабочая арматура - специальное дозирующее устройство, управляющее расходом удобрений. Рабочая арматура калибруется на заводе-изготовителе, но может быть откалибрована вручную, исключая некоторые компоненты арматуры, которые калибруются на специальном оборудовании и имеют уникальные для каждого образца свойства. Рабочая арматура, пожалуй, одна из самых важных систем для управления дозой, входящая в комплект опрыскивателя и работающая в прямой связи с бортовым компьютером. Управляющей частью рабочей арматуры можно назвать пульт

управления SKS, непосредственно соединённый с бортовым компьютером. Пульт позволяет, когда это необходимо, вручную управлять штангами опрыскивателя - включать и отключать их, менять рабочее давление, переходить из режима ручной установки дозы в автоматическую.

Опрыскиватель оснащён штангами Super-S с полной гидравлической регулировкой и системой автоматического складывания и раскладывания. Подключение гидравлических шлангов производится к двум клапанам управления простого действия на тракторе. Рабочая ширина штанг опрыскивателя -18 м.

Доза вносимого раствора зависит от типа (распыление или внесение жидких удобрений) и размера распылителей, установленных на штангах, рабочего давления, отчасти зависящего от частоты вращения ВОМ, скорости движения, а также собственно от самого вносимого раствора. Например, для воды при распылении и размере установленных распылителей 03, скорости движения от 4 до 12 км/ч, а также рабочем давлении от 1,1 до 5,0 бар, доза может варьироваться в диапазоне от 100 до 450 л/га.

В комплект оборудования апробации агроприёмов по внесению минеральных удобрений и агрохимикатов входит бортовой компьютер Amanron II A для управления навесным распределителем удобрений и опрыскивателем. Бортовой компьютер подключается к полевому опрыскивателю или распределителю минеральных удобрений и служит в качестве индикаторного, контрольного и управляющего устройства. Микрокомпьютер оснащён запоминающими устройствами и литиевой батареей. Все введенные и определённые данные даже при отключенной бортовой сети сохраняются в устройстве приблизительно на 10 лет.

Amatron II A производит регулировку нормы внесения удобрений с учётом фактической скорости и ширины захвата навесного оборудования. На дисплее компьютера отображаются фактическая скорость движения (км/час), определяется и сохраняется обработанная площадь (га), а также отработанные часы (час). Производится контроль и индикация давления опрыскивателя.

Бортовой компьютер размещается в кабине трактора и подключается к аккумуляторной батарее (12 V). Подсоединение к компьютеру полевого опрыскивателя и распределителя удобрений производится при помощи пульта управления через 48-полюсный штекерный соединитель. При помощи этого штекера компьютер получает информацию сдатчиков, переключателей распределительных линий и главного выключателя. Кроме того, компьютер распознаёт тип сельскохозяйственного оборудования. Предназначенная для агрегата программа и введённые однократно характеристики агрегата выбираются автоматически: ширина захвата, количество распылителей, контрольное число расходомера и прочие, вводятся однократно, при первом подключении. Установка дозы удобрения может вестись тремя способами:

- Установка одной фиксированной дозы на бортовом компьютере с помощью клавиатуры.
- Использование заранее подготовленной на стационарном компьютере карты-задания с пространственной привязкой к местности (режим off-line).
- Управление дозой удобрения на основании данных, получаемых в процессе движения трактора по полю и агротребований при работе в режиме on-line.

Вопросы для самоконтроля

1. Потребность агротехнологий и сельскохозяйственных предприятий в технике.
2. Характеристика машин и орудий для основной обработки почвы,
3. Характеристика машин и орудий для поверхностной обработки почвы
4. Характеристика машин для посева и посадки с.-х. культур.
5. Машины для внесения удобрений и защиты растений.
6. Комплекс машин для проведения противоэрозионных и мелиоративных мероприятий
7. Навигационная система, устанавливаемая на сельскохозяйственной технике
8. Техника точного земледелия: особенности, характеристика, ассортимент.

2.7 Экологический мониторинг мелиоративных приемов на современном этапе

К числу наиболее распространенных и применяемых приемов мелиорации в современных системах земледелия относят *лесо-, снего-, гидро-, фито- и агромелиорацию.*

Лесомелиоративные мероприятия. Главная роль и значение лесных полос в борьбе с ветровой эрозией – уменьшение скорости и турбулентности ветрового потока. Ослабляя силу ветра, они защищают почву от выдувания летом и зимой, задерживают снег на полях, повышают влажность почвы и воздуха, улучшают микроклимат.

Лесные полосы подразделяют в зависимости от назначения на *водорегулирующие, полезащитные, прибалочные, приовражные, пастбищезащитные, куртинногрупповые, сплошное облесени склонов, оврагов*.

Полезащитные лесные полосы располагают вдоль полей как правило 3-4 рядные, при ширине полосы 10-12 м и расстоянием между продольными полосами 400-500 м, между поперечными 1500-2000 м.

Агротехническая, противоэрозионная и мелиоративная эффективность лесных полос зависит прежде всего от их конструкции. Различают <u>три вида:: непродуваемую</u> (густую между стволами и в кронах), <u>ажурную</u> (редкую между стволами и кронами), <u>продуваемую</u> (редкую между стволами и густую в кронах).

Уменьшение силы ветра лесными полосами способствует снегозадержанию и его равномерному распределению на пашне, они предохраняют его от сноса в балки, овраги. Наибольшее количество снега накапливается на участках со снежными шлейфами возле лесных полос на расстоянии от них до 20 высот деревьев. Конструктивно все виды лесных полос должны обеспечивать максимальную аккумуляцию и равномерное снегораспределение на полях. Технически это условие достигается 2-3-рядными лесными полосами за счет ажурности и продуваемости кроны у насаждений.

Лесные полосы снижают транспирацию рядом расположенных культурных растений, при этом экономно и продуктивно используется влага. Под влиянием

лесных полос значительно повышается урожайность с.-х. культур. Лесные полосы защищают почву от ветровой эрозии как в летнее, так и зимнее время. Наилучшие результаты получены в системе высоких продуваемых и ажурных лесных полос с расстоянием между продольными полосами 500-600 м, между вспомогательными 1500-2000 м. Расстояние между основными лесными полосами устанавливают исходя из расчетной (проектной) высоты насаждений Н, которую они достигают на неорошаемых участках в степи за 15-20 лет, сухой степи и полупустыне за 10-15 лет, на орошаемых землях соответственно за 20-25 и 15-20 лет, дальности их эффективного влияния (30Н) и наибольшей эколого-экономической эффективности. На орошаемых землях расстояние между основными полосами при регулярном поливе дождеванием, по бороздам и полосам на черноземах 600, на каштановых 500 м, а при затоплении чеков соответственно 600 и 700 м.

В зависимости от ветропроницаемости и размеров деревьев во взрослом состоянии полезащитные лесные полосы создают в лесостепной зоне из 2-3 рядов, степной – 3-4, сухостепной – 2-3, полупустынной из 3 рядов древесных пород с расстоянием между рядами 3 м. Ширина лесных полос по этим зонам устанавливается соответственно 6-9 м, 9-12, 6-9 и 9 м.

В условиях орошения количество рядов в основных полосах 2-3, вспомогательных 2, на рисовых системах соответственно 1-2 и 1. Вдоль каналов число рядов 1-5 в зависимости от размеров каналов и способа посадки (одно- или двухсторонняя).

Пределы изменения величин межполосных пространств, при отсутствии использования в них дополнительных агрономических средств защиты почвы от эрозии, в зависимости от активности проявления дифляции: составляют: в зоне слабого проявления дифляции межполосное расстояние уменьшают на 10-16 , в зоне среднего – на 22 м, сильного – на 23-35, очень сильного на 36-50%.

Конструкция лесных полос для районов с холодной и снежной зимой рекомендуется продуваемая, со значительным снегопереносом – ажурно-продуваемая, для районов, страдающих от пыльных бурь – ажурная.

Снегомелиоративные мероприятия.

В борьбе с эрозией почвы на юге страны важное и многостороннее значение имеет **снегозадержание,** как одно из действенных мелиоративных мероприятий. Снегозадержание способствует накоплению и задержанию снега на полях зимой, увеличивает весенние водные запасы почвы, улучшает ее тепловой режим в условиях зимовки озимых культур и многолетних трав, уменьшает сток весенних талых вод, повышает урожайность с.-х. культур. Следовательно, снегозадержание к тому же способствует борьбе с ветровой эрозией почв.

Эффективность снегозадержания зависит от продолжительности зимнего периода и мощности снегового покрова на полях. Зимний период наиболее продолжителен на северо-западе и востоке Европейской части РФ, Западной и Восточной Сибири, Алтае и других регионах страны. Количество осадков в районах Среднего и Нижнего Поволжья составляет 130-135 мм или 30-35% от годовой суммы и опускается до 90-100 мм или 23-25%. В Заволжье среднее количество зимних осадков не более 75-80 мм.

Незначительная мощность снегового покрова объясняется не только недостатком осадков, но и тем, что снег с полей сдувается в пониженные места рельефа – лощины, балки и овраги. Потери составляют 20-30%.

Снегозадержание пополняет запасы почвенной влаги, достигая значительных размеров, в 1,5 – 2 раза больших, чем без проведения этого приема. Оно оказывает утепляющее воздействие на почву и способствует сохранности озимых и многолетних трав от вымерзание. Температура почвы под покровом снега, по разным источникам на 3-8° выше, чем на на оголенных участках. Высота накапливаемого снега изменяет гибель озимых культур. При высоте снегового покрова 28 см гибель озимых 5%, 24 см - 14%, без снега на полях – 86%.

Почва зимой меньше промерзает под глубоким снеговым покровом, под которым она раньше оттаивает весной снизу, но позже освобождается от массы снега на поверхности. Под мелким снеговым покровом почва промерзает глубже, но значительно раньше оголяется от снега, при этом вода легко стекает по поверхности. Таким образом при снеготаянии при глубоком снеговом покрове

влага лучше и больше впитывается в почву. Так, при снегозадержании в почву впитывается около 70% талой воды, без снегозадержания – чуть более 25%.

Способы снегозадержания зависят от цели приема - задержание снега на конкретном поле и накопление его за счет сноса с соседних полей. Наилучшие результаты дает система полезащитных лесных полос продуваемой или ажурной конструкции.

На полях озимых хорошо зарекомендовал себя посев на парах кулисных высокостебельных культур (кукурузы, подсолнечника, горчицы). Кулисы также эффективны на полях, отводимых под яровые культуры. Прибавка урожая яровой пшеницы от посева кулисных растений 3,2-4,3 ц/га.

Дополнительной мерой накопления снега может служить безотвальная обработка почвы с сохранением на поверхности поля стерни.

Ранние яровые культуры хорошо отзываются на механизированные способы снегозадержание: уплотнение снега, снегопахание, образование валов и т.д. Основные механизированные способы снегозадержания – применение снегопаха - валкователя СВУ-2,6 и уплотнителя – валкователя УВС-9. Первый снегопах применяют при высоте снега 12-15 см, валы нарезают через 5-6 м и более поперек господствующих ветров.

В отдельных случаях на полях возможна расстановка искусственных заграждений, задерживающих снег.

Регулирует снеготаяние и уменьшает весенний сток полосное зачернение снега весной. Его проводят полосами шириной 2-3 м через каждые 10-15 м при помощи разбрасывателя удобрений или туковой сеялки. При этом используют золу, перегной, угольную пыль и др.

Наиболее отзывчивы на снегозадержание озимые культуры, особенно пшеница, размещаемая по чистому пару. Она дает прибавку урожая 4-5 ц/га. Хорошо отзывается яровая пшеница, люцерна и другие культуры.

Менее отзывчивы на прием снегозадержания поздние яровые культуры (кукуруза, подсолнечник, сорго, просо, бахчевые). Их урожайность больше зависит от осадков поздневесенних и второй половины лета.

Из числа **гидротехнических мер** борьбы с эрозией почвы следует выделить:

- земляные водозадерживающие, водорегулирующие валы и канавы для задержания и отвода воды в различные водоприемники;

- вершинные сооружения в виде бетонных, кирпичных и деревянных лотков, быстротоков, перепадов;

- донные сооружения для предотвращения размыва русла ложбин и канав;

- берегоукрепительные и противоселевые сооружения;

- устройство прудов и водоемов.

Фитомелиоративные мероприятия по предотвращению ветровой эрозии:

- система почвозащитных севооборотов с многолетними травами и полосным размещением культур;

- уплотнение посевов за счет повышения нормы высева, узкорядных и перекрестных способов посева, буферных и контурных полос;

-внедрение промежуточных посевов (пожнивных, поукосных, ранневесенних, озимых, подсевных);

- сокращение чистых паров и пропашных культур, замена чистых паров на кулисные и занятые;

- применение сплошного и полосного мульчирования;

- проведение уборки зерновых на высоком срезе с разбросом по поверхности полей соломы;

- организация водо- и снегозадержания;

- коренное улучшение малопродуктивных кормовых угодий;

- создание сеянных сенокосов и пастбищ на эродированных землях.

Агромелиоративные приемы включают мелиорацию кислых и засоленных почв, осушение и орошение земель, мелиоративную обработку и др.

К мелиоративным приемам обработки почвы относят двух-, трехъярусную вспашку, плантажную вспашку, щелевание, кротование.

Двухъярусная вспашка – глубокая до 35-40 см обработка почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением

нижней части или взаимным перемещениемв вертикальном направлении верхнего и нижнего слоев. Так же возможно: рыхление верхней части пахотного слоя и оборачивание нижней части. Двухъярусная вспашка обеспечивает глубокую заделку сорняков, дернины, растительных остатков, что замедляет их минерализацию (разложение). Двухъярусную вспашку применяют при окультуривании дерново-подзолистых почв, при распашке пласта люцерны и подготовке почвы под сахарную свеклу и другие технические культуры.

Трехъярусная вспашка обработка почвы на 40-50 см с частичным или полным перемещением трех слоев, когда пахотный слой (верхний) остается на месте, а средний (подзолистый или солонцовый) и нижний (иллювиальный или подсолонцовый) меняются местами. Корпуса плугов устанавливаются в три яруса для послойной обработки трех слоев. Обработка обеспечивает хорошее крошение и рыхление почвы, глубокую заделку растительных остатков и сорняков. Применяется при окультуривании дерново-подзолистых и солонцовых почв.

Плантажная вспашка – обработка почвы специальными плугами на глубину от 40 до 80 см. она способствует улучшению агрофизических свойств и окультуриванию глубоколежащих слоев почвы. в некоторых случаях плантажная вспашка не обеспечивает полного оборачивания пласта, поэтому требуется вносить повышенные дозы навоза, извести и гипса. Для послойной обработки на плантажные плуги устанавливают почвоуглубители, вырезные корпуса и другие органы. Плантажную вспашку проводят при окультуривании засоленных, песчаных почв, в питомниках, под виноградники, лесопосадки.

Щелевание – глубокое прорезание почвы с помощью щелевателей ЩН-2-140, ЩН-3-70 с целью повышения водопроницаемости, накопления и отвода воды, улучшения аэрации. При этом уменьшается сток воды и смыв почвы. На посевах озимых культур, многолетних трав, пастбищах. Щелевание по мерзлой почве предупреждает гибель растений от вымокания и повышает урожайность.

Кротование – агромелиоративный прием, обеспечивающий образование в подпахотных слоях на глубине 35-40 см дрен-кротовин диаметром 6-8 см на расстоянии 0,7-1,4 м друг от друга. Они служат для отвода лишней воды с

переувлажненных участков, улучшают аэрацию, а на склонах предотвращают сток воды и смыв почвы. выполняется специальными кротователями, устанавливаемыми на корпусе плуга или рыхлителя-кротователя.

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности лесо- и снегомелиоративных мероприятий в системе экологического мониторинга.
2. Значение лесных полос в борьбе с ветровой эрозией и их роль в снегозадержании.
3. Гидротехнические меры по борьбе с эрозией почвы..
4. Фитомелиоративные мероприятия по предотвращению водной и ветровой эрозии
5. Системы специальных агротехнических мероприятий на мелиорируемых землях.
6. Особенности почвозащитных агротехнологий на склоновых и дефлируемых землях.
7. Способы и орудия обработки почвы на склонах и её организация на топографической основе.
8. Приёмы уменьшения поверхностного стока.
9. Почвозащитная агротехнология на дефлируемых землях.
10. Приёмы уменьшения скорости ветра в приземном слое воздуха.

Модуль 3. Инновационные технологии возделывания с.–х. культур и их современная научно-производственная оценка.

3.1 Агроэкологическая характеристика современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Порядок формирования технологий возделывания сельскохозяйственных культур, их региональные и федеральные регистры. Наборы технологий разрабатывают применительно к различным агроэкологическим группам земель, для разных уровней интенсификации производства и категорий товаропроизводителей на основе нормативов.

Идентификация зонально-провинциальной принадлежности объекта осуществляется в соответствии со схемой природно-сельскохозяйственного районирования земельного фонда. В качестве критериев подбора или разработки технологических операций выступают природные, экономические факторы и экологические ограничения, представленные в таблице 9.

Данный подход к технологическому обеспечению земледелия отличается от традиционного отказом от жестких технологических схем, многовариантностью выбора решений с учетом изменения обстановки и агроэкологической направленностью.

В пределах каждого набора (пакета) технологии возделывания конкретной культуры отличаются совокупностью мер по преодолению природных факторов, лимитирующих ее продуктивность. Базовая технология - совокупность взаимосвязанных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственной культур (с заданными количественными, качественными характеристиками и технико-экономическими показателями), выполняемых в наиболее благоприятных условиях. Базовая технология состоит из звеньев (севооборот, система обработки почвы и посева, система удобрения, защита растений, уборка урожая, послеуборочная обработка зерна, хранение и т.п.), звенья включают блоки. В частности, система обработки почвы и посева имеет блоки: основная обработка, предпосевная обработка, уход за посевами, посев. Блоки могут состоять из одной или нескольких технологических операций.

Таблица 9

Основные факторы, учитываемые при формировании технологий возделывания сельскохозяйственных культур

Уровни интенсивности технологий, группы товаропроизводителей	Экологические ограничения производства продукции по нормативам	Природные лимитирующие факторы			
		Природно-климатические	Литолого-геоморфологические и гидрологические	Почвенные	Фитосанитарные
1. Нормальные технологии 2.Интенсивные технологии 3.Высокоинтенсивные технологии для товаропроизводителей: а)коллективных; б)индивидуальных	1. Водная эрозии 2. Дефляция 3.Нагрузки удобрениями 4. Нагрузки пестицидами и биологически активными веществами 5. Нагрузки тяжелыми металлами	1.Фотосинтетически активная радиация 2.Влагообеспеченность 3.Теплообеспеченность 4. Ветровой режим 5.Экстремальные погодные условия	1. Расчлененность территории 2. Абсолютная высота над уровнем моря 3. Крутизна и экспозиция склонов 4. Податливость водной эрозии с учетом литологии почвообразующих пород 5. Литогенез (выходы на поверхность древних пород с неблагоприятными свойствами) 6. Переувлажнение	1. Содержание гумуса 2. Гранулометрический состав 3. Минералогический состав 4. Поглотительная способность 5. Водно-физические свойства 6. Скелетность 7. Каменистость 8. Эродированность 9. Наличие оподзоленного или осолоделого горизонта 10. Оглеение 11. Солонцеватость 12. Засоленность 13. Кислотность 14. Щелочность 15. Количество растительных остатков в почве и на поверхности	1. Засоренность сорняками различных категорий 2. Зараженность патогенными микроорганизмами 3. Наличие в почве вредителей 4. Загрязненность тяжелыми металлами и другими токсикантами 5. Загрязненность радионуклидами

Несколько технологических модулей может быть в блоке посева (узкорядный, широкорядный, точный высев), в звене защиты растений (химический, биологический, комбинированный модули), в звене уборки зерновых (прямое комбайнирование, раздельная уборка, с измельчением и разбрасыванием соломы или ее уборкой) и т.д.

Для формирования технологической и технической политики и регулирования рынка машин формируются региональные (табл.12), а затем и федеральные регистры технологий производства сельскохозяйственной продукции, которые представляют собой свод типизированных базовых технологий и технологических модулей, зарегистрированных в определенном порядке на федеральном или региональном уровне на основе их производственной проверки и сертификационной оценки.

В федеральные регистры включаются три категории базовых технологий по уровню интенсивности: высокие (А), интенсивные (Б) и нормальные (В). Базовые технологии определяются наиболее благоприятными условиями возделывания данной культуры.

Приспособление (адаптация базовых технологий к различным природным и производственным условиям осуществляется с помощью наборов соответствующих модулей называют *адаптерами*.

Частные технологические адаптеры представляют собой наборы способов выполнения технологических операций по возделыванию конкретной культуры. С их помощью осуществляется дифференциация (привязка) базовых технологий к конкретным условиям агроландшафта, а также изменяющимся во времени условиям увлажнения, уплотнения почв. фитосанитарной ситуации и т.д.

Многие технологические операции по обработке почвы, внесению удобрений, применению мелиорантов, пестицидов и др. являются общими для многих культур, что позволяет формировать отраслевые технологические адаптепры: "Обработка почвы", "Система удобрений", "Защита растений от болезней, вредителей, сорняков", "Система мелиорации" и т.д..

3.2 Технологические особенности возделывания с.-х. культур в адаптивно-ландшафтном земледелии на агроэкологической основе

Адаптивно-ландшафтная система земледелия – узкозональная система земледелия, все звенья которой в полной мере учитывают и реализуют природно-экономические условия конкретного агроландшафта, основанная на адаптивных технологиях. От ранее принятых интенсивных систем земледелия она отличается своей экологической направленностью. Если ранее главной задачей системы земледелия было производство максимального количества продукции практически без учёта экологических последствий, то сейчас в качестве приоритетной ставится задача сохранения устойчивости агроландшафтов, предотвращение разрушения природы.

Применение технико-химических систем земледелия в развитых странах, связанных с интенсивной механической обработкой почвы, высокими дозами минеральных удобрений, пестицидов и других техногенных факторов интенсификации способствовало не только росту урожаев, но и истощению почвенного плодородия и деградации агроландшафтов. Поэтому современными адаптивно-ландшафтными системами земледелия предусматривается ограничение факторов интенсификации определёнными экологически безопасными рамками за счёт использования природных факторов.

Являясь полноправной и более организованной системой земледелия, система адаптивно-ландшафтного земледелия, наряду со всеми ранее отмеченными её особенностями, включает и ряд новых элементов:

1. биологизация, а именно:

♦ биологизированные севообороты, в которых почвенное плодородие поддерживается за счёт посева многолетних трав и других культур-восстановителей почвенного плодородия, сидерации, внесения в почву всех растительных остатков;

♦ соблюдение в севооборотах принципов плодосмена и биологического разнообразия;

- ♦ применение вместо промышленного азота минеральных удобрений биологического азота, полученного за счёт азотфиксации бобовыми культурами;

2. уменьшение интенсивности обработки почвы, применение технологий Mini-Till и No-Till, мульчирование поверхности поля растительными остатками, то есть введение так называемого «сберегающего» земледелия;

3. экологически сбалансированная организация землепользования в целях формирования устойчивых не разрушающихся агроландшафтов, в частности должны соблюдаться следующие условия:

- ♦ распаханность территории - не более 50%;
- ♦ ограничение площади полей размерами до 100 га;
- ♦ сохранение по границам полей (не менее 15% периметра) естественных природных угодий-резерватов полезной энтомофауны (леса, лесополос, естественных кормовых угодий, посевов многолетних трав);

4. более широкое использование агролесомелиорации и других противоэрозионных мероприятий;

5. нормативный, а не рекомендательный, характер.

Адаптивно-ландшафтная система земледелия может быть улучшена в плане полного учёта конкретных условий каждого земельного участка за счёт введения так называемого «точного» или «прецизионного земледелия».

Технология возделывания зерновых и зернобобовых культур

Технические комплексы для возделывания отдельных групп полевых культур состоят из машин, рекомендованных для зоны возделывания и включенные в соответствующие технологические адаптеры. Номенклатура машин и их число должны быть достаточны для выполнения запланированного объема работ, предусмотренного технологией, в агротехнически сроки и с высоким качеством.

На примере технологии возделывания озимой пшеницы рассмотрим современную технологию возделывания зерновых и зернобобовых культур с указанием перечня используемых машин и орудий**.**

После уборки предшествующей культуры на отвальном фоне проводят лущение стерни на 6-8 см в один-два следа. На полях, засоренных малолетними сорняками, применяют дисковые орудия ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-20, при корнеотпрысковом типе засоренности используют лемешные лущильники ППЛ-5-25, ППЛ-10-25 и глубину увеличивают до 10-12 см. На тяжелых почвах проводят дискование на 12-14 до 16-18 см в два следа БДТ-3, БДТ-7, БДТ-10 или современными дискаторами.

Безотвальный фон рекомендуют перед проведением основной обработки обрабатывть игольчатой бороной БИГ-3 или БМШ-15, БМШ-20.

Внесение мелиорантов и удобрений проводят под вспашку, используя для внесения твердых минеральных удобрений машины МВУ-5, МВУ-8Б, МХА-7, ССТ-10, известь разбрасывают РУП-8, РУП-14, АРУП-13.

Для внутрипочвенного допосевного локально-ленточного внесения твердых минеральных удлбрений применяют машины ЭСВМ-7, АВМ-8, глубокорыхлители-удобрители КПГ-2,2, ГУН-4, комбинированную машину МКП-4, сеялки СЗК-3,6, СЗС-2,2. Иногда для этих целей применяют подкормщик-опрыскиватель ПОМ-630.

Для внесения твердых органических удобрений под вспашку используют разбрасыватели РОУ-6, ПРТ-10, ПРТ-16 и ПРТ-7Ш. Жидкие органические удобрения вносят поверхностно или внутрипочвенно, применяя в первом случае РЖУ-4, МЖТ-10, МЖТ-16, во втором – машину АВВ-Ф-2,8.

Основную обработку выполняют через 8-10 дней после лущения отвальными плугами или безотвально – плоскорезами ПГ-3-5, ПГ-3-100, ПГ-2С, ПГ-3С, рыхлителями ПБ-5, ПБ-9 или стойками СибИМЭ. Для вспашки с одновременным уплотнением, выравниванием почвы и дроблением глыб применяют комбинированные агрегаты, состоящие из плугов и приспособлений ПВР-2,3 или ПВР-3,5. Н атяжелых плотных и увлажненных почвах проводят обработку без оборота пласта чизелями ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 и плугами-рыхлителями ПРПВ-8-40 и ПВПР-5.

С целью снижения затрат после отдельных культур осуществляют мелкую основную обработку почвы лемешными лущильниками, тяжелыми дисковыми боронами, дискаторами, комбинированными агрегатами, типа АПК-6.

При уходе за парами используют культиваторы КПС-4Г, КСН-4-01, КШУ-12, для предпосевной обработки после вспашки целесообразны комбинированные агрегаты РВК-3,6, КПК-4-01, АКШ-7,2 и др. В случае стерневого фона весной боронуют БИГ-3 и БМШ-15.

Уход за парами и предпосевная обработка на стерневом фоне проводят КПШ-9, КПЭ-3,8, КТС-10-02. Удобрения вносят КПГ-2,2, ГУН-4, СЗК-3,6.

Семена зерновых и зернобобовых перед посевом сортируют на пневмостолах ПСС-2,5 или ПСС-5.Для протравливания семян используют машины ПСШ-5 и ПС-10.

Посев проводят сеялками СЗ-3,6 и СЗУ-3,6 применяют комбинированные агрегаты КА-3,6, АУП-18, “Конкорд-1012”. На стерневых фонах семена высевают СЗС-2,1, 6, 8,12,16, СКН-3. После посева почву прикатывают кольчато-шпоровыми катками 3ККШ-6, кольчато-зубчатыми ККН-2,8, КЗК-10.

Для подкормки зерновых используют машины МВУ-0,5, АМП-5, МВУ-5, ЭСВМ-7, МВУ-5 и др. Для подкормки в более поздние фазы развития зерновых используют МВУ-0,5 и МВУ-5.

Для защиты посевов от вредителей т болезней используют агрегат АПЖ-12, штанговые опрыскиватели ОМ-630-2, ОПШ-15-01, ОП-2000-2-01.

Уборку зерновых и зернобобовых проводят прямым или раздельным способом, используя самоходные комбайны СК-5М “Нива”, “Енисей-1200”, “Кедр-1200”, “Дон-161”, “Дон-1500Б”, СК-10В “Ротор”, “Дон-2600.

Современные технологии возделывания картофеля.

Комплекс машин и орудий, технологическую схему возделывания технических культур проследим на примере картофеля. Это крахмалоносное растение, что позволяет отнести его к техническим культурам, наравне с

продовольственной, поскольку картофель обеспечивает интересы населения в качестве продукта питания и источника сырья для промышленности.

Почву под картофель готовят с осени после уборки предшественника. В зависимости от типа и степени засоренности поля проводится дисковое или лемешное лущение. В некоторых случаях, вместо лущения, или наряду с ним, используют гербициды, применяя опрыскиватели ПОМ-630, ОПШ-15, ОП-2000-2.

Органические удобрения вносят разбрасывателями РОУ-6, ПРТ-7, ПРТ-10, РУН-15Б. Также под осеннюю вспашку вносят фосфорно-калийные удобрения МВУ-05А, МВУ-6, СТТ-10 и МХА-7. Вспашку проводят плугами ПЛК-5-40, ПЛ-5-35 и ПНД-8-40, оборудованными предплужниками.

Весенняя обработка включает боронование в два следа БЗТС-1, БЗСС-1, предпосевную культивацию на 8-14 см КПС-4, КШУ-8, КШУ-12. глубокое фрезерование КФГ-3,6 или чизелевание ПЧ-4,5, обработку комбинированными агрегатами РВК-3,6 и АКШ-7,2. Картофель высаживают в предварительно нарезанные гребни или по ровной поверхности. Гребни высотой 12-14 см нарезают культиваторами КРН-4,2, КОН-2,8, оборудованные окучниками или специальными стрельчатыми лапами. Одновременно в гребни вносят азотные удобрения.

При подготовке клубней к посадке их выгружают транспортером-подборщиком ТПК-30 и отвозят на сортировальный пункт КСП-25 или К-754. Для воздушно-теплового обогрева клубни закладываются на вентилируемые площадки, обрабатывают против болезней химическими препаратами на протравителях ПСК-20, ПУМ-30.

Картофель высаживают сажалками СН-4Б, КСМ-4 и КСМ-6. Проращенные клубни высаживают САЯ-4.

Уход за посевами предусматривает довсходовое и послевсходовое боронование, рыхление междурядий, окучивание, подкормку удобрениями и опрыскивание сорняков гербицидами и уничтожение вредителей и болезней пестицидами. Перечисленные операции выполняют культиваторами-окучниками КОН-2,8А, КРН-4,2 и подкормщиками-опрыскивателями ПОМ-630.

Из указанных машин составляют комбинированный агрегат, монтируют ПОМ-630 и сзади на трактор навешивают культватор. Перед уборкой ботву скашивают механически, или удаляют химикатами. При использованиипервого способа возможны два вариантаудаления ботвы: 1) ее скашивают косилкой КИР-1,5Б, измельчают, загружают в бункер и вывозят на край поля; 2) ботву измельчают на корню ботводробителями БД-4, БД-6 и УМВК-1,4 и разбрасывают по полю. При использовании второго способа посадки обрабатывают десикантами с помощью штанговых опрыскивателей ПОМ-630, ОМ-630 за 10-12 дней до уборки, после чего ботва, увядает и засыхает.

Особенности голландской технологии. На средних и тяжелых почвах применяют голландскую технологию возделывания картофеля, при которой предпосевную обработку почвы выполняют вертикально-фрезерными культиваторами КВФ-2,8, КВФ-4 и «Рабеверк-300», а уход за посадками – фрезерными культиваторами-гребнеобразователями КФК-2,8 и «Румистад-200». Перечисленные опреации выполняют универсальной машиной УМВК-1,4, снабженной сменными рабочими органами: фрезой, гребнеобразователем и ботводробителем.

На почвах, засоренных камнями, перед посадкой картофеля сначала гребнеобразователь ГО-2 нарезают борозды, а затем сепаратор СУ-1,4 пресеивают почву, выделяя из нее камни.

Технология возделывания кормовых культур

На примере кукурузы на зеленый корм и силос, а также многолетних травм на корм, сено, сенаж изложим перечень машин и последовательность выполненения работ при их возделывании.

После уборки стерневых предшественников кормовых культур проводят лущение поля на 6-8 см дисковыми или на 10-12 см лемешными лущильниками. После высокостебельчатых предшественников поле боронуют тяжелыми дисковыми боронами или дискаторами на 12-14 см.

Поскольку при возделывании кукурузы и многолетних трав обычно используют отвальный плуг в качестве орудия основной обработки, далее поле пашется на 20-22 см, с предварительным внесением органических удобрений РОУ-4, ПРТ-10, МТТ-23, жидких–машинами МЖТ-6,10,16, твердых минеральных удобрений 1РМГ-4, РУМ-5, 5-03, РУМ-8. Безводный аммиак вносят АБА-0,5М, АБА-1-150К и АША-2.

Глубокую обработку почвы проводят плугами ПЛН-4-35, ПЛН-5-35, ПЛП-6-35 и ПНЛ-8-40, иногда применяют комбинированные агрегаты ПВР-2,3 и 3,5. Иногда используют чизели ПЧ-3,5; 4,5 или ярусные плуги ПНЯ-4-40 и ПНЯ-6-40.

Весной поле боронуется, выравнивается ВП-8 и ВПН-5,6А и, в случае многолетних трав, они высеваются подпокровно сеялкой СЗТ-3,6.

Перед посевом кукурузы рекомендуется внесение гербицидов или две предпосевные культивации. Для внесения гербицидов применяют опрыскиватели ПОМ-630, ОПШ-15-01, ОП-2000, их тут же заделывают в почву БДТ-7, 10. Предпосевные культивации выполняют КПС-4,КШП-8, КШУ-12, УСМК-5,4А или комбинированными агрегатами РВК-3,6 и РВК-5,4. Ленточное внесение гербицидов осуществляют комбинированном агрегатом, на котором устанавливаются специальные приспособления ППР-5,6 для нарезки щелей.

Для посева кукурузы выбирают сеялки СКПП-12, СПЧ-6ФС и СУПН-8. Посевы кукурузы до- и после всходов боронуют и культивируют междурядья КРН-4,2 или КРН-5,6 или КРН-8,4.

Многолетние травы первого года жизни, после выхода из-под покрова, один раз скашивают на сено, Травы второго, третьего года жизни подкашивают два - три раза на зеленый корм или сено КИР-1,5Б; КИР-1,5М; КИР-1,85Б; прицепной косилкой-измельчителем КЗП-2. Весной на второй год жизни рекомендуют вносить стартовую дозу азотных удобрений РУМ-5.

Кукуруза убирается самоходными кормоуборочными комбайнами КСК-100А; КСК-100А-1; устройством УВК-Ф-1 к кормоуборочным комбайном КСК-100А; самоходным кормоуборочным комбайном КСТ-Ф-70. Затем кукурузная масса закладывается в силосную яму или траншею.

Техническая оснащенность и комплекс машин для проведения противоэрозионных и мелиоративных мероприятий.

На землях, подверженных водной эрозии рекомендуются:

а) приемы обработки почвы, увеличивающие ее водопроницаемость и просачивание воды в почву**:**

1) вспашка поперек склона – на полях с уклоном до 3º. На сложных склонах вспашу производят по горизонталям и ее называют **контурной.** На односторонних склонах для вспашки выделяют прямоугольные загоны, располагая их поперек склона. Поля со сложным рельефом разбивают на участки неправильной формы с учетом крутизны и напрвления склона.

2) вспашка плугами с почвоуглубителями, вырезными и безотвальными корпусами – наиболее эффективна на средне- и сильносмытых почвах. На простых склонах обрабатывают в направлении перпендикулярном склоновому стоку, на сложных – по горизонталям.

3) щелевание и кротование – с помощью щелевателей ЩН-3—70 и ЩН-4 **и** щелевателей - кротователей ЩН-2-140.

б) приемы обработки почвы, создающие на поверхности поля микрорельеф**:**

1) ступенчатая разноглубинная вспашка – выполняется 4-х корпусным плугом, у которого два четных корпуса пашут на 20-22 см, нечетные на 10-12 см.

2) гребнистая вспашка – выполняется плугами, у которых последний отвал удлиненный, при этом чередуются бороздки и валик 20-30 см.

3) комбинированная вспашка – у трехкорпусного плуга со второго и третьего корпуса снимают отвалы. При этом на поле чередуются полосы со стерней и гребни.

4) прерывистое бороздование – выполняются плугами со приспособлениями ПРНТ-70000, 8000. Трехлопастная крыльчатка формирует бороздки.

5) лункование зяби – ЛОД-10 формирует лунки для задержания и накопления избыточной воды. На гектаре образуется 12 тыс. лунок общей емкостью 200-500 м^3.

Предпосевная обработка, посев и уход за посевами осуществляется обычными орудиями, типа культиваторов КПШ-9, КПЭ-3,8, КТС-10-1, выравнивателей ВП-8, ВПН-5,6А, ВИП-5,6.

В таблице10 приводятся машины и орудия, используемые на дефлируемых почвах.

Таблица 10

Приемы и орудия противоэрозионной обработки почв, подверженных ветровой зрозии

Прием обработки	Цель и условия выполнения приема	Типы и марки орудий
Боронование зяби и паров	Поверхностное рыхление на 4-6 см. Уничтожение всходов сорняков, сохранение влаги	Игольчатые бороны БИГ-3, бороны-мотыги БМШ-15, 20
Предпосевная культивация	Поверохностное рыхление почвы на 6-8 см, выравнивание и подрезание сорняков	Штанговые культиваторы КШ-3,6А; КЛШ-10, культиваторы-плоскорезы КПГ-2,2; ОП-8.
Культивация паров в системе зяблевой и весенней обработок	Мелкое плоскорезное рыхление на 8-16 см с оставлением стерни, подрезание сорняков	Культиваторы-плоскорезы КПШ-5; 9; 11, тяжелые культиваторы КПЭ-3,8; КТС-10 со штанговыми приспособлениями
Безотвальное рыхление в системе зяблевой подготовки	Глубокое рыхление на 25-27 см с оставлением стерни и мульчи из соломы, подрезание сорняков	Плоскорезы-глубокорыхлители КПГ-250А; ПГ-3-5; КПГ-2-150; ПГ-3-100
Безотвальное рыхление пласта мн. трав	Рыхление пласта на 14-16 см, подрезание сорняков	Орудие для безотвальной обработки ОПТ-3-5

Мелиоративная техника используется на осушенных, орошаемых землях, при обработке кислых и засоленных почв. При этом используются обычные или специальные машины и орудия, сочетающиеся с особенностью проведения соответствующих мероприятий. Так, при орошении проводится глубокая зяблевая обработка и используется серийная техника в дополнение к оросительной – машинам «Фрегат», «Кубань», «Волжанка», ДДА-100, ДКШ-60. В условиях осушения земель следует ориентироваться на традиционную технику, обеспечивающую отвод избыточной воды с полей.

Для мелиорации солонцов следует использовать ярусные плуги ПТП-3-40,ПНЯ-6-40, ПНЯ-4-40, ПД-3-35, машину МСП-2.

Вопросы для самоконтроля

1. Потребность агротехнологий и сельскохозяйственных предприятий в технике.

2. Характеристика машин и орудий для основной и поверхностной обработки почвы,

3. Характеристика машин для посева и посадки с.-х. культур.

4. Машины для внесения удобрений и защиты растений.

5. Техническое обеспечение технологий возделывания зерновых, кормовых культур и картофеля.

6. Комплекс машин для проведения противоэрозионных и мелиоративных мероприятий

7. Навигационная система, устанавливаемая на сельскохозяйственной технике

3.3 Агроэкологические аспекты технологий точного земледелия в современных условиях.

Точное (прецизионное) земледелие – земледелие с использованием компьютерных технологий и спутникового позиционирования, обеспечивающих автоматическое управление движением МТА и точное соблюдение технологических нормативов. В трудах ряда отечественных и зарубежных учёных, начиная с XVIII в., высказывалась мысль о необходимости дифференцированного подхода к агротехнике возделывания культур в зависимости от особенностей конкретного земельного. Достижения современной науки и техники (развитие спутниковой навигации, компьютерных технологий, космического мониторинга состояния земной поверхности) сделали возможным практическую реализацию этих научных предложений. Они позволяют с большой точностью определять месторасположение мобильных сельскохозяйственных объектов (тракторов, комбайнов и прочей техники) и управлять их движением, оперативно отслеживать состояние почвы и посевов, корректировать в связи с

этим работу и регулировки МТА и тем самым перейти на более высокий технологический уровень земледелия.

Такое высокотехнологическое земледелие получило название точного или прецизионного. Суть его состоит в том, что в пределах поля, выделяют агротехнически однородные по рельефу и почвенному покрову рабочие участки, на которых все приёмы агротехники одинаковы, причём соблюдение их границ происходит автоматически с помощью полевого компьютера и системы спутниковой навигации. При переходе МТА на другой участок, отдельные составляющие агротехнологии (дозы удобрений, пестицидов, нормы высева и др.) изменяются в автоматическом режиме в соответствии с заданной компьютерной программой. В результате на каждом участке формируются высокопродуктивные однородные агроценозы.

С помощью географической информационной сети (ГИС) создаются подробные почвенные, агрохимические, топографические и эрозионные карты, карты урожайности и засорённости посевов. На основании этих карт уточняются номенклатура и дозы удобрений, пестицидов, нормы высева семян и другие элементы агротехнологий (рисунок 38).

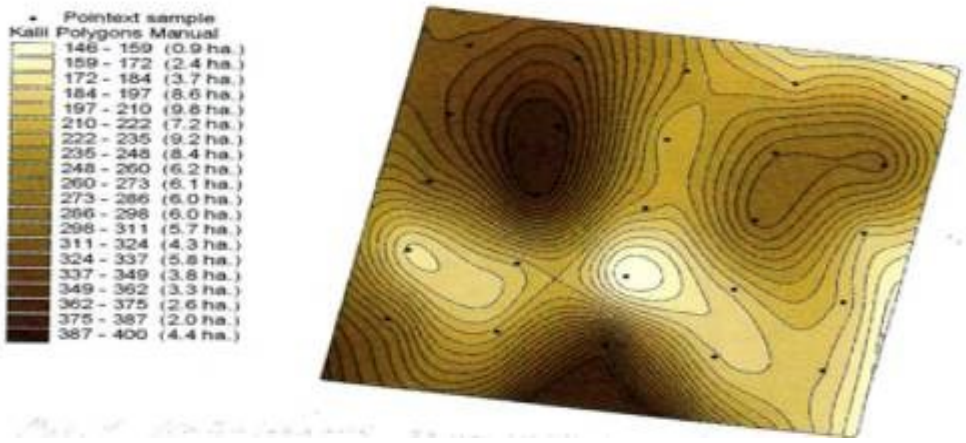

Рис. 38. Картирование земельных угодий (пример карты обеспеченности почвы обменным калием, поле №59, ЗАО «Самара-Солана»)

Команды от системы точного вождения через систему автоматического вождения передаются электрическому мотору, подключаемому к рулевому колесу транспортного средства (рисунок 39).

Рис. Подруливающее устройство

За счёт автоматической системы вождения облегчается работа механизатора, улучшается качество полевых работ и диспетчеризация управления. Дифференцированное, а не обычное равномерное, внесение расходных материалов (удобрений, пестицидов, семян и пр.) более экономично и экологично, так как исключает их избыточное применение (рисунок 40).

Рис. 40.Навигационный прибор параллельного вождения (маршрутоуказатель)

Порядок выполнения работ по внедрению такой системы следующий:

- составление подробных карт земельных угодий хозяйства;

- составление карт урожайности, по которой поля разбиваются на более или менее однородные по урожайности земельные участки;
- обследование этих участков (почвенного покрова, агрохимического состояния, эродированности, рельефа, засорённости) и определение на каждом лимитирующих урожаеобразующих факторов;
- разработка агротехнологии по каждому участку и её введение в компьютерную программу.

Принцип работы машин с системой параллельного вождения следующий: первый ряд водитель проходит вручную и задает начальную и конечную точки движения и ширину захвата агрегата. Затем система автоматически размечает плоскость поля, вычерчивая линии, параллельные и отстоящие от первой на величину равную ширине захвата агрегата. Далее механизатору нужно двигаться по этим параллельным рядам, отображаемым на дисплее курсоуказателя и управлять машиной, ориентируясь на светящиеся световоды. При достижении конца гона ему остается вывести машину на новый ряд и снова подключить механизм, который передает усилие через резиновый валик на рулевое колесо, облегчая вождение агрегата. Система дифференцированного внесения удобрений позволяет в сжатые сроки при помощи почвоотборника отобрать образцы почвы с больших площадей, при этом компьютер записывает координаты и номер каждой точки взятия проб. Мобильная лаборатория агрохимического экспресс-анализа определяет содержание в слое почвы 0-30 см содержание азота, pH и др.

Данные от почвоотборника, лаборатории и GPS прибора анализируются в программе. Программа формирует рекомендации по внесению удобрений в виде карты внесения. При работе такого комплекса по внесению удобрений получается экономия 30% минеральных туков, ГСМ, равномерно распределяются удобрения, увеличивается производительность техники, работа может проводиться ночью и в условиях плохой видимости, снижается вредное влияние на экологию.

Рассмотрим в таблице 11 использование современной техники в технологиях точного земледелия на примере полевого опыта ЦТЗ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева..

Таблица 11

Агротехника возделывания полевых культур в севообороте: клевер – озимая пшеница с пожнивным посевом горчицы на сидерат – картофель – ячмень с подсевом клевера в опыте ЦТЗ

№ п./п.	Наименование работы	Технология возделывания	
		Отвальная	Минимальная
1	Лущение на 8-10 см (отвальный фон)	Catros	-
2	Обработка гербицидом – раундапом (безотвальный фон)	-	UF-901
3	Внесение фосфорно-калийных удобрений с учетом содержания пит. веществ и пестроты плодородия	ZAM-900	
4	Вспашка на 20-22 м	Eur Opal	-
5	Минимальная обработка на 10-12 см	-	Pegasus
6	Предпосевная обработка (отвальный фон)	ZBC-30	-
7	Посев оз. пшеницы с использованием маркера и системы GPS	Д 9/30	DMC-3
8	Подкормка озимой пшеницы весной при возобновлении вегетации и с учетом содержания хлорофилла в листьях	ZAM-900	
9	Покровное боронование под ячмень + тр. (отвальный фон)	БЗТС - 1	-
10	Предпосевное внесение азотных удобрений с учетом содержания пит. веществ и пестроты плодородия	ZAM-900	
11	Фрезерное боронование под картофель	КЕ-303	
12	Посев ячменя и клевера с использованием маркера и системы GPS	Д 9/30 + Д 9/30	DMC-3 + Д 9/30
13	Посадка картофеля	GL- 34T-75	
14	Опрыскивание посевов против сорняков, болезней и вредителей	UF-901	
15	Подкормка оз. пш.: в фазу трубкования и налива зерна по фазам и с учетом содержания хлорофилла	ZAM-900	
16	Гребнеобразование для картофеля	GF 75-4	
17	Уборка зерновых (с оставлением соломы оз. пшеницы ячменя)	Сампо 2010	
18	Обработка соломы азотн. удобрениями	ZAM-900	
19	Пожнивной посев горчицы на сидерат	Catros	
20	Скашивание клевера	FCT-1050	
21	Удаление ботвы	UF-901	
22	Уборка картофеля	Bolko-s	
23	Заделка сидерата	Eur Opal	Pegasus

В таблице 12 излагается описание технологических операций в ходе освоения технологии точного земледелия в полевом опыте ЦТЗ.

Таблица 12

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР НА ОПЫТНОМ ПОЛЕ ЦТЗ

в рамках севооборота: клевер – оз. пшеница с пожнивным посевом горчицы на сидерат – картофель – ячмень с подсевом клевера

№ п./п.	Культура (предшественник)	Перечень агротехнических мероприятий
1	2	3
1	Озимая пшеница (клевер 1 года пользования.)	После уборки клевера на безотвальном фоне его остатки сжигаются раундапом с использованием опрыскивателя UF-901. Затем на отвальном фоне проводится лущение бороной Catros Далее проводится внесение фосфорно-калийных удобрений разбрасывателем ZAM-900 при традиционном земледелии с учетом общего содержания питательных веществ в почве, при точном, учитывая пестроту почвенного плодородия, т.е. реальное содержание и пополнения питательными веществами. Техника внесения удобрений при обеих системах обработки почвы одинаковая. В качестве орудий основной обработки на отвальном фоне используется оборотный плуг Eur Opal, на минимальном - дисковый культиватор Pegasus. Перед посевом озимой пшеницы на первом варианте почва обрабатывается ZBC-30. Посев озимой пшеницы проводится при традиционной технологии с использованием маркера, по точному земледелия с использованием системы GPS, по отвальному фону сеялкой Д 9/30, при минимальной обработке - DMC-3. Весной посевы озимой пшеницы подкармливаются азотом при возобновлении вегетации в случае классического земледелия и по содержанию хлорофилла – точного. Опрыскивание посевов против сорняков, вредителей и болезней проводится опрыскивателем UF-901. Подкормка озимой пшеницы в фазы выхода в трубку и при наливе зерна осуществляют ZAM-900, учитывая, в случае точного земледелия, содержание хлорофилла в листьях. Уборка озимой пшеницы с измельчением соломы и одновременным мульчированием проводят Сампо 2010. Послеуборочную обработку соломы азотными удобрениями, внесение фосфора и калия проводят ZAM-900, горчицу на сидерат сеют агрегатом Catros, далее ее заделывают плугом Eur Opal и Pegasus..
2	Картофель (озимая пшеница с пожнивной горчицей на сидерат)	Весной под картофель ZAM-900 вносят азотные удобрения с учетом содержания питательных веществ и пестроты почвенного плодородия при традиционном и точном земледелии соответственно. Далее проводится фрезерование почвы вертикальной бороной КЕ-303. Посадку картофеля во всех случаях осуществляют КЕ-303. Гребнеобразование под картофель выполняется GF 75-4. В борьбе с сорняками, вредителями и болезнями используется опрыскиватель UF-901. Перед уборкой картофеля ботва удаляется этой машиной и культура убирается комбайном Bolko-s.

1	2	3
3	Ячмень с подсевом клевера (картофель	После уборки картофеля под будущий посев ячменя и клевера вначале вносятся фосфорно-калийные удобрения ZAM-900 с учетом содержания питательных веществ и пестроты почвенного плодородия при традиционном и точном земледелии соответственно. Далее почва обрабатывается плугом Eur Opal в одном случае и культиватором Pegasus, во втором. Весной до посева отвальный фон боронуется БЗТС – 1. Внесение азотных удобрений проводится всюду ZAM-900 с учетом содержания питательных веществ при традиционном и пестроты почвенного плодородия точном земледелии. Перед посевом отвальный вариант обрабатывается ZBC-30 Посев ячменя проводят на первом варианте обработки сеялкой Д 9, на втором DMC-3, клевера последовательно
4	Клевер 1 года пользования (ячмень + клевер)	сеялкой Д 9/30 в обоих случаях с использованием маркера по традиционному и системы GPS – точному земледелию. Опрыскивание посевов ячменя с подпокровным клевером против сорняков, вредителей и болезней делают UF-901. Уборка ячменя с последующим удалением соломы проводится Сампо 2010. Клевер в первый год жизни скашивается на сено FCT-1050. Во второй год жизни и первый год пользования клевера рано весной посевы подкармливаются азотом при возобновлении вегетации в случае классического земледелия и по содержанию хлорофилла – точного. В течение вегетации проводятся два укоса клевера на сено FCT-1050.

Вопросы для самоконтроля

1. Особенности режимов off-line и on-line при внесении удобрений и средств защиты растений.

2. Принципы работы сенсорных датчиков в системе точного земледелия.

3. Какие приборы применяются для оценки индекса NDVI в системе точного земледелия?

4. Эффективность традиционного и дифференцированного применения удобрений на проблемных участках.

5. Техника точного земледелия: особенности, характеристика, ассортимент.

6. Технология возделывания культур в рамках технологии точного земледелия.

7. Особенности технологии точного земледелия в полевом опыте ЦТЗ РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

ГЛОССАРИЙ

Агроландшафт, ландшафт сельскохозяйственный - антропогенный ландшафт с преобладанием в его биотической части сообщества живых организмов, искусственно сформированных человеком (антробиоценозов). В более узкой трактовке под агроландшафтом понимают ландшафты, на большей части которых естественная растительность заменена посевами и посадками с.-х. растений. Подразделяются на типы: *полевые, лугопастбищные, садовые и смешанные.*

Агрономия - комплекс наук о возделывании растений, повышении плодородия почвы и урожайности, рациональном использовании с.-х. угодий.

Агротехника - технология растениеводства, система приемов возделывания с.-х. культур, выполняемых своевременно в определенной последовательности и в соответствии с требованиями конкретной культуры в конкретных почвенно-климатических условиях.

Агротехнология интенсивная -технология возделывания с.-х. растений на основе комплексной механизации, химизации и мелиорации земледелия с широким использованием высокоурожайных хорошо адаптированных сортов интенсивного типа, научно обоснованных севооборотов, программирования урожайности с оптимизацией питания и регулированием роста растений, интегрированной системы защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, почвы – от эрозии, окружающей среды – от загрязнения

Агротехнология биологизированная, экологически безопасная - технология возделывания с.-х. культур без применения или при значительном ограничении применения минеральных удобрений, пестицидов, химических регуляторов роста и при широком использовании органических удобрений - навоза, торфа, зеленого удобрения, соломы, рациональных севооборотов с посевами многолетних трав, зернобобовых культур, с использованием биологических средств защиты растений.

Агротехнология высокоинтенсивная, высокая - высшая форма развития интенсивных агротехнологий, представляющая собой качественный скачок в использовании сортов, созданных на основе генной инженерии, при подготовке почвы к посеву, при посеве, в насыщении приемов по уходу за посевом, и за качеством уборки урожая

Агрофитоценоз - сообщество совместно произрастающих культурных и сорных растений, конкурирующих за факторы жизни.

Апробация сортовых посевов – оценка сортовой чистоты семеноводческих посевов для определения пригодности урожая с них на семенные цели.

Баланс гумуса - состоит из приходной части гумуса, образующегося из растительных остатков и органических удобрений в результате их гумификации, и расходной части гумуса, состоящей из минерализации гумуса и его потерь с эрозией почвы.

Биомасса - общая масса особей одного вида, группы видов или сообщества в целом, приходящаяся на единицу поверхности или объема местообитания. Выражается в массе сырого или сухого вещества на единицу площади (г/м^2 , кг/га,).

Биота почвенная - совокупность живых организмов, населяющих почву (животных, растительных, микроорганизмов, насекомых и пр.).

Бороздование почвы - нарезка борозд на поверхности почвы.

Боронование посевов - прием поверхностной послепосевной обработки почвы, обеспечивающий разрушение почвенной корки, уничтожение всходов малолетних сорняков и создание благоприятных условий для появления дружных всходов растений.

Боронование почвы - прием обработки почвы боронами, обеспечивающий рыхление, крошение и выравнивание поверхности почвы, а также уничтожение

проростков и всходов сорняков, разрушение почвенной корки, снижение потерь почвенной воды.

Борьба с сорняками - уничтожение сорняков или снижение их вредоносности допустимыми способами и средствами.

Введение севооборота - перенесение разработанного проекта севооборота на территорию землепользования хозяйства.

Ветровая эрозия почвы (син. дефляция) - разрушение почвы под действием ветра определенной скорости.

Воспроизводство плодородия почвы - сохранение и повышение плодородия почвы посредством систематического проведения агротехнических, агрохимических, мелиоративных, фитосанитарных, противоэророзионных и других мероприятий.

Воспроизводство плодородия почвы простое - восстановление плодородия почвы в процессе ее использования к исходному уровню.

Воспроизводство плодородия почвы расширенное - восстановление почвенного плодородия выше исходного уровня.

Вспашка - прием обработки почвы плугами, обеспечивающий оборачивание обрабатываемого слоя не менее, чем на 135° и выполнение других технологических операций - крошение, рыхление, перемешивание почвы, подрезание сорняков, заделка в почву пожнивных остатков, удобрений и семян сорных растений. Улучшает строение пахотного слоя, оптимизирует водно-воздушный, тепловой и питательный режимы почвы.

Вспашка гладкая - вспашка поля плугом с отвалом пласта в одну сторону без образования борозд и гребней. Применяют на равнинных и склоновых землях, используя оборотные, фронтальные, челночные, поворотные плуги.

Вспашка плантажная - вспашка специальным (плантажным) плугом на глубину более 40 см. Применяется для предпосадочной вспашки почвы под сады, виноградники, лесополосы, для создания слоистого профиля легких почв, при

улучшении солонцов с внесением мелиорантов, высоких доз органических, минеральных удобрений.

Вспашка с прерывистым бороздованием - противоэрозионный прием обработки на склонах крутизной 5-8°, обеспечивающий за счет установки приспособления ПРНТ- 70.000 формирование борозд длиной 100-120 см, прерываемых валиками высотой до 20 см. Способствует дополнительному накоплению 350-400 $м^3$/га воды.

Вспашка трехъярусная - обработка почвы, обеспечивающая частичное или полное перемещение трех слоев (горизонтов), их крошение и рыхление. Специальный прием для окультуривания дерново-подзолистых почв и солонцов.

Выравнивание поверхности почвы - технологическая операция, обеспечивающая уменьшение размеров неровностей поверхности почвы с целью равномерной заделки семян, уменьшения испарения влаги, подготовки участка к орошению, улучшения условий работы посевных и уборочных машин. Осуществляют боронами, волокушами, катками, планировщиками, шлейфами.

Гербициды - химические вещества, предназначенные для уничтожения сорняков.

Гипсование - прием по улучшению свойств солонцов путем внесения кальцийсодержащих химических средств (гипс). В результате гипсования происходит замена поглощенного натрия кальцием и уменьшается щелочность.

Глубина обработки почвы - расстояние от поверхности необработанного поля до уровня заглубления в почву рабочих органов машин и орудий.

Глубина посева - расстояние от поверхности почвы до высеянных семян.

Гребневание - прием обработки почвы, обеспечивающий создание гребней на поверхности почвы.

Гумификация - превращение растительных и животных остатков в почве при недостатке кислорода с образованием темно-окрашенных веществ (гуминов, гуминовых кислот).

Гумус - часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений. входящих в состав живых организмов и их остатков. Образуется в результате гумификации органических остатков.

Дискование почвы - прием обработки почвы дисковыми орудиями, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное перемешивание и оборачивание почвы, разрезание дернины и уничтожение сорняков.

Доза удобрения (мелиоранта, пестицида и др.) - количество удобрения, мелиоранта, пестицида и т.п., выраженного в весовых или объкмных единицах на единицу обрабатываемой площади (кг/га, т/га, г/га, л/га) или на единицу веса обрабатываемого вещества (кг/т, г/т).

Засоренность полей - численность или масса вегетирующих сорняков на единицу площади.

Засорённость посева - количество сорняков или величина их массы на единице площади посева.

Защита растений - комплексная система мероприятий по предотвращению и устранению вреда, причиняемого растениям вредителями, болезнями и сорняками, основанная на сочетании различных методов и средств (организационных, агротехнических, селекционно-генетических, химических)

Защита посевов интегрированная - система мероприятий, обеспечивающая высокий экологический и экономический эффект уничтожения или подавления вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур.

Звено системы земледелия - часть системы земледелия (система севооборотов, система обработки почвы, система удобрений и др.), объединяющая определенный комплекс агротехнических, мелиоративных и других приемов или мероприятий по выполнению одной или нескольких задач системы земледелия. Звенья объединены в блоки.

Земледелие - 1. Отрасль с.-х. производства, основанная на рациональном использовании земли с целью выращивания с.-х. культур. 2. Земледелие как наука является частью агрономии, изучающей общие приемы возделывания с.-х. культур и повышения плодородия почвы.

Земледелие почвозащитное - земледелие с использованием комплекса агротехнических и других приемов, обеспечивающего защиту почвы от эрозии.

Земледелие точное - Интенсивное экологически чистое земледелие с использованием точных технологий и новейших технических средств на основе принципов программирования урожайности, точных знаний местных почвенно-климатических и экологических условий, биологических и технологических требований с.-х. культур.

Зональное (экологическое) сортоиспытание – испытание, проводимое в различных экологических условиях для всесторонней и быстрой оценки новых, лучших сортов.

Известкование - прием улучшения плодородия кислых почв и повышения урожайности с.-х. культур. Под влиянием извести нейтрализуется почвенная кислотность, повышается содержание в почве кальция.

Качество обработки почвы - совокупность показателей, характеризующих соответствие состояния почвы после ее обработки агротехническим требованиям.

Классификация систем земледелия -по способам использования земли, повышения плодородия почвы и степени интенсификации земледелия системы земледелия прошлого и настоящего делятся на примитивные, экстенсивные, переходные и интенсивные**.**

Конкурсное сортоиспытание – завершающее испытание новых перспективных сортов перед передачей лучших из них в Государственное сортоиспытание.

Критический уровень гумусированности почв - содержание гумуса, при котором происходит снижение продуктивности агроценозов, значительно

увеличиваются производственные затраты на получение продукции. Для дерново-подзолистых почв он составляет 1,3 -1,4 % , черноземов - 3,3 - 4,0 %.

Кротовани почвы - прием обработки почвы, обеспечивающий образование горизонтальных дрен-кротовин, которые имеют диаметр 6-8 см и закладываются на глубине 35-40 см. для отвода с полей избыточной воды.

Мониторинг земель - система регулирующих наблюдений за состоянием земельных угодий, их трансформацией по использованию, уровню плодородия и т.п.

Монокультура - единственная культура, возделываемая в хозяйстве.

Мульчирование - прием оптимизации водного и теплового режимов почвы путем покрытия поверхности почвы рыхлыми пористыми материалами, пропускающими дождевую воду и препятствующими испарению почвенной влаги. Мульчирование предохраняет почву от перегрева (укрытие светлым материалом – солома, опилки и т.п.) или способствует быстрому ее прогреванию (укрытие темными материалами – торфяная крошка, навоз-сыпец и т.п.).

Норма высева (посадки) - количество или масса высеваемых (высаживаемых) на одном гектаре семян (вегетативных органов) с учетом их хозяйственной годности (всхожести и чистоты), обеспечивающая оптимальную площадь питания растений. Выражается количеством всхожих семян (млн. или тыс./га).

Оборачивание почвы - технологическая операция, обеспечивающая частичный или полный оборот обрабатываемого слоя почвы.

Оборот пласта – вспашка с оборачиванием пласта до 180^0. 2.Повторная вспашка почвы на поле, где в предшествующий год произведена была распашка пласта многолетних трав.

Обработка почвы - воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью улучшения почвенных условий жизни для с.-х. культур и уничтожения сорняков. С помощью обработки почвы

усиливают круговорот питательных веществ, заделывают в почву удобрения, растительные остатки, защищают почву от эрозии, а окружающую среду от загрязнения.

Обработка почвы безотвальная - обработка почвы без оборачивания обрабатываемого слоя. Прием основной обработки почвы, обеспечивающий ее рыхление, частичное крошение, подрезание сорняков, сохранение на поверхности почвы растительных остатков.

Обработка почвы глубокая - обработка почвы различными орудиями на глубину более 24 см.

Обработка почвы зяблевая - основная обработка почвы в летне-осенний период под посев или посадку с.-х. культур в следующем году. Как составная часть системы обработки почвы под яровые культуры обычно состоит из лущения и последующей вспашки на глубину пахотного слоя при появлении массовых всходов сорняков.

Обработка почвы комбинированная - сочетание отвального и безотвального способов обработки почвы поперек склонов крутизной более 5-6^0. Система противоэрозионной обработки почвы, создающая полосное чередование стерни с гребнями вспаханной почвы.

Обработка почвы контурная - обработка почвы сложных склонов в направлении, близком к горизонталям местности.

Обработка почвы междурядная - обработки почвы между рядами растений с целью улучшения почвенных условий их жизни и уничтожения сорняков.

Обработка почвы мелкая - обработка почвы различными орудиями на глубину от 8 до 16 см.

Обработка почвы минимальная - обработка почвы, обеспечивающая уменьшение энергетических, трудовых или иных затрат путем уменьшения

числа, глубины и площади обработок, совмещение операций, применения гербицидов.

Обработка почвы мульчирующая - сочетание механической обработки почвы и оставления на ее поверхности измельченных растительных остатков.

Обработка почвы основная - наиболее глубокая сплошная обработка почвы под с.-х. культуру.

Обработка почвы обычная - обработка почвы на глубину от 16 до 24 см.

Обработка почвы отвальная - обработка почвы отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием ее слоев.

Обработка почвы плоскорезная - безотвальная обработки почвы плоскорежущими орудиями с сохранением большей части послеуборочных остатков на ее поверхности. Обеспечивает рыхление, частичное крошение почвы и подрезание сорняков на эрозионно опасных землях и в засушливых районах.

Обработка почвы предпосевная - обработка почвы, выполняемая перед посевом или посадкой с.-х. культур.

Обработка почвы поверхностная - обработка почвы различными орудиями на глубину до 8 см. Выполняется с помощью зубовых, дисковых, сетчатых борон, ротационных мотыг, культиваторов, лущильников, шлейф – борон и других машин и орудий.

Обработка почвы послепосевная - обработка почвы, проводимая после посева или посадки с.-х. культур.

Обработка почвы чизельная - прием безотвальной обработки почвы орудиями чизельного типа, обеспечивающий ее рыхление, крошение и частичное перемешивание. Применяют для рыхления уплотненных пахотных и подпахотных слоев при возделывании культур с глубоко проникающей корневой системой, а также на эрозионноопасных склонах для перевода поверхностного стока во внутрипочвенный.

Объект исследования в системах земледелия -объектом исследования в системах земледелия являются разнообразные связи ее элементов между собой, агроландшафтами, материально-техническим и финансовым обеспечением хозяйствующих субъектов, погодными условиями, спросом продукции на рынке.

Окультуривание почвы - повышение плодородия почвы физическими, химическими и биологическими методами воздействия на нее.

Окучивание растений - приваливание почвы к основанию стеблей растений. Прием междурядной обработки почвы, обеспечивающий увеличение объема почвы для формирования корнеклубнеплодов и придаточных корней.

Органическое вещество почвы - совокупность всех органических веществ, находящихся в почве в форме гумуса, остатков животных и растений.

Освоение севооборота - выполнение плана освоения севооборота и переход к размещению с.-х. культур согласно схеме севооборота.

Очистка урожая - освобождение основной продукции от примесей.

Пар, поле паровое - поле, свободное от возделывания с.-х. культур в течение определенного периода и поддерживаемое в чистом от сорняков состоянии. Выполняет функции: накопления и сохранения почвенной влаги; мобилизации питательных веществ в почве; борьбы с сорняками, вредителями, болезнями. В пару проводят многократные механические обработки почвы, вносят гербициды, удобрения. Различают пары чистые (черные, ранние, култсные) и занятые (сплошные, пропашные, сидеральные).

Пашня - сельскохозяйственное угодье, систематически обрабатываемое и используемое для возделывания с.-х. культур.

Период освоения севооборота - время от введения до освоения севооборота. За этот период необходимо, соблюдая новую структуру посевных площадей, в кратчайшие сроки выйти на размещение культур по предшественникам согласно схемы нового севооборота, создать условия для

эффективной организации труда и использования техники и других средств производства, для получения плановой урожайности.

Перспективный сорт – новый ценный сорт, проходящий сортоиспытание и размножаемый, но еще не районированный.

Пестициды - химические препараты для борьбы с сорняками (гербициды), вредителями (инсектициды), болезнями (фунгициды) с.-х. растений, для уничтожения древесной и кустарниковой растительности (арборициды) и др.

План освоения севооборота - схема размещения возделываемых с.-х. культур и паров по полям на период освоения севооборота. При его составлении соблюдают структуру посевных площадей нового севооборота и размещают культуры по предшественникам согласно схемы нового севооборота, начиная с наиболее ценных культур, и стремятся к освоению нового севооборота в кратчайшие сроки.

Плодородие почвы - способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности. Различают естественное, искусственное, эффективное, потенциальное плодородие почвы.

Площадь посевная - площадь пашни, занятая посевами с.-х. культур.

Подкормка растений - внесение удобрений под с.-х. культуры в период их вегетации. При корневой подкормке удобрения вносятся в почву и их питательные вещества усваиваются корнями. При внекорневой подкормке посевы или посадки опрыскивают растворами удобрений, и их питательные вещества поступают в растения через листья.

Показатели плодородия почвы - агрофизические, химические и биологические свойства почвы, характеризующие ее как среду для жизни растений.

Поля севооборота - равные по площади участки пашни, на которые она разбивается согласно схеме севооборота. Отклонение размера поля от средней площади севооборотного поля может достигать $\pm$ 5%.

Посадка - размещение по площади пашни рассады, сеянцев, саженцев и органов вегетативного размножения растений на установленную глубину заделки.

Посев - размещение семян по площади пашни на установленную глубину их заделки.

Посев ленточный - рядовой посев, в котором два или несколько рядков (строчек), образующих ленты, чередуются с широкими междурядьями для прохода машинно-тракторных агрегатов. Используется при выращивании овощных и лекарственных растений.

Посев прямой - посев семян зерновых культур специальными почвообрабатывающими посевными агрегатами в необработанную почву с одновременным внесением в рядок комплексных удобрений.

Посев пунктирный - широкорядный посев с одиночным равномерным распределением семян в рядках, осуществляемый сеялками точного высева.

Посев рядовой обычный - рядовой посев с междурядьями от 10 до 25 см.

Посев узкорядный - рядовой посев с междурядьями не >10 см.

Посев широкорядный - рядовой посев с междурядьями 45 см и более. Используют при возделывании сахарной свеклы (45 см), картофеля, кукурузы, подсолнечника.

Последействие гербицидов - влияние гербицидов, внесенных в предыдущие годы, на рост и развитие культурных и сорных растений.

Почва - самостоятельное естественноисторическое органно-минеральное природное тело, возникшее на поверхности Земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха, имеющее

специфические, генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия.

Почва эродированная - участки земли, почва которых в той или иной степени поражена водной или ветровой эрозией.

Почвоутомление - явление, наблюдаемое при монокультуре растений и выражающееся в уменьшении урожайности при достаточно высоком уровне плодородия почвы. Природа почвоутомления – биологическая, и связана с накоплением в верхнем слое почвы ядовитых корневых выделений, возбудителей болезней (фузариоза, парши, корневых гнилей), вредителей (нематод и т.п.).

Предварительное сортоиспытание – первоначальное испытание лучших селекционных номеров – будущих сортов, выделенных в контрольном питомнике.

Предшественник - сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году. По влиянию предшественников на плодородие почвы и урожайность последующих культур их объединяют в группы, приведенные здесь по степени убывания их ценности как предшественников: чистые и занятые пары, многолетние и однолетние травы, зернобобовые, пропашные, технические не пропашные, озимые и яровые зерновые культуры.

Прием обработки почвы - однократное воздействия на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью выполнения одной или нескольких технологических операций..

Прикатывание почвы - прием обработки почвы катками, обеспечивающий ее уплотнение, крошение глыб и частичное выравнивание поверхности почвы. Предпосевное прикатывание обеспечивает равномерную по глубине заделку семян, а послепосевное увеличивает капиллярный приток влаги к семенам, ускоряя их прорастание

Продуктивность пашни - выход сельскохозяйственной продукции с 1 га или на 100 га пашни.

Районирование – установление районов возделывания новых сортов и гибридов по результатам государственного сортоиспытания.

Растения - автотрофные организмы, использующие энергию солнца, т.е. способные к фотосинтезу.

Ротация севооборота - период времени, в течение которого с.-х. культуры и пар проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота.

Сбор с.-х. продукции валовой - объем реально произведенной продукции на всей площади посева различных с.-х. культур.

Севооборот – научно-обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени (по годам) и в пространстве (по полям) или только во времени. Севооборот является организационно-технологической основой производства растениеводческой продукции.

Севооборот введенный - севооборот, проект которого перенесен на территорию землепользования хозяйств.

Севооборот освоенный - севооборот, в котором соблюдаются принятые границы полей, а размещение культур по полям и предшественникам соответствует принятой схеме чередования

Семенной контроль – система мероприятий по проверке посевных качеств семян в процессе их производства, хранения и реализации.

Семеноводство – специальная отрасль сельскохозяйственного производства, обеспечивающая массовой размножение сортовых семян и получение гибридных семян при сохранении их чистосортности, биологических и урожайных качеств.

Сертификат на семена – документ, выданный по правилам Системы сертификации семян, удостоверяющий сортовые и посевные качества семян и подтверждающий их соответствие требованиям государственных и отраслевых стандартов, а также другой нормативной документации.

Сидерат - растения, зеленая масса которых запахивается в почву для обогащения ее органическим веществом и легкодоступными для с.-х. растений элементами минерального питания. В качестве сидератов возделывают бобовые (люпин, сераделлу, донник, озимую вику, эспарцет), капустные (горчица, рапс, редька масличная) и другие растения.

Сидерация - Повышение плодородия почвы с помощью зеленого удобрения – внесения в почву зеленой массы растений – сидератов: люпина, эспарцета. клевера и других бобовых культур, а также рапса, горчицы белой, редьки масличной и других капустных культур.

Система ведения сельского хозяйства – совокупность региональных, организационно-экономических, технологических и технических приемов и средств ведения с.-х. производства.

Система защиты растений - составная часть (звено) агротехнического блока, представленная как комплекс методов защиты растений, адаптированный к агроландшафтным и хозяйственным условиям производства, обеспечивающий оптимальное фитосанитарное состояние агроценозов и продукции с.-х. культур, а также экологическую безопасность окружающей среды

Система земледелия - научно-обоснованный комплекс методов и технологий производства продукции растениеводства, адаптированный к агроландшафтам и ресурсно-энергетическому потенциалу с.-х. предприятия, обеспечивающий оптимальную агроэкологическую эффективность.

Системы земледелия зональные - системы земледелия, все звенья которой учитывают и реализуют почвенно-климатические, материально-технические и трудовые ресурсы конкретной зоны. Зональная система отражает возможности каждой природной зоны по производству продукции растениеводства и воспроизводству плодородия почвы

Системы земледелия интенсивные - современные системы земледелия, обеспечивающие рост урожаев и повышение плодородия почвы за счет интенсификации земледелия. Посевная площадь часто превышает площадь пашни

за счет посевов промежуточных культур. Воспроизводство плодородия почв осуществляется через активное воздействие человека с помощью минеральных и органических удобрений, пестицидов, регуляторов роста, интенсивной обработки почвы, орошения, осушения и других средств интенсификации земледелия.

Системы земледелия переходные - системы земледелия, в которых все пахотно-пригодные земли находятся в обработке, в посевах преобладают зерновые культуры, которые сочетаются с многолетними травами или пропашными культурами и чистым паром. В воспроизводстве плодородия почвы возрастает участие человека с использованием природных факторов**.**

Системы земледелия примитивные - системы земледелия, в которых использовалось меньшая часть площади пахотно-пригодных земель. В посевах преобладали зерновые культуры, а воспроизводство плодородия почвы осуществлялось под влиянием природных процессов без участия человека.

Системы земледелия экстенсивные - системы земледелия, в которых от половины до двух третей и более площади пашни занимают посевы с преобладанием посевов зерновых культур и многолетних трав. Значительную часть пашни занимают чистые пары. Воспроизводство плодородия почвы осуществляется за счет природных процессов, направляемых человеком.

Система обработки почвы - составная часть (звено) агротехнического блока систем земледелия, представленная как совокупность научно-обоснованных приемов обработки почвы в севообороте.

Система почвозащитных мероприятий - составная часть (звено) системы земледелия, представленная совокупностью взаимосвязанных организационных, землеустроительных, мелиоративных. агротехнических, гидротехнических и других мероприятий по защите почвы от водной или ветровой эрозии.

Система севооборотов - составная часть (звено) агротехнического блока системы земледелия, представленная как совокупность различных типов и видов севооборотов, адаптированных к различным агроландшафтам с.-х. предприятия и

обеспечивающих рациональное использование энергетических, материальных и трудовых ресурсов в соответствии со специализацией хозяйства.

Система удобрения - составная часть (звено) агротехнического блока системы земледелия, представленная как комплекс агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий по рациональному применению удобрений и мелиорантов с целью получения экономически обоснованных урожаев, воспроизводства плодородия почвы при сохранении экологической безопасности агроландшафта.

Создание микрорельефа - формирование на поверхности поля борозд, гряд, гребней, лунок, щелей, микролиманов с целью снижения стока воды и смыва почвы на эрозионно-опасных склонах за счет уменьшения скорости водного потока и перевода его с поверхностного во внутрипочвенный. Создается на склонах крутизной 5-8° специальными орудиями или приспособлениями к серийным с.-х. машинам

Сорт – группа растений, которая независимо от охраноспособности определяется по признакам, характеризующим данный генотип или комбинацию генотипов, и отличается от других групп растений того же ботанического таксона одним или несколькими признаками.

Сортообновление – замена семян лучшими семенами того же сорта.

Сортосмена – замена старых семян новыми районированными сортами

Сохранение стерни на поверхности поля - технологическая операция, выполняемая при безотвальных приемах обработки почвы с оставлением стерни на поверхности почвы для снижения скорости ветра и предохранения почвы, растений от выдувания, накопления снега на полях, уменьшения глубины промерзания почвы и увеличения запасов почвенной влаги..

Способ обработки почвы - изменение сложения профиля обрабатываемого слоя почвы или взаимное перемещение слоев, генетических горизонтов в вертикальном направлении под воздействием рабочих органов

почвообрабатывающих машин и орудий. В земледелии применяют следующие способы обработки почвы: отвальный, безотвальный и комбинированный.

Способ обработки почвы безотвальный - воздействие на почву безотвальными орудиями без оборачивания обрабатываемого слоя и с оставлением стерни на поверхности почвы. Выполняют плоскорезами-глубокорыхлителями, орудиями чизельного типа, противоэрозионными культиваторами, плугами-рыхлителями со стойками СибИМЭ, плугами Параплау.

Способ обработки почвы комбинированный -сочетание различных способов обработки почвы – отвального, безотвального, роторного.. Может осуществляться как за один (комбинированные агрегаты), так и за несколько проходов машинно-тракторных агрегатов.

Способ обработки почвы отвальный - Обработка почвы отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием ее слоев. Выполняют плугами с предплужниками и без них, с почвоуглубителями, дисковы-ми и другими орудиями.

Структура посевных площадей - соотношение площади посевов различных групп или отдельных с.-х. культур.

Суперэлита – предшествующее элите звено размножения семян.

Схема севооборота - перечень с.-х. культур и паров в порядке их чередования в севообороте.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур - совокупность взаимосвязанных агротехнических приемов воздействия на почву и растения с целью создания оптимальных условий для их роста, развития и формирования высокого урожая.

Технология возделывания с.-х. культур зональная - составное звено зональной системы земледелия, обеспечивающее планируемую продуктивность пашни на основе рационального использования почвенно-климатических ресурсов и материально-технических средств в данной почвенно-климатической

зоне. Зональная технология адаптирована к почвенно-климатическим условиям зоны и базируется на использовании районированных сортов с.-х. культур, энергосберегающих технологий с целью получения максимального количества продукции с единицы с.-х. угодий.

Топографическая съемка – работы по созданию крупномасштабной общегеографической карты местности, подробно отражающей основные природные и социально-экономические объекты: рельеф, воды, растительность, населенные пункты, дорожную сеть и т.п.

Трансформация угодий – преобразование одного вида угодий в другой в процессе рационализации землепользования, вовлечения в оборот неиспользовавшихся земель, расширения более ценных угодий или, напр., перевода пашни в сенокосы или пастбища в целях предупреждения развития эрозионных процессов

Уборка урожая - сбор урожая сельскохозяйственных культур.

Уборка урожая двухфазная - уборка урожая с выделением основной продукции в два этапа.

Уборка урожая однофазная - уборка урожая с выделением основной продукции за один проход агрегата.

Угодья сельскохозяйственные - часть земельных угодий, систематически используемых для производства с.-х. продукции.

Удобрения - органические и минеральные вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почвы.

Уплотнение почвы - Изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с увеличением плотности почвы и уменьшением ее пористости. Применяют для улучшения прогревания почвы, контакта семян с почвой и подтягивания влаги из нижележащих слоев к семенному ложу. Проводят катками с различной формой рабочей поверх ности (кольчато-шпоровыми, гладкими водоналивными).

Урожай - продукция, полученная в результате выращивания с.-х. культур.

Урожайность - средний урожай с единицы площади посева. Выражается в т/га.

Устройство территории севооборотов - составная часть внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий. Включает размещение: 1)полей и рабочих участков; 2)полезащитных лесных полос; 3)полевых дорог; 4)полевых станов и источников полевого водоснабжения.

Уход за посевами - комплекс агротехнических приемов на посевах с.-х. культур для оптимизации условий их роста, развития и формирования урожая.

Факторы жизни растений - природные тела и явления, которые служат источником энергии и участвуют в росте и развитии растений, формировании урожая. Делятся на космические (свет, тепло) и земные (вода, пища, воздух).

Фрезерование почвы - Прием обработки почвы фрезой, обеспечивающий крошение, тщательное перемешивание и рыхление обрабатываемого слоя.

Щелевание почвы - Прием обработки почвы, обеспечивающий глубокое ее прорезание с целью повышения водопроницаемости. Как противоэрозионный прием применяется на склонах крутизной 5-8° для перевода талых и ливневых вод во внутрипочвенный сток. При движении поперек склона щелеватель нарезает в почве щели шириной 3-5 см, глубиной 40-60 см и с расстоянием между щелями 70-140 см, а на пологих склонах до 2 м.

Элементы питания - земные факторы жизни растений. Делятся на макроэлементы (азот, железо, калий, кальций, магний, сера, фосфор и др.) и микроэлементы (бор, марганец, кобальт,. медь, молибден, цинк и др).

Элита – семена, получаемые от посева суперэлиты; в полной мере передают все признаки и свойства сорта.

Эрозия почвы - разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агроландшафты и земледелие: Учебное пособие / М.И. Лопырев, С. А. Макаренко. - Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2001.- 168 с.

2. Агроэкологические основы применения комплекса машин при возделывании полевых культур: Учебное пособие / Н.С. Матюк, В.Д. Полин, В.И. Балабанов и др. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. –203 с.

3. Агроэкологические основы севооборотов: Учебное пособие / Н.С. Матюк, В.А. Николаев, В.Д. Полин и др. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 226 с.

4. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методические указания / Под ред. В.И Кирюшина, А.Л. Иванова.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.

5. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: Учебное пособие / А.И. Беленков, Н.С. Матюк, М.А. Мазиров. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –187 с.

6. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Изд-во МГУ, 2006. 468 с.

7. Духанин Ю.А., Савич В.И., Батанов Б.Н. Информационная оценка плодородия почв. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 345 с.

8. Земледелие: Учебник / Г. И. Баздырев, А.В. Захаренко, В. Г. Лошаков и др. - М: КолосС, 2008. - 607 с.

9. Зинченко, В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: КолосС, 2005. – 232 с

10. Интегрированная защита растений от вредных организмов: Учебное пособие. / Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков, О.О. Белошапкина -Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. –352 с.

11. Кидин В.В. Система удобрения: Учебник. –М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. –534 с.

12. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 366 с.

13. Кирюшин В.И. Экологическое земледелие и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 413 с.

14. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. – М.: Изд-во ВНИИА, 2012.

15. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья.: Россельхозакадемия ГНУ ВНИИП-ТИОУ, 2004/. 377 с.

16. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства / Под ред. А.П. Тарасенко. -М.: КолосС, 2007. – 260 с.

17. Навигационные технологии в сельском хозяйстве, Координатное земледелие: Учебное пособие / В.И. Балабанов, Е.В. Березовский, А.И. Беленков. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –148 с.

18. Научные основы защиты почв от водной эрозии и дефляции: Учебное пособие. Рассадин А.Я., Баздырев Г.И., Матюк Н.С и др. –М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. 232 с.

19. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: Учебное пособие / Н.С. Матюк, В.Д. Полин- М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –222 с.

20. Сафонов А.Ф. Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов: Учебное пособие. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. 390 с.

21. Системы земледелия / Под ред. А.Ф. Сафонова. М.: КолосС, 2006. 447 с.

22. Точное сельское хозяйство (precision agriculture) / Под ред. Д. Шпаара, А.В. Захаренко, В.П. Якушева.- СПб-Пушкин, 2009.- 400 с.

23. Чулкина, В. А., Торопова Е.Ю., Соколова М.С. Экологические основы интегрированной защиты растений. – М.: КолосС, 2007. – 568 с.

24. Шептухов, В.Н. Механическая обработка почвы и создание мощного корнеобитаемого слоя. –М.: ТУС, 2006. –168 с.

25. Якушев, В.П. На пути к точному земледелию – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2002. -458 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Содержание Стр.

Введение 3

Модуль 1. Понятие, сущность, структура систем земледелия и агротехнологий, их влияние на окружающую среду……. 6

1.1 Историческое развитие систем земледелия, их взаимосвязь с производственной деятельностью человека и окружающей средой……. 6

1.2 Современный системы земледелия и их агроэкологическая оценка…… 8

1.3 Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на окружающую среду……. 14

Модуль 2. Влияние отдельных звеньев систем земледелия на окружающую среду…… 26

2.1 Организация землепользования хозяйств, построение системы севооборотов в контексте влияния на окружающую среду…… 26

2.2 Агроэкологические принципы современных систем обработки почвы…… 37

2.3 Применение удобрений в зависимости от агроэкологических и производственных условий…… 49

2.4 Агроэкологическая оценка мероприятий по защите растений в современных условиях……... 67

2.5 Основные направления развития селекции и семеноводства с позиции охраны окружающей среды…… 91

2.6 Техническая оснащенность современных технологий возделывания культур, их агроэкологическая направленность 102

2.7 Экологический мониторинг мелиоративных приемов на современном этапе…….. 131

Модуль 3. Инновационные технологии возделывания с.–х. культур и их современная их научно-производственная оценка…….. 138

3.1 Агроэкологическая характеристика современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур…… 138

3.2 Технологические особенности возделывания с.-х. культур в адаптивно-ландшафтном земледелии……... 141

3.3 Агроэкологические аспекты технологий точного земледелия в современных условиях…….. 150

Глоссарий…… 157

Список использованной литературы…… 177