



**ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет Агропромышленный
Кафедра Проектирование и
технический сервис транспортно-
технологических систем

Перспективные технологии в АПК.

Часть 1. Растениеводство

Учебное пособие

Ростов-на-Дону, 2024

УДК 631

Никитченко, С. Л., Кравченко Л.В. Перспективные технологии в АПК. Часть 1. Растениеводство : учебное пособие / С. Л. Никитченко. – Ростов-н/Д. ФГБОУ ВО ДГТУ, – 2024. – 124 с.

В учебном пособии рассматриваются основы почвоведения, землепользования и растениеводства; этапы развития технологий растениеводства и средств механизации и сущность «умного» сельского хозяйства; вопросы планирования процессов возделывания сельскохозяйственных культур и отдельных технологических операций, их оценка с позиции выполнения агротребований; методики расчёта потребности производства в семенах, удобрениях, средствах защиты растений и машинах; методы разработки операционных технологий полевых механизированных работ и оценки качества их выполнения; технологии производства биотоплива.

Учебное пособие предназначено для магистрантов направлений 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» и 35.04.06 «Агроинженерия», изучающих разделы одноимённой дисциплины, а также может использоваться для выполнения выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров указанных направлений подготовки.

© Никитченко С. Л., текст, 2024

© Кравченко Л.В. , текст, 2024

© ФГБОУ ВО ДГТУ, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | С. |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1 ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА | 6 |
| 1.1 Основные типы почв России и их характеристики | 6 |
| 1.1.1 Типы почв России | 6 |
| 1.1.2 Агрофизические и физико-химические свойства почвы | 9 |
| 1.2 Системы земледелия | 10 |
| 1.3 Севообороты в интенсивном земледелии | 13 |
| 1.3.1 Севообороты и бессменные посевы. Основы чередования культур в севообороте | 13 |
| 1.3.2. Предшественники основных полевых культур | 14 |
| 1.3.3 Классификация севооборотов | 15 |
| 1.3.4. Книга истории полей севооборота и агропаспорт | 15 |
| 1.3.5 Экономическая оценка севооборотов | 15 |
| 1.4 Биологические потребности и факторы роста растений | 16 |
| 1.5 Удобрения в интенсивном растениеводстве | 18 |
| 1.5.1 Агрохимическая служба в Российской Федерации | 18 |
| 1.5.2 Теоретические основы питания растений и виды удобрений | 19 |
| 1.5.3 Расчёт нормы и доз внесения минеральных удобрений | 22 |
| 1.5.4 Способы внесения удобрений | 24 |
| 1.5.5 Агротехнические требования к внесению органических и минеральных удобрений | 25 |
| 1.5.6 Мероприятия по защите окружающей среды | 25 |
| 1.6 Сорная растительность и способы борьбы с ней | 25 |
| 1.6.1 Вред от сорных растений | 25 |
| 1.6.2 Классификация сорных растений | 27 |
| 1.6.3 Способы борьбы с сорняками | 28 |
| 1.7 Обработка почвы | 30 |
| 1.7.1 Задачи обработки почвы | 30 |
| 1.7.2 Приемы основной обработки почвы | 31 |
| 1.7.3 Приемы поверхностной обработки почвы | 35 |
| 1.7.4 Специальные приемы обработки почвы | 35 |
| 1.7.5 Операционная технология вспашки | 36 |
| 2 ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ | 42 |
| 2.1 Эволюция технологий и средств производства в растениеводстве | 42 |
| 2.2 Концепция «умного» сельского хозяйства | 58 |
| 2.2.1 Основные технологические тренды цифровизации сельского хозяйства | 58 |
| 2.2.2 Сущность «умного» сельского хозяйства | 60 |

| | |
|--|-----|
| 2.2.3 Примеры ведения «умного» сельского хозяйства | 63 |
| 2.2.4 Автономные роботы для растениеводства | 69 |
| 3 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССОВ | |
| В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ | 77 |
| 3.1 Методы управления качеством | 77 |
| 3.2 Методы определения значений показателей качества продукции | 79 |
| 3.3 Методы и виды контроля качества продукции | 81 |
| 3.4 Статистические методы контроля качества и регулирования процессов | 82 |
| 3.5 Управление качеством услуг машинно-технологических станций | 86 |
| 4 БИОЭНЕРГЕТИКА В ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИИ | |
| СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА | 88 |
| 4.1 Биомасса как источник энергии | 88 |
| 4.2 Биотопливо | 88 |
| 4.3 Биогаз | 91 |
| 4.4 Прямое использование биомассы | 94 |
| 4.5 Стратегия России в биоэнергетике | 95 |
| 5 ПРАКТИКУМ | 96 |
| <i>Занятие 1.</i> Выбор перечня технологических операций для возделывания заданной сельскохозяйственной культуры с анализом агротребуваний на выполнение работ | 96 |
| <i>Занятие 2.</i> Расчёт потребности в семенах, удобрениях и средствах защиты растений при возделывании заданной культуры | 99 |
| <i>Занятие 3.</i> Обоснование состава машинно-тракторного парка для выполнения заданного объема полевых работ | 103 |
| <i>Занятие 4.</i> Выбор способов борьбы с сорной растительностью | 110 |
| <i>Занятие 5.</i> Построение диаграммы Парето показателей качества технологической операции | 112 |
| <i>Занятие 6.</i> Разработка операционной технологии выполнения заданной полевой работы | 115 |
| <i>Занятие 7.</i> Изучение технологий производства биотоплива | 116 |
| ЛИТЕРАТУРА | 117 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 119 |

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственная отрасль растениеводство в мире занимает одно из ключевых мест человеческой деятельности, поскольку существенно влияет на обеспечение людей продовольствием. В России растениеводство, кроме того исторически придает стране статус аграрной державы. Для развития растениеводства важно наличие плодородных почв, современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, профессиональных агрономических и инженерных кадров и системы машин, реализующей данные технологии.

За последние 250 лет растениеводство в своем развитии прошло этапы механизации, электрификации и автоматизации. Сегодня в развитых странах все полевые работы практически полностью механизированы. Дальнейшее развитие и совершенствование растениеводства происходит в области создания высокоурожайных и устойчивых к внешним факторам сортов культурных растений, средств их защиты от болезней, вредителей и сорняков, разработке машин нового поколения, которые способны обеспечить биологические потребности каждого растения. После 2010 года новый толчок к достижению таких целей дала четвертая промышленная революция (Industry 4.0), в основе которой лежат цифровые технологии, обеспечивающие переход к «умному» земледелию и его роботизации.

Потребителями продукции растениеводства сегодня являются не только люди и животные, но и целые отрасли, связанные с производством биотоплива, медицина, текстильная промышленность и др.

В данном учебном пособии рассмотрены основы почвоведения, земледелия и растениеводства, раскрыты биологические потребности растений, роль минеральных удобрений в удовлетворении этих потребностей и поддержании плодородия почв, показаны методы борьбы с сорняками. Также рассмотрены операционные технологии полевых механизированных работ и методы оценки качества работ. В пособии описана эволюция технологий и средств производства в растениеводстве, раскрыта суть «умного» сельского хозяйства и дан обзор современных автономных робототехнических средств для растениеводства. Также уделено внимание вопросам биоэнергетических технологий, как современной альтернативе энергообеспечения производства и населения.

Учебное пособие содержит практикум, решение задач которого позволит закрепить полученные теоретические знания. На примере процесса возделывания заданной сельскохозяйственной культуры студентам предлагается решить задачи планирования полевых технологических операций с обеспечением агротребований, обосновать потребность в семенах, удобрениях, средствах защиты растений и машинах; обосновать методы борьбы с сорной растительностью; разработать операционную технологию полевой операции; выполнить оценку качества работ с выявлением причин брака. В рамках практикума студент также должен раскрыть суть технологии получения биотоплива.

1 ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА

1.1 Основные типы почв России и их характеристики

1.1.1 Типы почв России

Почва – уникальное природное тело, обладающее таким свойством как плодородие. Почва и произрастающая на ней растительность образуют единую взаимосвязанную систему. Под каждым растительным сообществом расположена только почва определенного типа. Почва как природное образование находится в непрерывном развитии, активно участвует в сложных процессах обмена и превращения энергии и веществ [1, 2]. В ней, главным образом, благодаря зеленым растениям, в форме органического вещества накапливается и сохраняется солнечная энергия. Высшие зеленые растения обладают избирательной поглощающей способностью, усваивают корневой системой рассеянные в материнской породе минеральные соединения и накапливают их в верхних почвенных слоях в виде органо-минеральных соединений.

В почве органические остатки разлагаются главным образом бактериями, грибами и актиномицетами (микроорганизмами, соединяющими в себе черты бактерий и грибов). Скорость разложения обусловлена водно-воздушным и тепловым режимами, наличием зольных элементов и азота в органических остатках.

Изменение верхних слоев горных пород и подготовка условий для дальнейшего развития процесса почвообразования происходит под воздействием физико-механических, химических и биологических факторов.

На территории России основными почвообразующими породами являются [2]:

- *ледниковые, или моренные, отложения* – отложения смеси из глины, песка, щебня и валунов различной величины;
- *водно-ледниковые наносы* – отложены потоками воды, стекающими с ледника при его таянии (галька, крупный песок, супесь, суглинистые и глинистые частицы);
- *намытые отложения или аллювий* – наносы песка и глины паводковыми водами рек в поймах;
- *лёсс* – осадочная порода однородного состава. Содержит более 50 % частиц крупной пыли (0,5 – 0,01 мм) палевого или палево-желтого цвета. Распространен в степной зоне европейской части России. На лёссах образуются наиболее плодородные почвы.

На изменение плодородия почвы влияют следующие основные факторы:

- биологические;
- климат;

- рельеф;
- возраст (тундра 5 – 10 тыс. лет);
- производственная деятельность человека.

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

Современный почвенный покров Российской Федерации подразделяют на почвенно-климатические зоны, чередующиеся с севера на юг в следующем порядке:

- тундровая;
- таежно-лесная;
- лесостепная;
- степная или черноземная;
- сухие и полупустынные степи;
- пустынная;
- сухие субтропики;
- влажные субтропики.

Почвы тундровой зоны занимают самую северную территорию страны. Климат суровый, зима продолжительная (7 – 8 месяцев). Вегетационный период 2 – 3 месяца. Лето короткое, холодное (ср. температура июля 10–12° С). Вечная мерзлота (летом почва оттаивает только на 30–40 см). Почвы тундровой зоны формируются в условиях переувлажнения, низкой активности микрофлоры.

Сельскохозяйственное значение почв тундровой зоны незначительно. Растительность обеспечивает лишь кормовую базу для оленеводства. В долинах рек после окультуривания почв выращивают корнеплоды (картофель, морковь, свекла, турнепс), из зерновых – ячмень (до 1,5 т/га).

Таежно-лесная зона представлена подзолистыми, дерново-подзолистыми, дерновыми и болотными почвами. Климат зоны умеренно холодный, достаточно влажный, на западе мягкий, к востоку становится континентальным. Количество осадков превышает испаряемость в 1,1 – 1,3 раза. Почвы в этой зоне формируются в условиях постоянного увлажнения и промывания.

Подзолистые почвы образуются под хвойными лесами, имеют весьма неблагоприятные для сельскохозяйственных культур свойства. Содержание гумуса составляет 1 – 2 %, реакция почвенного раствора сильно кислая или кислая (рН 3,5 – 5), сильно уплотненные, содержание элементов питания низкое, структура распыленная.

Дерново-подзолистые почвы расположены в южной зоне тайги (смешанные леса). Мощность гумусового слоя достигает 15–20 см, под ним расположен подзолистый слой. Содержание гумуса в пахотном слое не превышает 2 – 4 %. Почвы имеют кислую реакцию, бедны элементами питания. Данные почвы имеют слабовыраженную структуру.

Дерновые почвы. Интенсивность образования дерновых почв зависит от биологической продуктивности травянистой растительности, количества и качества оставляемых в почве органических веществ, а также от почвенно-климатических условий.

Дерновые почвы подразделяются на маломощные (мощность дернового слоя >15 см) и среднемощные (15 – 20 см). Обладают высоким естественным плодородием, Содержание перегноя (гумуса) 4 – 7 %, реакция слабокислая, или близкая к нейтральной, структура зернисто-комковатая, создает благоприятные условия для развития сельскохозяйственных растений.

Благоприятными для развития сельскохозяйственных растений являются дерновые и болотные (после мелиорации) почвы.

Почвы лесостепной зоны (серые лесные) формируются под широколиственными лесами с травянистым покровом. По мощности гумусового слоя, содержанию гумуса и степени оподзоливания делятся на светло-серые, серые и темно-серые. Содержание гумуса 2 -9 %. Почвы вполне обеспечены питательными веществами. Реакция почвенного раствора слабокислая (рН 5 – 6,5). Водно-физические свойства этих почв зависят от содержания гумуса и механического состава. Данные почвы занимают промежуточное положение между дерново-подзолистыми и черноземами.

В лесостепной зоне получают высокие урожаи озимой пшеницы, кукурузы на силос, сахарной свеклы, картофеля, гороха, многолетних трав. Для повышения плодородия серых почв необходимо систематическое внесение органических и минеральных удобрений (N, P), при необходимости – известкование.

Черноземные почвы образовались под покровом целинных степей. Для черноземов характерна высокая микробиологическая активность. У них высокое природное плодородие, комковато-зернистая структура. Отличительная черта черноземов – наличие мощного темноокрашенного слоя с высоким содержанием гумуса 4 – 12 % и более. Гумусовый слой достигает 1,5 м. Это самые плодородные почвы нашей страны.

Различают северные черноземы, типичные черноземы, обыкновенные, южные черноземы. Они отличаются по мощности горизонтов, содержащих перегной, содержанию гумуса, кислотнo-щелочной реакцией.

Черноземная зона – основная база производства зерна. Здесь возделывают озимую и яровую пшеницу, ячмень, кукурузу на зерно и силос, подсолнечник, сахарную свеклу, рис и другие культуры.

Мероприятия по повышению плодородия черноземов следующие: улучшение водного баланса и регулирование ветрового режима путем посадки полезащитных лесных полос, введение систем севооборотов и удобрений, почвозащитных технологий обработки почв.

Почвы сухих и полупустынных степей формируются в условиях континентального климата с продолжительным летом и холодной

малоснежной зимой. Количество осадков составляет 200 – 350 мм. Испаряемость превышает количество осадков в 3 – 4 раза.

К ним относятся каштановые и бурые почвы.

Каштановые почвы (темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые) содержат 3,5 – 1,5 % гумуса, мощность гумусового слоя от 60 до 25 см, реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,2 – 7,3).

Сухие степи – зона зернового хозяйства и пастбищного животноводства. На темно-каштановых и каштановых почвах выращивают пшеницу, ячмень, кукурузу, просо, подсолнечник.

Бурые почвы характеризуются засоленностью, низким содержанием гумуса (1-3%). Отгонное животноводство.

1.1.2 Агрофизические и физико-химические свойства почвы

Почва – сложный комплекс твердой, жидкой и газообразной фаз. От соотношения этих фаз зависит как процесс почвообразования, так и жизнь растений [1, 2].

К основным физико-механическим и технологическим свойствам почвы относятся:

- **плотность** – масса единицы сухой почвы при естественном сложении. Зависит от минералогического и механического состава, содержания органических веществ, структурного состояния. Плотность пахотного слоя изменяется в пределах 0,8 – 1,5 г/см³ (оптимальная – 1 – 1,3);
- **пористость** – процентное отношение объема всех пор и промежутков между частицами почвы к объему почвы (опт. 55 – 60 %);
- **связность** – способность противостоять силам, направленным на механическое расчленение почвенной массы. Влияет на рост корневой системы и на механическую обработку;
- **пластичность** – способность почвы деформироваться под действием внешних механических сил без разрыва сплошности и сохранять приданную ей форму;
- **набухание** – способность почвы увеличиваться в объеме при увлажнении;
- **усадка** – уменьшение объема в результате испарения влаги;
- **спелость** – готовность почвы к механической обработке. Зависит от влажности (черноземы, суглинки 40 – 70 %, глины 50 – 65 %);
- **твердость** – сопротивление почвы проникновению в нее на определенную глубину твердого тела (шара, конуса), кг/см²;
- **влагоемкость** – способность почвы удерживать влагу;
- **водопроницаемость** – способность почвы впитывать и пропускать воду из верхних слоев в нижние;
- **кислотность** – **щелочность** почвы определяется реакцией почвенного раствора $3,5 < \text{pH} < 9$.

1.2 Системы земледелия

В системе агрономических наук земледелию принадлежит важная роль. Это отрасль знаний, связывающих естественнонаучные дисциплины с прикладными, агрономическими [2].

С развитием сельскохозяйственного производства и расширением научных знаний происходит дифференциация агрономии. В руководствах по земледелию первых русских учёных агрономов излагали все агрономические науки, растениеводство, сельскохозяйственные орудия и машины, мелиорация, удобрение и т. д. Но уже в начале 19 века наметилось деление земледелия на общие вопросы возделывания сельскохозяйственных культур и характеристику отдельных растений и системы их возделывания. Позднее первая часть получила название общего земледелия, а вторая – частного земледелия, или растениеводства.

К. А. Тимирязев главной задачей научного земледелия считал изучение потребностей культурных растений и разработку способов их удовлетворения. Эти способы должны быть направлены на развитие растения в нужном для земледельца направлении, например, для получения максимально количества семян хорошего качества или для развития вегетативных органов, для получения корнеплода и т. д.

Земледелие – это система функционального размещения культур по полям, а также приёмов воздействия на почву для выращивания сельскохозяйственных культур и получения высоких, устойчивых урожаев и повышения плодородия почвы.

Главная задача земледелия – сохранение и повышение плодородия почвы, создание условий для наиболее полного её использования посевами с.-х. культур, увеличения их урожайности. Основные средства для достижения этих задач земледелия – оптимальная обработка почвы, применение системы удобрений, мелиорация, правильный подбор культур и сортов, и размещение их в севооборотах.

Из-за разнообразия почвенных, ландшафтных и климатических условий, набор культур, приемов и способов воздействия на почву дифференцируется в соответствии с зональностью и конкретными условиями. В связи с этим для каждой зоны разработаны системы земледелия. Различают следующие системы земледелия (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Виды систем земледелия

| Системы земледелия | Способ использования земли | Способ повышения плодородия |
|--|---|---|
| Примитивные: залежная, переложная, подсечёно-огневая, лесопольная | Почти все посева заняты зерновыми, в обработке меньшая часть пахотно-пригодных земель | Природные процессы без участия человека |
| Экстенсивные: паровая, | Под посевами не менее половины пашни. | Природные процессы, направляемые |

| | | |
|---|---|--|
| многопольно-травяная | Преобладают зерновые культуры. Остальная площадь под паром и многолетними травами | человеком. |
| Переходные: улучшенная зерновая, травопольная | Все пахотно-пригодные земли в обработке. Преобладают зерновые культуры с многолетними травами или пропашными культурами, и чистым паром. | Взросшее воздействие человека с использованием природных факторов |
| Интенсивные: плодосменная, промышленно- заводская, пропашная | Почти все пахотные земли заняты посевом. Значительные площади заняты пропашными культурами, введены посевы промежуточных культур | Активное воздействие человека с использованием средств, поставляемых промышленностью |
| Современные: 1. Почвозащитные: зернопаровая, зернопаропропашная, зернопропашная, зернотравяная, плодосменная, травопольная, пропашная и т. д. 2. Агроландшафтные, контурно- мелиоративные и др. 3. Альтернативные: зелёная, залежная | Интенсивное использование пашни связано с использованием элементов агроландшафта и защиты окружающей среды для получения экологически чистой продукции. Значительная часть пашни залужена | Широкое применение промышленных средств и мероприятия по защите почв от эрозии и дефляции. Сочетание промышленных средств с почвозащитными мероприятиями при возрастающей роли биологических и агротехнических приемов |

Примитивная система земледелия. Это первые системы земледелия, когда использовалось природное плодородие почвы. При этих системах земледелия в обработке находилось более одной четверти пахотно-пригодной земли и по мере снижения урожаев земледелец переходил на новый участок.

Экстенсивные системы земледелия. Посевы зерновых культур стали занимать более половины обрабатываемой площади. Плодородие почвы восстанавливалось в паровом поле, которое удобрялось навозом и несколько раз в течение лета обрабатывалось в борьбе с сорняками.

Переходные системы земледелия. В этих системах стали больше применять органические и минеральные удобрения, уменьшились площади

под чистыми парами, увеличились площади под пропашными культурами. Всё это дало основание для перехода к интенсивным системам земледелия.

Интенсивные системы земледелия. На смену переходным системам земледелия пришли интенсивные плодосменные. Признаками интенсивной системы земледелия является: отсутствие чистого пара, наличие бобовых и пропашных культур и обязательное их чередование с зерновыми культурами, использование высоких доз удобрений, особенно минеральных, строгое соблюдение законов земледелия и научно обоснованной обработки почвы.

Современные системы земледелия. В их основе научно-обоснованная структура посевных площадей, система севооборотов с культурами и сортами интенсивного типа, экологически чистая технология их возделывания с широким использованием новейшей «умной» техники, научно обоснованных систем удобрения, обработки и защиты почвы от эрозии и дефляции, интегрированной защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, системы воспроизводства плодородия почвы и защиты окружающей среды.

Земледелие как наука изучает вопросы повышения плодородия почв, взаимодействия почвы и растения, обеспечение условий для получения высоких устойчивых урожаев методами механического, биологического и химического воздействия на почву, защита ее от эрозии, посевов от болезней, вредителей, сорняков и неблагоприятных условий (засух, суховеев, заморозков). Земледелие неразрывно связано с другими разделами агрономии – растениеводство, агрохимия, агрофизика, селекция и семеноводство, с.-х. фитопатология и энтомология, с.-х. мелиорация, с.-х. метеорология, землеустройство.

Научные основы земледелия получили интенсивное развитие с 18 века. Они связаны с работами А. Юнга (Великобритания), А. Тэера, Ю. Либиха (Германия), Ж. П. Буссенго (Франция) и др. учёных, отечественные исследователи: М.В. Ломоносов, А. Т. Болатов, И. М. Комов, М. Г. Павлов, открыли законы «возврата питательных веществ», «минимума, оптимума, максимума», незаменимости факторов, теория минерального питания растений.

Во второй половине 19 века и в начале 20 века большой вклад в развитие научного земледелия внесли русские и советские учёные: И. А. Стебут, А.Н. Энгельгардт, П.А. Костычев, В.В. Докучаев, К.А. Тимирязев, В.Р. Вильямс, Н.М. Тулайков, А.Г. Дояренко, Д.Н. Прянишников и др. Их трудами была создана наука о почве, разработаны научные принципы высокопродуктивного земледелия в разнообразных природных условиях и предложены конкретные рекомендации по повышению плодородия почв и их рациональному использованию.

На современном уровне развития агрономических наук земледелие можно определять как науку, разрабатывающую способы наиболее разумного использования пахотной земли и повышение эффективного плодородия почвы. Методы повышения плодородия почвы делятся на

физические, химические и биологические. Химические условия и способы активного повышения плодородия почвы с помощью удобрений подробно изучаются в агрохимии. Земледелие изучает и разрабатывает преимущественно физические (приемы и системы механической обработки почвы) и биологические (растения, микроорганизмы, севооборот и т. д.) методы воздействия на почву.

Как составная часть агрономического учения наука земледелие опирается на почвоведение, физиологию растений, микробиологию, метеорологию, физику, химические дисциплины, учения о сельскохозяйственных орудиях и машинах. С другой стороны, земледелие служит фундаментом для всех растениеводческих дисциплин и специальных отраслей экономических наук. Учитывая достижения практики и ее запросы, состояние степени наук, исследователь через гипотезу идёт к эксперименту. После научного обобщения и производственной проверки разработанные приемы внедряются в производство.

При исследованиях в земледелии применяется главным образом полевой опыт, который дает возможность изучать поведение растений в зависимости от тех или иных приёмов изменения почвенных условий. Для выявления закономерностей взаимодействия растений с почвой и атмосферой и для изучения процессов, происходящих в почве, применяют вегетационный, лабораторно-полевой и лабораторные опыты.

Курс земледелия состоит из следующих разделов [1, 2]:

1. Научные основы земледелия;
2. Плодородие почвы, пути его сохранения и повышения;
3. Севообороты;
4. Сорные растения и борьба с ними;
5. Обработка почвы;
6. Система защиты почв от эрозии и дефляции;
7. Особенности земледелия в основных природно-экологических зонах страны или края.

1.3 Севообороты в интенсивном земледелии

1.3.1 Севообороты и бессменные посевы.

Основы чередования культур в севообороте

Севооборотом называют научно-обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и размещении на полях. Основные задачи севооборота: повышение плодородия почвы и рациональное использование элементов питания; увеличение урожая и повышение качества продукции растениеводства; уменьшение засоренности полей, поражаемости растений болезнями и вредителями.

Структуру посевных площадей разрабатывают в хозяйствах на основе перспективных планов развития с учетом почвенно-климатических условий.

Непременное условие севооборота – чередование культур. Период в течение которого культуры и пар проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота, называют *ротацией севооборота*.

Если культуру длительное время возделывают на одном и том же поле, то ее называют *бессменной*. Бессменные посевы ведут к снижению урожаев сельскохозяйственных культур.

Академик Прянишников выделил четыре причины повышения урожайности сельскохозяйственных культур при правильном их чередовании в севообороте: химического, физического, биологического и экономического порядков.

Причины химического порядка заключаются в том, что разные группы сельскохозяйственных растений обладают неодинаковым выносом питательных веществ и различной способностью к их усвоению.

Физические причины характеризуются различной требовательностью культур к рыхлости пахотного слоя, состоянию его вводно-воздушного режима и неодинаковым влиянием возделываемых культур на плотность, структуру и строение данного слоя.

Биологическая необходимость чередования культур вызвана их различным отношением к сорнякам, вредителям и болезням.

Причины экономического порядка. Для более производительного использования техники и рабочей силы в севооборотах целесообразно выращивать растения различных сроков сева и уборки. Экономически выгодно специализировать севообороты, то есть максимально увеличить в них долю ведущих культур. В таких севооборотах зерновые могут занимать 60 – 80 % площади, хлопчатник 75 – 80 %, сахарная свекла – 20 %, картофель 30 – 40 %.

1.3.2. Предшественники основных полевых культур

Культуру или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году, называют *предшественником*. Предшественники можно объединить в несколько групп: 1 – чистые пары; 2 – многолетние травы; 3 – зернобобовые; 4 – пропашные; 5 – технические непропашные (лен); 6 – озимые зерновые; 7 – яровые зерновые; 8 – однолетние травы. Предшественники делят на отличные, хорошие и плохие. К отличным относят чистые пары и многолетние бобовые травы.

Чистые пары помогают накопить влагу для озимых, очистить почву от сорняков, болезней и вредителей, увеличить запасы питательных веществ.

Многолетние бобовые травы – клевер, люцерна, эспарцет обогащают почву азотом и органическими веществами, улучшают ее структуру.

Пропашные культуры – свекла, кукуруза, картофель – способствуют очищению почвы от сорняков при междурядных обработках, повышают микробиологическую активность почвы. Они служат хорошими предшественниками для всех яровых зерновых и льна.

Зернобобовые культуры – хороший предшественник для всех яровых и озимых культур. Однолетние бобовые травы, убираемые на зеленый корм и сено, - хорошие предшественники для озимых культур.

Поля с плохими предшественниками (подсолнечник) отводят под чистый пар.

1.3.3. Классификация севооборотов

По видам продукции (зерно, кормовые, овощные культуры) севообороты разделяют на три типа: полевые, кормовые и специальные.

Полевой севооборот – это севооборот, в котором более половины всей площади отводится под зерновые, остальная половина – под картофель и технические полевые культуры.

В **кормовых севооборотах** более половины всей площади занимают кормовые культуры. В зависимости от места расположения и состава культур делятся на *прифермские* и *сенокоснопастбищные*.

В **специальных севооборотах** возделывают культуры, требующие специальных условий и агротехники – овощные, бахчевые, табак.

Тип севооборота определяют по главному виду растениеводческой продукции, вид севооборота – по соотношению паров и сельскохозяйственных культур, принадлежащих к различным группам по технологии возделывания и воздействию на плодородие почвы.

Зернопаровые севообороты: 1 – чистый пар; 2 – яровая или озимая пшеница; 3 – яровая или озимая пшеница; 4 – ячмень, овес.

Зернопропашные севообороты: 1 – чистый пар; 2 – зерновые; 3 – пропашные; 5 – зерновые.

1.3.4. Книга истории полей севооборота и агропаспорт

Книга истории полей севооборота – агропроизводственный документ, отражающий историю каждого поля и уровень культуры земледелия в хозяйстве. Все записи вносят на основании первичного учета работ в подразделении. Ответственность за правильность и своевременность занесения возложена на главного агронома.

Книга истории полей севооборота помогает более рационально использовать пашню, определять экономическую эффективность агротехнических и других мероприятий. Данные, записанные в ней, служат дополнительным материалом для установления технически обоснованных норм выработки и оплаты труда.

1.3.5. Экономическая оценка севооборотов

При экономической оценке севооборотов сравнивают и оценивают не только отдельные культуры, но и различные структуры площадей. Это необходимо для того, чтобы выбрать наиболее выгодное сочетание культур.

При этом выход продукции подсчитывают в объемной массе, в стоимости выращивания, в кормовых единицах, в количестве переваримого протеина. После этого определяют выход кормовых единиц и протеина с одного гектара пашни в севообороте.

Для кормовых севооборотов выход продукции считается хорошим при получении 5 - 6 т/га кормовых единиц, для полевых – 2,5 - 3 т/га кормовых единиц.

1.4 Биологические потребности и факторы роста растений

Растения во время роста и развития предъявляют определенные требования к окружающим условиям, так как находятся в тесном взаимодействии и взаимосвязи с внешней средой. Несоответствие этих условий потребностям растительного организма может привести к ослаблению и даже гибели растения и, наоборот, полное удовлетворение этих потребностей обеспечивает хороший рост и развитие [2].

Для жизни растений необходимы свет, тепло, воздух, вода и питательные вещества. Эти факторы требуются в разных количествах и соотношениях [2]. В полевых условиях свет и тепло растения получают от солнца, а воду, питательные элементы и воздух – из атмосферы и почвы. Используя различные агротехнические приемы, человек может в той или иной мере регулировать эти факторы, особенно водный, воздушный и питательный режимы, приспособляя их к требованиям выращиваемых культур (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Классификация факторов, определяющих рост, развитие растений, урожай и его качество [1]

| Нерегулируемые | Частично регулируемые | Регулируемые |
|---|---|---|
| Продолжительность без морозного периода Весенне-летний возврат заморозков Напряженность инсоляции по месяцам Сумма активных температур Скорость ветра Относительная влажность воздуха Сумма осадков Распределение осадков по месяцам | Распределение снега по полю Влажность почвы Влажность воздуха в фитоценозе Водная и ветровая эрозия Гумусированность почвы Реакция почвенного раствора Емкость поглощения почвенного поглощающего | Культура Сорт Засоренность посева Поражение растений болезнями Повреждение вредителями Обеспеченность элементами питания: азотом, фосфором, калием, микроэлементами pH почвы (известкование, |

| | | |
|--|--|---|
| Интенсивность осадков Град Зимняя температура воздуха Толщина снежного покрова и продолжительность периода, когда земля покрыта снегом Рельеф Гранулометрический состав почвы | комплекса Микробиологическая активность почвы Уровень обеспеченности элементами питания | гипсование) Аэрация почвы (основная, предпосевная обработка, уход) |
|--|--|---|

Потребность растений в элементах питания зависит от биологических особенностей самого растения и условий внешней среды. Потребность различных культур в питательных веществах в современных технологиях возделывания обеспечивается прежде всего за счёт использования минеральных и органических удобрений [3]. При разработке системы удобрения должны быть учтены биологические особенности питания и развития отдельных культур, которые зависят от наследственной природы растения. Важнейшим фактором при определении потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях является размер выноса питательных веществ из почвы с урожаем. Показатели выноса и максимального потребления зависят от особенностей биологии культуры. В таблице 1.3 приведены данные по выносу питательных веществ из почвы различными сельскохозяйственными культурами [1].

Таблица 1.3 – Максимальное потребление и вынос элементов питания на 1 т основной продукции и соответствующее количество прочей органической массы, кг

| Культура | Вид продукции | Максимальное потребление | | | Вынос | | |
|----------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Ячмень | Зерно | 30 | 11 | 20 | 26 | 9 | 15 |
| Рожь озимая | Зерно | 31 | 14 | 26 | 26 | 11 | 20 |
| Овес | Зерно | 33 | 14 | 29 | 27 | 11 | 22 |
| Кукуруза | Зерно | 34 | 12 | 37 | 28 | 10 | 26 |
| Пшеница озимая | Зерно | 35 | 13 | 23 | 30 | 9 | 15 |
| Пшеница яровая | Зерно | 42 | 12 | 30 | 35 | 10 | 17 |
| Горох полевой | Семена | 56 | 23 | 26 | 45 | 20 | 17 |
| Фасоль | Семена | 66 | 25 | 40 | 53 | 22 | 29 |

| | | | | | | | |
|-----------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Чечевица | Семена | 70 | 23 | 38 | 59 | 20 | 28 |
| Соя | Семена | 82 | 26 | 47 | 72 | 23 | 38 |
| Клевер луговой | Сено | 31 | 9 | 22 | 22 | 5 | 16 |
| Люцерна | Сено | 39 | 10 | 24 | 26 | 5 | 14 |
| Кукуруза | Силос | 3,6 | 1 | 3,8 | 3,2 | 0,8 | 3 |
| Картофель | Клубни | 6,2 | 2 | 8 | 5 | 1,5 | 6 |
| Подсолнечник | Семена | 60 | 26 | 186 | 50 | 22 | 160 |
| Сахарная свекла | Корнеплоды | 5,9 | 1,8 | 7,5 | 5,1 | 1,6 | 7 |
| Морковь | Корнеплоды | 3,2 | 1 | 5 | 2,4 | 0,7 | 3,3 |

Общим для всех культур является наличие двух периодов в процессе питания: критического и максимального поглощения элементов питания. Под критическим понимается такой период, когда потребность в питательных веществах небольшая, но их отсутствие или избыток отрицательно сказываются на росте и развитии растений и в конечном итоге на урожае. Внесение удобрений в более поздние сроки не может поправить положение [3]. Показатели выноса определяют в период уборки урожая, а максимальное потребление – в фазе наибольшего накопления сухого вещества и элементов питания.

Большинство сельскохозяйственных культур потребляют (выносят) из почвы больше азота N, меньше калия (в виде оксида K_2O) и ещё меньше фосфора (в виде оксида P_2O_5). Однако, у таких культур, как подсолнечник, сахарная свекла, овощи вынос калия может превышать вынос азота. Например, на формирование 1 т зерна озимой пшеницы и соответствующего количества прочей органической массы растения потребляют до 35 кг азота, 13 кг оксида фосфора P_2O_5 и 23 кг оксида калия K_2O . Для подсолнечника эти показатели соответственно составляют – 60, 26 и 186 кг.

1.5 Удобрения в интенсивном растениеводстве

1.5.1 Агрохимическая служба в Российской Федерации

Агрохимия – наука о питании растений и способах использования удобрений для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Внесение различных удобрений в севообороте с учетом предшественников, плодородия почвы, климатических условий, биологических особенностей растений и сортов – важная составляющая часть интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

ФГБУ «Росагрохимслужба» (<https://ahsr.ru/>) – государственная структура, цель которой обеспечить научно обоснованное и рациональное применение агрохимических средств на землях сельскохозяйственного

назначения. Службой проводятся агрохимические, токсикологические, иные обследования земель в рамках государственных программ развития сельского хозяйства и эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения для государственного учета показателей и формирования баз данных.

Основные задачи агрослужбы: текущий контроль за плодородием почвы; проверка качества поставляемых удобрений; проведение полевых опытов с удобрениями и анализ их эффективности; проведение массовых анализов почвы и составление агрохимических картограмм; изучение баланса элементов питания и контроль экологической обстановки.

Применение удобрений, известкование и гипсование изменяют свойства почвы, поэтому агрохимические картограммы корректируют через каждые четыре-пять лет. Картограммы составляют по реакции почвенного раствора, содержанию в нем подвижных форм фосфора и калия. Рекомендации по применению удобрений разрабатывают исходя из конкретных условий каждого поля севооборота, предшественников, агротехнических приемов, культуры и сорта, метеорологических условий.

1.5.2. Теоретические основы питания растений и виды удобрений

Ткани растений состоят из воды и сухого вещества, включающего органические и минеральные соединения. В состав растений входит свыше 74 химических элементов. Для жизни растений крайне необходимы 16 элементов. Азот, фосфор, калий, кальций, сера и железо содержатся в растениях в значительных количествах (от нескольких процентов до сотых долей процента сухой массы). Они представляют группу **макроэлементов**. Наличие бора, марганца, молибдена, меди, цинка и кобальта в растениях невелико и составляет тысячные и стотысячные доли процента. Это **микроэлементы**.

Рациональное применение органических и минеральных удобрений занимает одно из важных мест в системе агротехнических мероприятий, направленных на повышение урожаев сельскохозяйственных культур и плодородия почв.

Доза удобрения – это количество действующего вещества удобрения, вносимого на гектар пашни за один прием. Дозы удобрений зависят от планируемой урожайности, биологических особенностей культур, содержания подвижных элементов в почве, способов и сроков внесения [4].

Норма удобрения – это количество удобрения, вносимого на гектар пашни под культуру за весь период ее выращивания.

В сельскохозяйственном производстве используются следующие группы удобрений:

- *органические;*
- *бактериальные;*
- *минеральные;*
- *косвенные (известь, гипс);*

- *микроудобрения.*

К **органическим удобрениям** относятся навоз, навозная жижа, различные растительные компосты, органические отходы производства, а также зеленые (сидеральные) удобрения.

Органические удобрения содержат основные элементы питания растений и большое количество микроэлементов способствующих улучшению структуры почвы.

Норма внесения удобрений (в зависимости от вида удобрений) составляет 10 – 40 т/га.

Действие органических удобрений на урожай культур сказывается в течении 3 – 4 лет и более.

Бактериальными удобрениями называют препараты почвенных микроорганизмов, способные улучшать питание сельскохозяйственных растений. В почву вносят определенные расы микроорганизмов, благодаря деятельности которых улучшается пищевой режим почвы.

Наиболее распространенными бактериальными препаратами являются нитралгин (клубеньковые бактерии); азотбактерин (свободные азотфиксирующие бактерии); фосфобактерин; АМБ (комбинированный препарат и другие.

К **минеральным удобрениям** относятся вещества минерального происхождения. Они обеспечивают растения элементами питания, улучшают физико-механические свойства почвы.

Минеральные удобрения подразделяются на:

А) *азотные:*

- нитратные (различные виды селитры);
- аммиачные (сульфат аммония и хлористый аммоний) и другие.

Норма внесения составляет 30–60 кг действующего вещества на гектар.

Содержание действующего вещества в конкретном удобрении берут из сертификата качества, с маркировки на упаковке, из ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ или ТУ на удобрение, а также из справочного материала или определяют в агрохимической лаборатории, химическим способом.

Под влиянием азота хорошо развивается вегетативная масса, повышается энергия кущения и содержание белка в зерне.

Б) *фосфорные удобрения* (суперфосфаты, фосфорная мука, костная мука и др.)

Фосфорные удобрения оказывают положительное действие на зимостойкость озимых, повышают сахаристость свеклы, увеличивают количество крахмала в картофеле и зерновых.

В) *калийные удобрения* способствуют быстрому накоплению углеводов у свеклы и картофеля, увеличению устойчивости к полеганию зерновых культур, повышают крепость волокна у технических культур (лен).

Основные удобрения этого вида: калийная соль, хлористый калий, карналлит, зола. Дозы внесения 30–45 кг/га.

Микроудобрения – удобрения содержащие такие микроэлементы как бор, марганец, молибден, медь, необходимые растениям в малых дозах.

Косвенные удобрения (известь, гипс) служат для обеспечения необходимой кислотно-щелочной реакции почвы (рН).

Известкование проводят для снижения кислотности, гипсование – для нейтрализации щелочности почвы.

Зависимость между производством зерна и использованием минеральных удобрений хорошо прослеживается на примере России, где в 90-е годы XX века произошло резкое снижение применения минеральных удобрений и плодородия почв.

Таблица 1.4 – Применение минеральных удобрений и производство зерна в России (в среднем за год, Попов, 1999)

(<https://universityagro.ru/%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/>)

| Показатель | 1986-1990 гг | 1995-1997 гг | 1998 гг |
|----------------------------------|--------------|--------------|---------|
| Поставлено минеральных удобрений | | | |
| - млн т д.в. | 12,8 | 1,6 | 1,0 |
| - кг/га пашни | 99 | 12 | 8 |
| Валовой сбор зерна, млн т | 104 | 72 | 48 |
| Урожайность зерновых, т/га | 1,59 | 1,35 | 0,95 |

Согласно данным полевых опытов агрохимической службы России, прибавка урожая от применения минеральных удобрений составляет: озимой пшеницы – 0,49-1,27 т/га; озимой ржи – 0,48-1,08 т/га; ярового ячменя – 0,32-1,29 т/га; кукурузы (зерно) – 0,65-2 т/га; картофеля – 4,9-9,1 т/га; сахарной свеклы – 5-14,4 т/га; кукурузы на силос – 2,3-18,1 т/га; естественных трав на сено – 0,6-3 т/га.

Интенсификация земледелия приводит к дальнейшему росту урожаев, ускоряет вынос питательных веществ из почвы и минерализацию гумуса. Регулирование этих процессов становится возможным с помощью внесения удобрений. В 80-е годы XX века примерно 60% питательных веществ вносилось в почву с минеральными удобрениями, а применение органических удобрений составляло свыше 4 т на 1 га в год. В 90-е годы внесение органических удобрений снизилось более чем в 5 раз, а минеральных – в 10 раз. Дефицит гумуса составил 0,52 т на 1 га пашни, потребность в навозе для покрытия дефицита составила 6,5 т/га.

Прирост урожайности культур на 50% определяется удобрениями, остальные 50% приходятся на другие факторы. Согласно исследований, проведенных в США, рост урожайности в послевоенные годы в США был на 41% за счет минеральных удобрений, на 15-20% — гербицидов и химических средств защиты растений, 15% — агротехники, 8% — гибридных семян, 5% – ирригации, 11-18% – прочих факторов.

Согласно обобщенным данным академика РАСХН В.Ф. Ладонина (1999), урожайность зерновых культур во второй половине XX века в мире увеличилась в 2,5 раза, в среднем на 2,1% в год. Это увеличение происходило благодаря интенсификации земледелия за счёт увеличения объёмов вносимых удобрений.

1.5.3 Расчёт нормы и доз внесения минеральных удобрений

Нормативы затрат удобрений на единицу урожая зерновых культур для различных природных зон, разработанные ВНИИА, представлены в таблице 1.5 [4].

Таблица 1.5 – Расход минеральных удобрений (кг д. в.) на получение 1 ц зерна (Сычёв В.Г., 2000 г.)

| Зона | Северо-Кавказский регион | | |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| <i>Озимая пшеница</i> | | | |
| Лесостепная | 2,3 | 2,3 | 1,2 |
| Степная | 1,6 | 1,8 | 1,1 |
| Сухостепная | 1,7 | 1,8 | 1,2 |
| <i>Кукуруза и зерно</i> | | | |
| Лесостепная | 1,5 | 1,3 | 1,2 |
| Степная | 1,4 | 1,5 | 1,0 |

Таблица 1.6 – Примерные поправочные коэффициенты К к агрохимическим свойствам почв

| Содержание подвижных форм питательных веществ | Фосфор | Калий |
|---|--------|-------|
| Повышенное | 0,7 | 0,8 |
| Высокое | 0,5 | 0,6 |
| Очень высокое | 0,3 | 0,3 |

Для предотвращения загрязнения окружающей среды нитратами дозы азотных удобрений не должны превышать максимально допустимых, приведенных, в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Максимальные дозы азота и получаемые урожаи сельскохозяйственных культур

| Зона | Предельно допустимая годовая доза азота, кг/га (д. в.) | Урожайность, ц/га |
|---|--|-------------------|
| <i>Озимая пшеница (без орошения)</i> | | |
| Лесостепная и предгорная | 155 | 60 |
| Степная | 90 | 50 |
| Сухостепная | 85 | 45 |
| <i>Озимая пшеница (при орошении)</i> | | |
| По всем природным зонам | 170 | 70 |
| <i>Кукуруза на зерно</i> | | |
| Лесостепная | 140 | 80 |
| Степная | 110 | 70 |
| <i>Кукуруза на зерно (при орошении)</i> | | |
| По всем природным зонам | 180 | 100 |
| <i>Рис</i> | | |
| По всем природным зонам | 160 | 60 |
| <i>Сахарная свекла (без орошения)</i> | | |
| По всем природным зонам | 140 | 500 |
| <i>Картофель (без орошения)</i> | | |
| Горная зона | 110 | 250 |
| <i>Картофель (при орошении)</i> | | |
| По всем природным зонам | 140 | 350 |

При использовании нормативов затрат удобрений на единицу урожая, дозу рассчитывают по формуле:

$$Д = У_{п} \cdot Н \cdot К, \quad (1.1)$$

где: Д – доза N, P₂O₅, K₂O для получения планируемой урожайности (д.в., кг/га);

У_п – планируемая урожайность, т/га;

Н – нормативы затрат удобрений на единицу урожая, д.в., кг/т;

К – поправочный коэффициент на содержание подвижных форм фосфора и калия в почвах (табл. 1.6).

Если расчетная доза азота на планируемую урожайность больше максимальной экологически безопасной, то под культуру применяют регламентированную дозу азотных удобрений. Дозу азота для озимых зерновых, злаковых многолетних трав и других культур уточняют по результатам комплексной (почвенной, растительной и метеорологической) диагностики питания растений.

Пересчет действующего вещества удобрения в физическую массу удобрения проводится по формуле:

$$D_{\phi} = \frac{D_{д.в.} \times 100}{K_{\phi}}, \quad (1.2)$$

где D_{ϕ} – доза удобрения в физическом весе, г/м²; $D_{д.в.}$ – доза удобрения в действующем веществе, г/м²,

K_{ϕ} – содержание действующего вещества в применяемом удобрении, %.

Например, необходимо внести 10 г азота на 1 м². Есть два удобрения: карбамид (46% N) и аммиачная селитра (34% N). Необходимо взять примерно 22 г карбамида ($10 \times 100 : 46 = 21,7$) или 29 г аммиачной селитры ($10 \times 100 : 34 = 29,4$).

Иногда бывает необходимо провести обратный пересчет, т.е. определить, сколько поступит в почву азота, если внесем 20 г карбамида или аммиачной селитры. Пересчет проводится по формуле:

$$D_{д.в.} = \frac{D_{\phi} \times K_{\phi}}{100}, \quad (1.3)$$

При внесении 20 г карбамида в почву поступит примерно 9 г азота ($20 \times 46 : 100 = 9,2$ г), 20 г аммиачной селитры – 7 г ($20 \times 34 : 100 = 6,8$ г).

Состав и свойства серийно выпускаемых промышленностью минеральных удобрений представлены в приложении А.

1.5.4 Способы внесения удобрений

Различают следующие **способы внесения удобрений**:

- **предпосевной или основной** (перед вспашкой или предпосевной культивацией);

- **припосевной** (одновременно при посеве или посадке)

- **подкормка** – проводится в различные периоды развития растений.

Любая **технология внесения удобрений** начинается с их подготовки (освобождение от мешкотары, измельчение слежавшихся удобрений, приготовление смесей, растворов и т.п.).

Выделяют три основные технологические схемы внесения удобрений:

- **прямоточная** – включает следующие операции: погрузка в разбрасыватели, транспортировка на поле, разбрасывание и заделка в почву;

- **перезрузочная** – погрузка в транспортные средства (автомобили, тракторные прицепы, перегружатели, загрузчики), транспортировка на поле, перегрузка в разбрасыватели, разбрасывание и заделка в почву;

- **перевалочная** – погрузка в транспортные средства, транспортировка к месту внесения, выгрузка в бурты или кучи, хранение, погрузка в разбрасыватели, разбрасывание и заделка в почву.

Каждому способу и технологии внесения соответствует определенный комплекс машинно-тракторных агрегатов. Выбор той или иной схемы

внесения удобрений определяется производственными условиями, расстоянием перевозки, обеспеченностью техникой, сроками выполнения работ и т.д.

1.5.5 Агротехнические требования к внесению органических и минеральных удобрений

Минеральные удобрения вносят в почву в сухом и сыпучем состоянии. Слежавшиеся удобрения перед применением измельчают и просеивают. Минеральные удобрения равномерно распределяют по поверхности поля. При внесении удобрений необходимо выдерживать заданную норму и равномерность распределения по площади поля:

- отклонение фактической дозы органических и минеральных удобрений от заданной допускается не более $\pm 5\%$;
- неравномерность распределения минеральных удобрений допускается не более $\pm 15\%$, органических – не более $\pm 25\%$;
- необработанные поворотные полосы и пропуски не допускаются;
- время между внесением удобрений и их заделкой не должно превышать 12 часов.

1.5.6. Мероприятия по защите окружающей среды

Повышенные дозы внесения удобрений, нарушение технологии их внесения отрицательно воздействуют на окружающую среду.

Доставленные на поля удобрения используют в тот же день. Удобрения насыпают только на водонепроницаемую подстилку (брезент, полиэтилен) и тщательно укрывают.

Азотные удобрения применяют в строгом соответствии с продолжительностью вегетационного периода культуры и по возможности переходят к дробному их внесению. Концентрация нитратов в природных водах не должна превышать установленные нормы. Проводят мероприятия по предотвращению водной эрозии.

Отходы промышленного животноводства в основном используют в качестве органических удобрений. Навоз (особенно бесподстилочный) не должен накапливаться в количествах, превышающих возможность своевременного его применения.

1.6 Сорная растительность и методы борьбы с ней

1.6.1 Вред от сорных растений

Сорные растения (сорняки) – это дикорастущие растения, самопроизвольно поселяющиеся в посевах культурных растений и наносящие им вред. Культурные растения других видов и сортов, которые встречаются в посевах сельскохозяйственных культур, называются

засорителями. Сорняки на полях и в садах конкурируют с полезными культурами за питательные вещества и пространство [5].

Виды сорняков, предпочитающие постоянно обрабатываемые земли и хорошо приспособившиеся к посевам сельскохозяйственных культур, составляют группу сорнополевой растительности. Наиболее вредоносными в Росовской области сорняками, с которыми земледельцу больше всего приходится бороться, являются овсюги, осот, березка, сурепка и волжский гулявник. Местами сильно вредят посевам также молочай и донник. Семена большинства этих сорняков являются обычной примесью плохо очищенного зерна хлебных злаковых культур.

Сорняки приносят культурным растениям большой вред. Экономический ущерб от сорняков превосходит потери от вредных насекомых, болезней, градобития вместе взятых. Статистический анализ показал, что увеличение массы сорняков в расчете на 1 г/м² сухого вещества снижает урожайность зерна яровой пшеницы на 0,09 ц/га, соломы – на 0,15 ц/га. Так, при массе сорняков 4 г/м² выход соломы составил 23, а зерна – 14 ц/га, а при 64 г/м² соответственно 10 и 6 ц/га [2].

Отнимая воду у культурных растений, сорняки становятся сильными союзниками и помощниками засухи, особенно в южных степных районах. При этом сорняки лучше приспособлены к местным условиям, многие из них растут быстрее культурных растений, имеют более мощно развитую корневую систему, поэтому потребляют почвенной влаги и питательных веществ гораздо больше, чем культурные растения. Например, по данным Ставропольской опытной станции, на поле озимой пшеницы влажность почвы в слое 0–50 см равнялась 15,8 %, где было много бодяка розового и осота полевого, а на чистом от сорняков участке 18,4 %. Дефицит продуктивной влаги после многолетних сорняков может равняться дефициту после глубоко иссушающих культур – подсолнечника, люцерны, сахарной свеклы, т. е. 270–300 мм в слое 0–300 см.

Исследования, проведенные Д. С. Васильевым (1957) в Краснодарском крае показали, что при наличии на 1 м² 25 шт. амброзии полыннолистной из почвы выносятся 83 кг азота, 18 кг фосфора и 60 кг калия, что равно выносу озимой пшеницы при урожае 22–25 ц/га. Вынос азота бодяком розовым еще больше, достигая 138 кг/га. Такой сравнительно менее вредоносный сорняк, как горчица полевая поглощает из почвы в 2 раза больше азота и фосфора и в 4 раза больше калия, чем хорошо развитые растения овса.

Сорняки затрудняют уборку урожая и увеличивают потери при уборке. Засоренность поля на 35 % снижает производительность работы комбайнов на 25,7 %. Зерно, убранное с засоренного поля, требует особого ухода, быстрой очистки и просушки, иначе повышается влажность массы, а это ведет к быстрому нагреванию и порче зерна, а также способствует размножению амбарных вредителей.

Около половины или больше обработок почвы обусловлено необходимостью борьбы с сорняками. Приходится покупать специальные

машины, оборудование, гербициды. А это приводит к повышению стоимости получаемой продукции.

Также сорняки являются очагами распространения и развития вредителей и болезней культурных растений. Сорняки своими биологически активными веществами, выделяемыми при их жизни или при отмирании через продукты разложения, могут значительно угнетать культурные растения. Эти вещества, выделяемые высшими растениями и тормозящие рост других растений, называют коликами, а продукты разложения – маразминами. В листьях полыни горькой содержится абсентин – вещество, легко вымываемое дождевой водой и сильно угнетающее растущие рядом растения. Выделения корней бодяка розового и вьюнка полевого вызывают понижение всхожести и задержку роста корней у пшеницы и льна, гречихи, проса. Экстракт корней горчача ползучего сильно угнетает рост и развитие проростков пшеницы, кукурузы, овса, ячменя, сои.

1.6.2 Классификация сорных растений

Классификация осуществлена на основе биологических признаков, так как это способствует организации более эффективной борьбы с сорняками. В основу этой классификации положены: способ питания растений, продолжительность жизни и способ размножения (рис. 1.1) [2, 5].

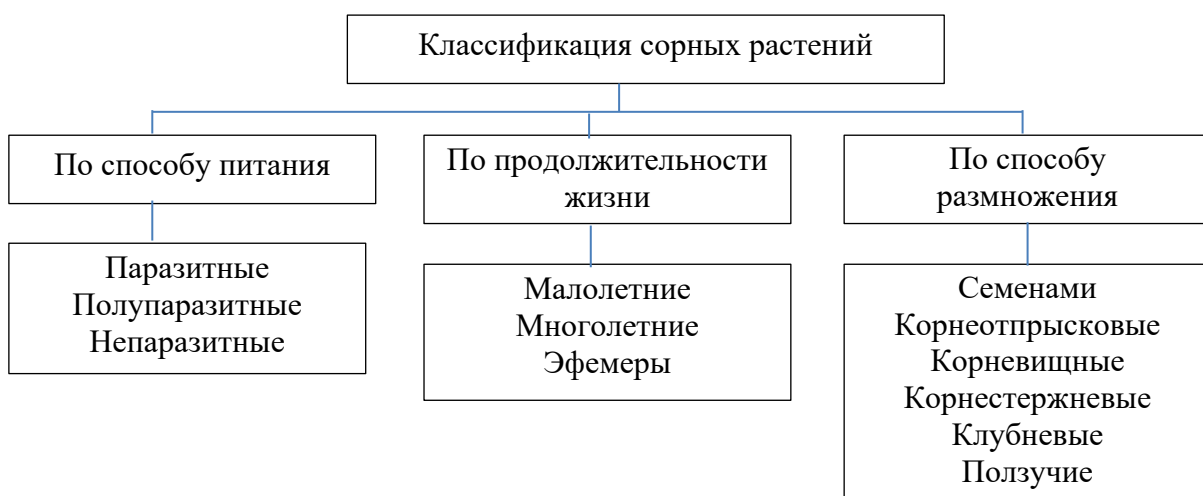


Рисунок 1.1 – Классификация сорняков

К *паразитным* относятся такие сорные растения, которые не могут самостоятельно синтезировать органические вещества и питаются за счет растения-хозяина. В зависимости от места связи сорняков- паразитов с растением-хозяином различают стеблевые и корневые паразиты. *Полупаразитные* сорные растения при отсутствии растения-хозяина ведут себя как непаразитные, при наличии его – как паразитные. *Непаразитные* сорные растения представляют основную многочисленную группу, они самостоятельно синтезируют органические вещества.

У *малолетних* растений жизненный цикл продолжается 1–2 года. Они дают семена один раз и после этого отмирают. Размножаются исключительно семенами. У *многолетних* (поликаarpические) надземную часть побега ежегодно отмирает, но остаются жизнеспособными корни и вегетативные отростки (органы размножения), от которых на следующий год появляются новые побеги. Многолетние сорняки подразделяются на биологические группы по строению корневой системы, а также способу вегетативного размножения.

Эфемеры – растения с очень коротким периодом вегетации (несколько недель), за лето могут дать 2–3 поколения. Хорошо развиваются в сырых местах. Засоряют огороды, посевы хлебных злаков и многолетних трав. К ним относится мокрица, или звездчатка.

1.6.3 Способы борьбы с сорняками

При планировании мероприятий по борьбе с сорняками за основу берут их видовой состав, биологические особенности, состояние сорного растения (всходы, взрослое растение, семена, плоды, корневища, корневые отпрыски и т. д.). Существенное значение имеет степень засорения полей. Мероприятия по борьбе с сорняками делятся на *предупредительные* и *истребительные*.

Предупредительные мероприятия направлены на ликвидацию источников, очагов сорняков и устранение путей их распространения. К ним относят следующие мероприятия.

Противосорняковый карантин проводится с целью предупреждения завоза семян новых сорняков из других стран (внешний карантин) или распространения опасных сорняков из одних районов в другие (внутренний карантин). В группу сорняков внутреннего карантина включены амброзия полыннолистная, трех-раздельная и многолетняя, горчак ползучий (розовый), все виды повилики, подсолнечник сорный, паслен клювовидный, Каролинский и трехцветковый и др. К сорнякам внешнего карантина относятся амброзия приморская, бузинник пазушный, паслен линейно-лиственный и калифорнийский, подсолнечник реснитчатый и шероховатый. Посевной материал, в котором обнаруживают карантинные сорняки, не допускается к перевозке и к посеву. Очаги карантинных сорняков, при обнаружении на полях и других угодьях, немедленно уничтожают любыми средствами вместе с окружающими их культурными растениями.

Тщательная очистка посевного материала, тары и машин от семян сорных растений. Очистка семенного материала регламентируется ГОСТами.

Использование в качестве удобрения только перепревшего навоза. При заделке в почву свежего навоза, вместе с ним вносится большое количество семян сорных растений, количество которых часто достигает нескольких миллионов на гектар.

Обкашивание дорог, меж, канав, опушек леса, пустырей, мелиоративных каналов до начала цветения сорняков, чтобы исключить их обсеменение.

Скармливание скоту растительных отходов (мякина, солома, засоренные семенами сорняков) в измельченном и запаренном виде.

Обязательная очистка поливных вод при наличии в них семян сорняков.

Применение правильной обработки почвы в целях усиления роста культурных растений.

Своевременная и качественная уборка урожая предохраняет от массового осыпания созревших семян сорняков и засорения ими почвы.

Истребительные мероприятия направлены на очистку почвы от запасов семян сорняков и их вегетативных органов размножения и уничтожение сорных растений на полях и прилегающих к ним территориях (обочины дорог, полевые станы, берега оросительных каналов и т. д.). Здесь выделяют следующие меры борьбы: физические, механические, химические, биологические, фитоценоотические, экологические, организационные и комплексные.

Физические меры предусматривают уничтожение сорных растений, семенных и вегетативных органов их размножения путем изменения физического состояния среды их обитания или пребывания. Этого достигают с помощью огня, затопления засоренных посевов риса водой, осушение подтопляемых участков, покрытие поверхности почвы мульчирующими материалами, в качестве которых используют солому, солому, опилки, черную полиэтиленовую пленку и др.

Механические меры основаны на применении сельскохозяйственных орудий для обработки почвы, которые одновременно оказывают механическое воздействие на сорняки (подрезание, вычесывание, присыпание и др.). Сюда также относят ручную прополку, срезание, скашивание и т. д.

Химические меры основаны на использовании таких химических соединений (гербицидов), которые уничтожают сорные растения, органы вегетативного размножения, плоды, семена, не повреждая сельскохозяйственные культуры.

Биологические меры основаны на использовании организмов или продуктов их жизнедеятельности для снижения численности отдельных, прежде всего наиболее вредоносных видов сорняков. Здесь часто используют насекомых, клещей, нематод, фитопатогенных микроорганизмов, вирусов, некоторых видов рыб для борьбы с нежелательной водной растительностью, птиц для уничтожения семян сорняков, а так же введение в севооборот культур, обладающих способностью подавлять отдельные сорные растения.

Экологические меры заключаются в изменении преимущественно почвенных условий в направлении соответствия требованиям культурных растений и отрицательного влияния на сорняки.

Организационные меры заключаются в реализации таких приемов, способов или видов работ, которые улучшают общее культурно-техническое состояние сельскохозяйственных угодий конкретно земельной территории или же косвенно содействуют этому. К организационным мерам относятся картирование сорных растений по угодьям, определение потенциальной засоренности почвы семенами, выбор маршрутов для прогона скота, урегулированная пастба скота, уничтожение сорняков у опор линий электропередач и т. д.

1.7 Обработка почвы

1.7.1 Задачи обработки почвы

Обработка почвы – механическое воздействие на нее рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий, обеспечивающее оптимальные условия для возделывания культур [6]. На обработку почвы расходуется около 40% энергетических и 25 % трудовых затрат от общего их количества при возделывании и уборке сельскохозяйственных культур.

Хорошо обработанный глубокий пахотный слой способствует созданию мощной корневой системы растений, благодаря чему они легче усваивают воду и питательные элементы. При обработке почвы происходят изменения в ее тепловом режиме и биохимических процессах.

Обработкой почвы решаются следующие основные задачи:

- борьба с сорной растительностью;
- заделка в почву пожнивных остатков, дернины, органических и минеральных удобрений;
- подготовка почвы для заделки в нее семян сельскохозяйственных растений;
- создание условий для появления всходов;
- систематический уход за растениями во время вегетаций.

Основные технологические процессы воздействия орудий на почву следующие: крошение, рыхление, уплотнение, перемешивание, оборачивание, выравнивание, создание микрорельефа.

- **рыхление** состоит в изменении взаимного расположения почвенных отдельностей с образованием более крупных пор. Оно способствует созданию рыхлого пахотного слоя. В уплотненной почве задерживается рост корней, развитие корне- и клубнеплодов. Рыхление улучшает водо- и воздухопроницаемость почвы, усиливается микробиологическая деятельность. Во взрыхленной почве быстрее разлагаются пожневные остатки, интенсивнее накапливаются элементы питания растений.

- при **крошении** происходит уменьшение размеров структурных почвенных отдельностей.

- **оборачивание** почвы состоит в перемешивании в вертикальном направлении слоев и горизонтов почвы. Оно выполняет задачу борьбы с сорной растительностью и вредителями сельскохозяйственных растений.

Оборачиванием почвы заделываются в нее пожнивные остатки растений, дернина, органические и минеральные удобрения.

- при **перемешивании** почвы изменяется взаимное расположение почвенных отдельностей и удобрений, обеспечивается однородное состояние обрабатываемого слоя. Перемешивание выполняется одновременно с рыхлением и оборачиванием.

- **уплотнение** почвы состоит в изменении взаимного расположения почвенных отдельностей с образованием более мелких пор. Проводится при предпосевной обработке почвы и после посева семян.

- **выравнивание** почвы боронами, волокушами или катками применяется для устранения неровностей поверхности почвы.

1.7.2 Приемы основной обработки почвы

Современное земледелие предлагает различные способы основной обработки почвы, в том числе традиционную отвальную вспашку на глубину более 18 см, чизелевание, дискование и плоскорезную обработку. Вспашке традиционно предшествует лущение. Осуществляют основную обработку почвы, как правило, летом или осенью предшествующего года.

До 30-х годов прошлого столетия система земледелия базировалась на ежегодной отвальной вспашке. По данным ВНИИ зернового хозяйства, 13-летняя отвальная обработка южного карбонатного чернозема сократила содержание гумуса на 10%, а 30-летняя – на 20%. Это явилось, кроме того, одной из причин интенсификации эрозийных процессов. Минимальная обработка, наоборот, способствовала накоплению органического вещества и предотвращению потерь плодородного слоя от водной и ветровой эрозии.

Новое направление в основной обработке почвы предложил Т.С.Мальцев (1971). Он рекомендовал чередовать мелкую обработку дисковыми лущильниками на глубину 10-12 см с глубокой (до 30-50 см) безотвальной один раз за ротацию севооборота.

Вспашка – прием обработки почвы, обеспечивающий оборачивание и рыхление слоя почвы, а также подрезание подземной части растений, заделку удобрений и пожнивных остатков. Выполняется различными плугами отличающимися между собой главным образом формой отвала – цилиндрической, винтовой, полувинтовой, культурной.

Вспашка почвы отвальными плугами – это самая энергозатратная операция, на которую расходуется до 15-20% всех энергозатрат на производство продукции. В зависимости от различных факторов (почвенный состав, состояние поля, засоренность, возможности хозяйства, личный подход агронома) вспашку производят ежегодно или один раз в несколько лет или за севооборот. Такой подход имеет большое применение в странах Западной Европы, Америки и находит сторонников в России. Один из главных технологических приёмов при вспашке заключается в сбрасывании на дно борозды верхнего слоя почвы вместе с пожнивными

остатками и извлечении на поверхность нижнего слоя. Технологическая схема вспашки плугами с различными отвалами показана на рисунке 1.2.

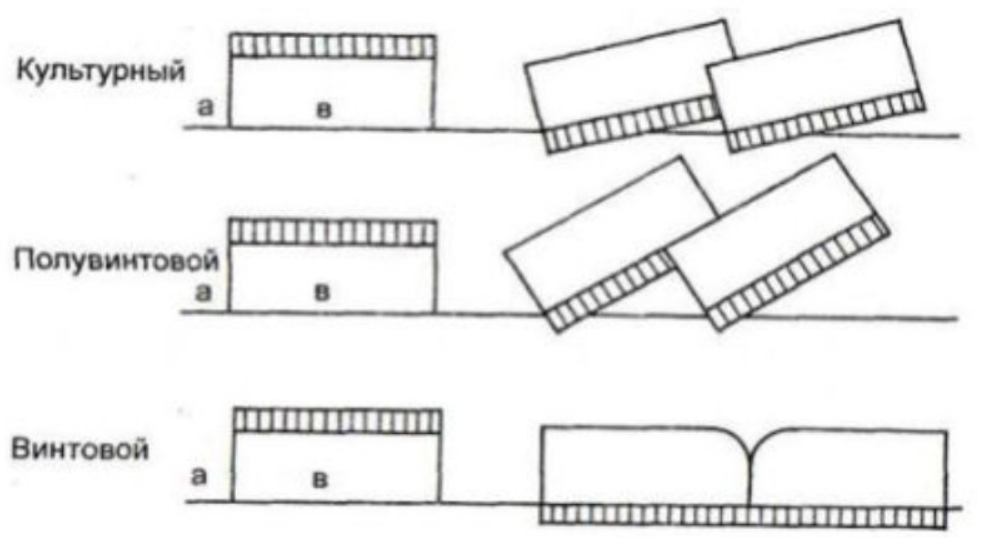


Рисунок 1.2 – Технологическая схема вспашки плугами с различными отвалами

Отличие состоит в степени оборачивания пласта. Качественная вспашка плугами с винтовыми отвалами является элементом энергосбережения ввиду уменьшения силовых усилий и расхода энергии на последующую обработку поля. Полный оборот пласта обеспечивает лишь винтовой отвал, который имеет рабочую поверхность винтового типа с криволинейной образующей и переменным шагом, что обеспечивает высокое качество работы.

В отличие от корпусов с цилиндрическими рабочими поверхностями, которые разрывают пласты и разбрасывают куски дернины в разные стороны, винтовые корпуса оборачивают пласты без разрывов, укладывая их дерниной вниз. При этом получают преимущества: качественный оборот пласта; лучше зарываются пожнивные остатки, корневая система предшественника, сорняки; не требуется дополнительных операций для их разработки; поверхность поля более качественная с ровными закрытыми бороздами.

Плуг с цилиндрическим отвалом хорошо крошит почву, но не оборачивает ее полностью. Плуг с винтовым отвалом делает полный оборот пласта, но зато слабо крошит почву. Плуги с полувинтовыми и культурными отвалами занимают промежуточное положение.

Культурная вспашка получается после плуга с предплужником. При этом хорошо заделывается стерня и корневые остатки, создается благоприятный водный, воздушный и пищевой режимы почвы. После такой вспашки поле становится более рыхлым, выровненным, без глыб, хорошо очищается от сорняков.

Для безотвальной вспашки применяют плуги с одними лемехами без отвалов.

Качество вспашки во многом зависит от сроков ее проведения. Лучше всего пахать так называемую «спелую» почву, когда ее влажность составляет

40 – 60 % полной влагоемкости. В таком состоянии почва хорошо крошится и не распыляется.

Ежегодно пахать на одну и ту же глубину не следует, так как на дне борозды возникает уплотненный слой (плужная подошва), особенно на глинистых почвах.

Под корне- и клубнеплоды рекомендуется вспашка на глубину 28-30 см, под кукурузу и подсолнечник 25-27 см, под зерновые колосовые культуры – 20-25 см.

Основной способ движения агрегатов при вспашке загонный. Поле предварительно разбивают на загоны прямоугольной формы, Их ширина должна быть кратной ширине захвата агрегата, иначе останутся недопаханные места. На концах загонов оставляют поворотные полосы для разворота агрегата. Ширина поворотных полос также должна быть кратной ширине захвата плуга.

Плоскорезная обработка – безотвальная обработка почвы плоскорезующими орудиями с сохранением до 80-90% пожнивных растительных остатков на поверхности поля, обеспечивающая рыхление на глубину от 8 до 30 см с подрезанием сорных растений. При этом способе почву обрабатывают плоскорезующими орудиями без ее оборачивания, сохраняя на ее поверхности большую часть пожнивных остатков. Стерня обеспечивает накопление снега на полях, и предохраняет поверхность пашни от выдувания или смыва. Такая обработка почвы применяется в районах, подверженных ветровой эрозии, а также на склоновых землях в ЦЧЗ для предотвращения водной эрозии. Однако при этом затрудняется борьба с сорной растительностью. Плоскорезную обработку необходимо сочетать с введением в севооборот чистых паров. Обработка плоскорезами может быть предпринята взамен отвальной вспашки на легких слабозасорённых почвах.

Основные марки отечественных плоскорезующих машин:

- КППГ-250 (культиватор-плоскорез-глубокорыхлитель);
- КППГ-2-150, ГУН-4 (глубокорыхлитель-удобритель навесной - глубина обработки до 30 см);
- КППШ-5 (культиватор-плоскорез широкозахватный);
- КППШ-9 (глубина обработки 16-18 см);
- КППН-4 (культиватор-плоскорез навесной).

На схеме рисунка 1.3 показана работа плоскореза типа КППН с трактором.

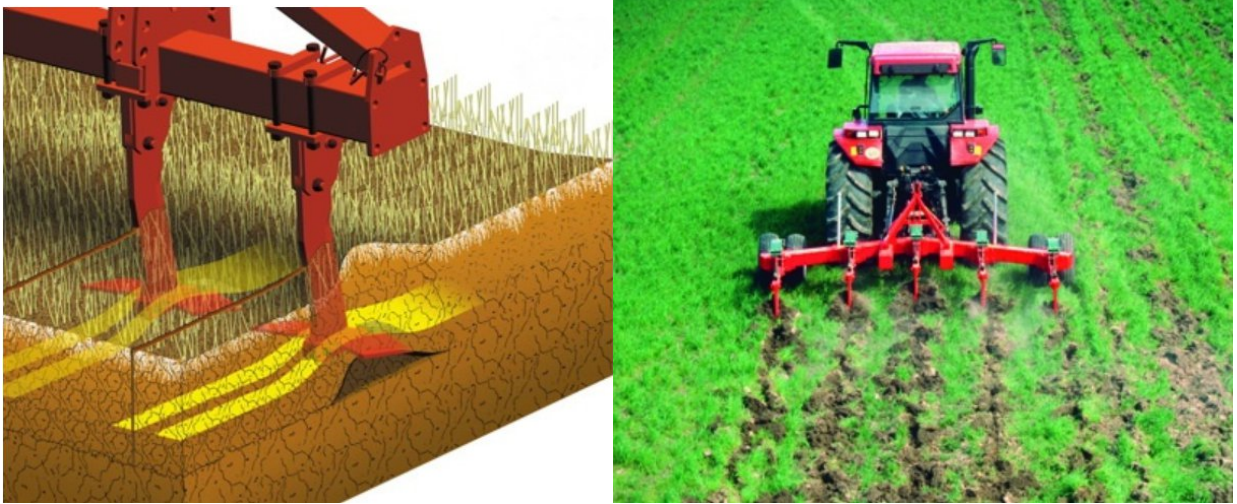


Рисунок 1.3 – Работа плоскореза КПН

Применение плоскорезной обработки почвы в годы с недостаточным увлажнением даёт возможность повысить урожайность зерновых культур. Также агрегаты с плоскорезами более производительны, чем пахотные агрегаты и потому их использование может быть целесообразным тогда, когда основную обработку почвы нужно провести в сжатые сроки.

Чизельная обработка (от англ. chisel – долото, резец) – безотвальное рыхление почвы, выполняемое при помощи стрельчатых или рыхлительных лап (долот) смонтированных на массивных стойках (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Чизель-глубокорыхлитель фирмы Farmet

Чизелевание применяется для основной обработки на склонах с сохранением стерни и при рыхлении плужной подошвы. По сравнению с культурной вспашкой чизелевание обеспечивает лучшее крошение почвы и увеличивает производительность агрегатов. В Центральном Черноземье используют чизельные плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 с глубиной обработки до 45 см.

1.7.3 Приемы поверхностной обработки почвы

К ним относят: лущение, культивацию, боронование, прикатывание и другие. При поверхностной обработке рыхлят уплотнившийся верхний слой почвы, подрезают сорняки, неглубоко заделывают минеральные удобрения. Глубина обработки при этом составляет 5 – 16 см.

Лущение. Цель приема – рыхление, крошение, частичное оборачивание и перемешивание верхнего слоя почвы. Оно позволяет сохранить влагу, уничтожить проросшие сорняки и вредных насекомых, спровоцировать к прорастанию семена сорняков. Лущение жнивья улучшает качество последующей основной обработки почвы и снижает затраты энергии на вспашку.

Культивация обеспечивает крошение, рыхление и частичное перемешивание почвы, а также полное подрезание сорняков и выравнивание поверхности поля. Культивация бывает сплошная и междурядная.

Боронование обеспечивает крошение, рыхление и выравнивание поверхности почвы, а также частично уничтожает всходы сорняков. Используют при подготовке почвы и при уходе за посевами.

Прикатывание обеспечивает уплотнение, крошение глыб и частичное выравнивание почвы. Почву прикатывают как до, так и после посева. Основное назначение до посева состоит в том, чтобы уплотнить верхний слой и создать условия для равномерного заделывания семян. Благодаря этому получают дружные всходы и равномерное созревание посевов. Прикатывание после посева улучшает контакт между частицами почвы и семенами, увеличивает приток влаги из нижних слоев в верхние. Верхний слой почвы быстрее прогревается, тем самым создаются хорошие условия для прорастания семян.

Шлейфование способствует выравниванию поверхности поля.

1.7.4 Специальные приемы обработки почвы

Фрезерование обеспечивает крошение, тщательное перемешивание и рыхление почвы. В основном применяется для рыхления дернины на минеральных почвах, улучшения лугов и пастбищ, глубокого рыхления торфянистых и болотных почв, а также для основной и предпосевной обработки почвы.

Плантажная вспашка – это вспашка на глубину более 40 см. Проводится при подготовке полей под виноградники, кустарники, садовые культуры и лесные насаждения.

Двухъярусная обработка. Так называют обработку почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижнего или взаимным перемещением верхнего и нижнего слоев. Глубина обработки до 40 см.

Трехъярусная обработка. Это обработка почвы с частичным или полным перемещением трех слоев. При этом перевернутый верхний слой

остается на месте, нижний (третий) перемещается на место второго, второй на место третьего. Трехъярусную обработку рекомендуют для солонцовых почв. Глубина обработки до 60 см.

1.7.5 Операционная технология вспашки

Операционная технология любой полевой операции включает основные разделы: агротехнические требования, комплектование и подготовка к работе машинно-тракторных агрегатов, подготовка поля, организация работы агрегатов на участках поля, контроль качества работ, организация охраны труда и пожарной безопасности в период работы [7].

Здесь большое значение имеют регулировка пахотного агрегата и качество вспашки. Качественное выполнение технологической операции повышает эффективность обработки почвы, экономит энергозатраты.

Агротехнические требования. Вспашка проводится на глубину пахотного слоя. Агротехнические требования к качеству вспашки представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Агротребования для операции вспашка с оборотом пласта

| Показатель | Значение |
|--|------------------|
| Отклонение от заданной глубины, % | не более 5 |
| Заделка пожнивных остатков на глубину не менее 12 см, % | не менее 98 |
| Высота гребней, см | до 5 |
| Глыбы размером более 10 см должны занимать поверхность пашни, % | не более 15...20 |
| Глубина и высота развальных борозд и свальных гребней после заравнивания, см | Не более 7 |

Дополнительные требования:

Направление движения пахотного агрегата, а также вспашку в свал и в развал ежегодно чередуют.

При первых проходах тракторного агрегата должна быть достигнута прямолинейность движения, а глубина обработки почвы под свалом должна составлять половину пахотного слоя.

Ширина захвата плуга должна соответствовать номинальной, установленной заводом.

Оборот пласта должен быть полным, пожнивные остатки, сорняки и удобрения заделаны, пласт разрушен на мелкие камни.

Допускается не более пяти случаев растительных остатков на 1 га.

Края поля должны быть полностью опашаны.

Комплектование агрегатов. Комплектование пахотных агрегатов заключается в обосновании ресурсосберегающего состава агрегата и его рабочей скорости в зависимости от условий работы. Агрегат состоит из

трактора и плуга. В таблице 1.9 показан оптимальный состав пахотных агрегатов из отечественных машин.

Таблица 1.9 – Оптимальный состав некоторых пахотных агрегатов

| Трактор | Плуг | Число корпусов плуга |
|------------------------|---|----------------------|
| К-700, К-700А К-701 | ПН-8-35, | 8 |
| | ПТК-9-35 | 9 |
| Т-4, Т-4А | ПЛП-6-35 | 6 |
| Т-150, Т-150К | ПЛН-5-35, | 5 |
| | ПЛП-6-35 в 5-корпусном полунавесном варианте | 5 |
| John Deere 3650 | Pirol-Avant-5 | 5 |
| | Pirol-Avant-4 | 4 |
| К-700А | Лемкен Вари Диамант 9х | 5 |
| Т-70С ДТ-75М, | ПЛН-4-35, | 4 |
| | ПЛН-5-35, ПЛН-5-35, | 5 |
| | ПЛП-6-35 в 5-корпусном полунавесном | 5 |
| | и 4-корпусном навесном вариантах | 4 |

На рисунках 1.5 - 1.7 показаны современные отечественные плуги.



Рисунок 1.5 – Плуг ПЛН-4-40

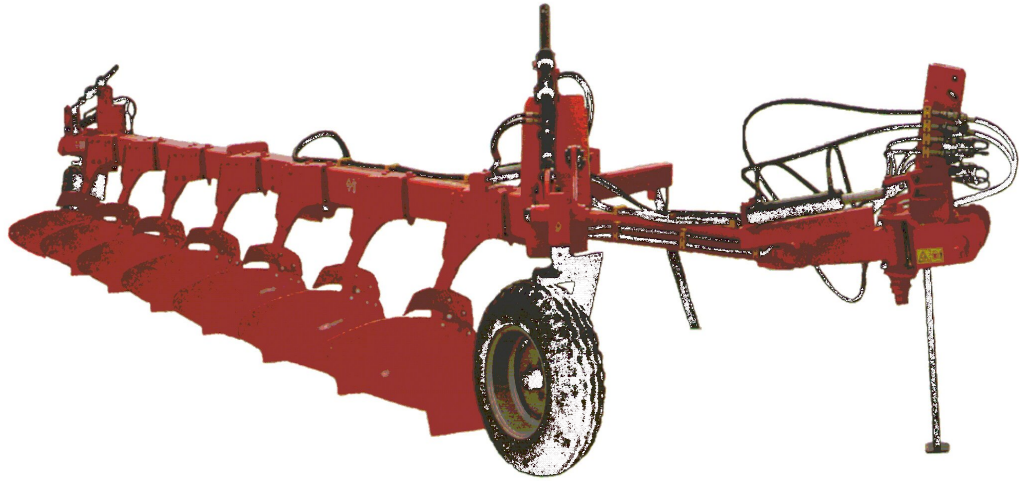


Рисунок 1.6 – Плуг ПППМ 9



Рисунок 1.7 – Плуг поворотный

Подготовка агрегата к работе включает следующие операции:

- подготовку трактора и плуга;
- проверку технического состояния трактора и плуга;
- составление агрегата, установка предплужников на плуг, регулировку глубины вспашки. При выборе глубины вспашки руководствуются рекомендациями агроном хозяйства.
- опробование агрегата в работе.

Рекомендации по настройкам и регулировкам машин подробно излагаются в учебном курсе сельскохозяйственных машин и в инструкциях по эксплуатации плугов.

Подготовка поля. Основные мероприятия подготовки поля для пахотных агрегатов – удаление камней и других препятствий, предварительное лушение стерни (или дискование), разбивка поля на загоны.

При разбивке поля на загоны оптимальная ширина загонов зависит от принятого способа движения агрегатов.

Правильная разбивка поля на загоны влияет на:

- качество вспашки;
- экономию топлива;
- производительность агрегата;
- снижает утомляемость тракториста;
- снижает износ механизмов управления трактором.

При вспашке обычными отвальными плугами наиболее часто применяют способ чередования загонов всвал и вразвал и беспетлевой комбинированный способ (рис. 1.8, 1.9). Если используются поворотные плуги, то можно применять челночный способ движения агрегата.

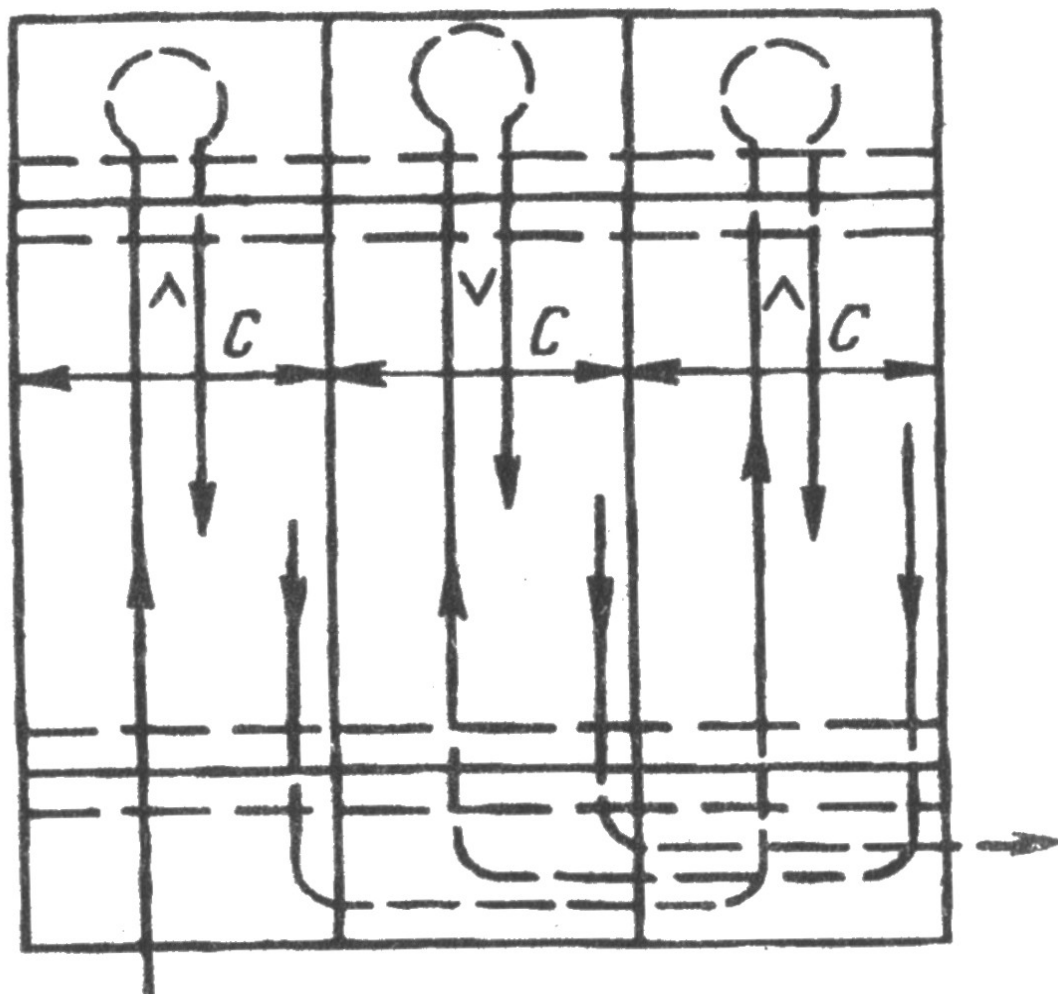


Рисунок 1.8 – Схема движения пахотного агрегата при чередовании способов движения всвал и вразвал

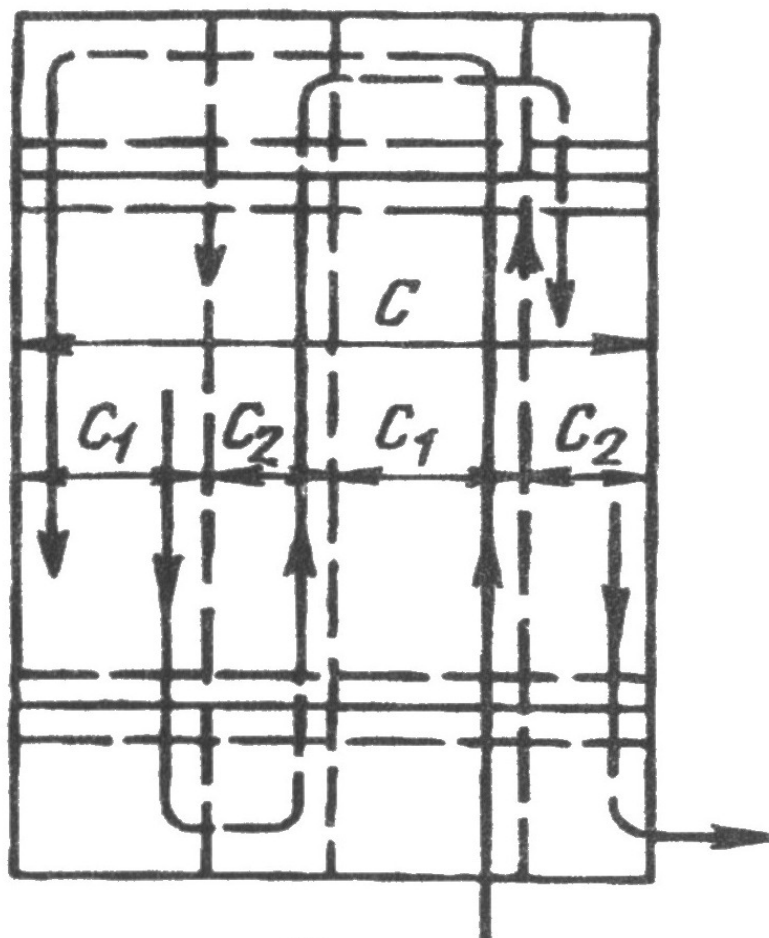


Рисунок 1.9 – Схема движения пахотного агрегата беспетлевым комбинированным способом

Таблица 1.10 – Оптимальная ширина загонов при способе движения с чередованием загонов всвал и вразвал

| Условия | Формула $C_{\text{опт}}$ |
|---|---|
| Основной агрегат после вспашки основного участка обрабатывает поворотные полосы, заравнивает свальные гребни и развальные борозды | $C_{\text{опт}} = 1,41 \cdot B \sqrt{1110 + 2 \cdot L / B}$ |
| Основной агрегат не обрабатывает поворотные полосы (на конце загона дороги, пустыри и т.д.) | $C_{\text{опт}} = 1,41 \cdot B \sqrt{168 + 2 \cdot L / B}$ |
| Разбивка поля на загоны и другие вспомогательные работы выполняются специальным агрегатом меньшей мощности | $C_{\text{опт}} = 1,41 \cdot B \sqrt{108}$ |

Здесь L – длина гона в м, B – ширина захвата агрегата, м.

Значения оптимальной ширины загона $C_{\text{опт}}$, получаемые по формулам таблицы 1.10, должны быть округлены до значений, кратных удвоенной ширине захвата агрегата $2B$ [7].

Организация работы пахотных агрегатов. Предусматривает определение потребного числа МТА для вспашки в лучшие агросроки, выбор ресурсосберегающей организационной формы работы агрегатов.

Общее потребное число m пахотных агрегатов определяют по формуле

$$m = \frac{F_n}{D_k \cdot \alpha_k \cdot W_{cm} \cdot k_{cm} \cdot k_{ob}}, \quad (1.4)$$

где F_n – общая площадь полей, подлежащих вспашке, га;

D_k – календарный срок работ, дн.;

α_k – коэффициент использования календарного времени;

W_{cm} – сменная норма выработки пахотного агрегата, га;

k_{cm} – коэффициент сменности;

k_o – обобщённый поправочный коэффициент на местные условия.

k_o – обобщённый поправочный коэффициент на местные условия.

Наиболее благоприятный период проведения вспашки – состояние механической спелости почвы при влажности 18...20 %.

Высокие показатели производительности и экономичности достигаются при групповой форме организации работы агрегатов в виде пахотных звеньев, когда каждый агрегат работает на отдельном загоне.

Возможное число n пахотных агрегатов в одной группе определяют таким образом, чтобы исключить переезды с одного поля на другое в пределах рабочего дня по выражению

$$n = \frac{F_{n.m.}}{W_{cm} \cdot k_{cm} \cdot k_{ob}}. \quad (1.4)$$

Повысить производительность всей группы основных агрегатов можно за счёт включения в состав звена вспомогательного пахотного агрегата меньшей мощности для разбивки поля на загоны, обработки поворотных полос, заравнивания свальных гребней и развальных борозд.

Контроль качества работы. Работу оценивают по степени соответствия фактических показателей вспашки агротехническим требованиям. При оперативной оценке качества наиболее часто определяют глубину; выравненность поверхности поля; гребнистость поверхности.

Охрана труда при вспашке. Заключается в обеспечении безопасной работы механизатора и всего агрегата в соответствии с требованиями, излагаемыми в общем курсе охраны труда. Особое внимание следует уделить мерам противопожарной безопасности.

2 ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

2.1 Эволюция технологий и средств производства в растениеводстве

Человек начал заниматься растениеводством более 10 тысяч лет назад. Земледелие уже было в то время, когда еще не приходилось говорить о каких-либо почвообрабатывающих орудиях. Зерна сеяли в землю без всякой обработки, протыкая лунки для них простой заостренной палкой. По сути это был первый вариант технологии нулевой обработки почвы, только на более низком, примитивном уровне. Борьба с сорняками и удобрение почвы проводились простым способом: поджигали лес, росший на месте будущего поля. Сгоревшие сорняки и древесная зола были прекрасным удобрением.

Первые орудия для обработки почвы человек изготавливал из дерева. Самая простая конструкция была у бороны-суковатки (рис. 2.1 а).



а) бороны-суковатка,



б) двузубая соха

Рисунок 2.1 – Древние почвообрабатывающие орудия

Бороны-суковатка представляла собой ствол дерева с выступающими сучьями. Такое орудие перемещали по обрабатываемому полю с помощью животной тяги. Бороны позволяла делать поверхностную обработку вспаханной сохой или плугом почвы без оборота её пласта. Более высокотехнологичным вариантом почвообрабатывающего орудия являлась соха (рис. 2.1 б), которая применялась для вспашки почвы, её рыхления и оборота. Соха могла иметь один или два зуба. Деревянные зубья сохи часто подбивались железными наконечниками.

Соха считается одним из самых долго используемых на территории России почвообрабатывающих орудий. На протяжении почти тысячи лет, вплоть до конца XIX века, в лесной зоне Российской империи обычная соха оставалась важнейшим земледельческим орудием. Это был универсальный и наиболее оригинальный крестьянский предмет, значительно отличавшийся от рала и плуга. В пользу распространения сохи говорит тот факт, что металлические сошники не столько подрезали и переворачивали пахотный слой, сколько рыхлили и хорошо перемешивали его. А это способствовало сохранению плодородия почвы. Кроме того, между сошниками оставалась нетронутой узкая полоска земли, и это препятствовало водной и ветровой эрозии. Что также сказывалось на урожайности обрабатываемых земель.

Исследования археологов и историков показывают, что соху можно рассматривать как классический элемент восточнославянской сельскохозяйственной культуры. И возник этот элемент в специфических условиях северного лесного земледелия. А уж потом распространился и среди других народов Восточной Европы.

Чтобы успешно выращивать большинство зерновых культур в тех областях, где грунт был не слишком мягким и плодородным, требовалось поднять на поверхность нижние слои почвы, в которых содержались питательные вещества. Решить такую задачу могло лишь достаточно массивное устройство, которое приводилось бы в действие тяговой силой домашних животных. Так возникла идея плуга, предназначенного для вспашки земли (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Внешний вид первых плугов

Первые рисованные изображения подобных устройств встречаются в древнеегипетских и вавилонских письменных источниках, которые ученые относят ко второму тысячелетию до новой эры. Сохранились также наскальные изображения плуга, найденные в северной части современной Италии.

Самые первые плуги были очень примитивны и просты по своей конструкции. Основой плуга была рама с дышлом, на которой закреплялся вертикально кусок прочной древесины – лемех. Вот такое устройство и волочили по земле животные, обрабатывая верхние слои грунта. Очень часто лемех и дышло были выполнены из цельного куска древесины.

В Древнем Риме плуг был дополнен отвалом – крылом, которое откидывало пласт почвы в сторону от борозды. При этом травяная растительность и сорняки углублялись в почву, а содержащиеся в глубине питательные вещества выводились на поверхность. Плуг с отвалом был

незаменим при обработке сырой земли. Впоследствии переднюю часть плуга стали ставить на небольшие колеса. Такая конструкция позволяла при необходимости уменьшать или увеличивать глубину вспашки. Современные плуги, применяющиеся в сельском хозяйстве, весьма отдаленно напоминают свой прототип. Однако, общий принцип действия этого орудия остался неизменным, а на смену животной силе сегодня пришли тракторы.

Первый набор сельскохозяйственных орудий кроме плуга, сохи и бороны-суковатки содержал ещё борону зубовую, косу или серп и грабли. Так продолжалось несколько тысячелетий до начала XVIII века, когда была изобретена сеялка. Бурное развитие научно-технического прогресса в XVIII÷XXI веках в корне изменяло технологии возделывания сельскохозяйственных культур от простого к сложному и наоборот, что приводило к появлению новых орудий и машин, способных удовлетворить конкретные агротехнологические потребности. Наиболее энергоёмкими процессами при возделывании культур считаются обработка почвы и уборка урожая. В качестве резервов уменьшения себестоимости продукции растениеводства люди всегда рассматривали операции почвообработки. В настоящее время к содержанию операций в системе обработки почвы под различные культуры сформировался неоднозначный подход [8].

Н.А. Шпаковский рассматривает историческую модель эволюции технологий обработки почвы с позиций теории ТРИЗ [9]. Графически история совершенствования технологий обработки почвы показана им на рисунке 2.3.

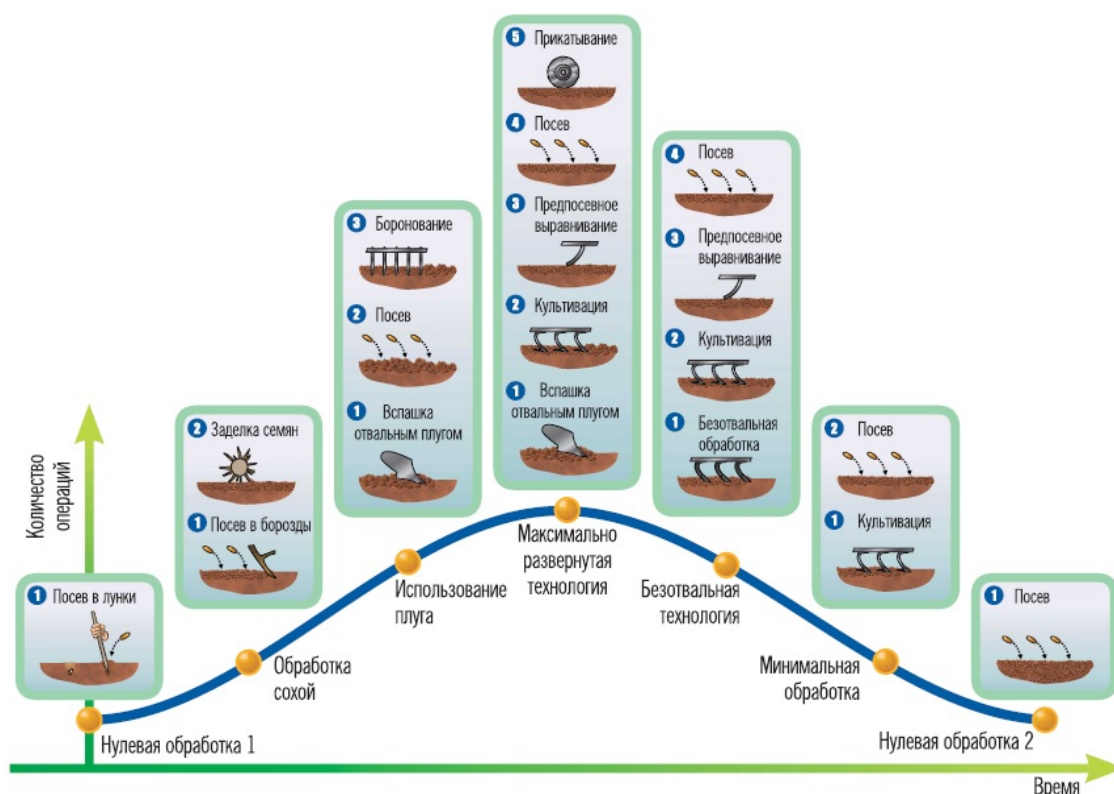


Рисунок 2.3 – Линия «развёртывание-свёртывание» для технологий обработки почвы

Историческое развитие технологии обработки почвы содержит основные этапы: ПОСЕВ В ЛУНКИ – ОБРАБОТКА СОХОЙ – ПЛУЖНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ – МАКСИМАЛЬНО РАЗВЕРНУТАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ – БЕЗОТВАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ – МИНИМАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ – НУЛЕВАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ.

Минимальная обработка почвы – это научно обоснованная обработка, снижающая энергетические затраты и число проходов по полю путём уменьшения глубины обработок, совмещения ряда операций в одном рабочем процессе [6].

Примеры минимальной обработки почвы:

- замена вспашки лущением или плоскорезным рыхлением;
- уменьшение глубины основной обработки почвы;
- сокращение числа и глубины обработок междурядий для пропашных культур и даже отказ от них (сорняки уничтожают гербицидами);
- совмещение технологических операций почвообработки и посева путём применения комбинированных машин.

Нулевая обработка – обработка почвы, совмещённая с посевом культуры. Для борьбы с сорняками сеялки при посеве одновременно вносят гербициды [6, 9].

Причины, которые приводили к такому изменению технологий обработки почвы кроются в стремлении обеспечить благоприятные условия для роста растений и получить большой урожай или в необходимости предотвратить эрозию почв, их переуплотнение с образованием плужной подошвы. Также следует учесть желание сэкономить средства за счёт исключения некоторых технологических операций. Максимально развёрнутая технология обработки почвы массово практиковалась в середине XX века. Каждая операция почвообработки требовала отдельного прохода машины с трактором по полю, что негативно сказывалось на состоянии почвы и её переуплотнении. В конечном итоге был совершен технологический переход к минимальной обработке почвы и далее – к нулевой обработке. Однако, многие сельскохозяйственные предприятия не отказались полностью от вспашки земель с оборотом пласта и делают это периодически.

В качестве основной причины развития техники выступают возникающие противоречия между растущими потребностями и возможностями их удовлетворения существующим уровнем техники. В качестве другого общего закона технического прогресса можно назвать объективную последовательность этапов развития техники в ходе которых техника усложняется поскольку она все в большей степени замещает человека, его трудовые функции. На схеме рисунка 2.4 показана классификация существующих способов периодизации технического прогресса [8].

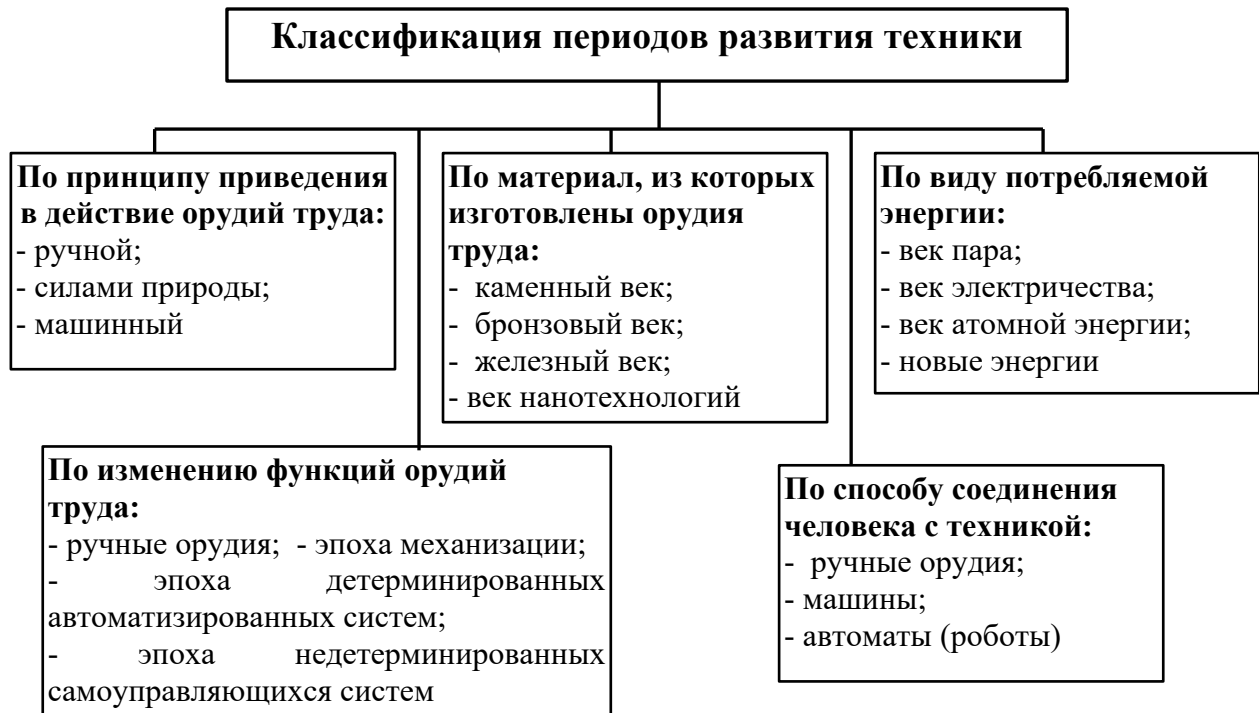


Рисунок 2.4 – Периодизация этапов развития техники

Философ И.А. Негодаев отмечает, что важным признаком в развитии машин является *способ соединения человека с техникой* в процессе производства или соотношение функций человека и машины в совокупном рабочем механизме. В соответствии с этим основанием отдельными этапами технического прогресса можно считать три этапа – ручные орудия труда, машина, автомат [10]. Под автоматизацией понимается применение технических средств для полной или частичной замены участия человека в процессах получения, преобразования, хранения, передачи и использования материалов, энергии или информации. Техника замещает человека в выполнении им функции управления технологическим процессом, оставляя за собой лишь контроль за работой техники, ее наладку и настройку, которые все в большей степени по мере развития автоматизации переходят к самой технике. Человек выходит из непосредственного технологического цикла и становится рядом с ним [10].

К концу XVII века наука сосредоточила в себе объем знаний, достаточный для объяснения окружающей действительности и описания принципов действия новых технических устройств. Сельскохозяйственная техника, которую люди имеют в настоящее время, является результатом научно-технического прогресса. В таблице 2.1 в хронологической последовательности перечислены важные изобретения XVIII - XXI веков, непосредственно связанные с сельскохозяйственным производством [8].

Таблица 2.1 – Важные изобретения XVIII - XXI веков

| Изобретение | Год | Изобретатель |
|--|------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Сеялка | 1701 | Джетро Тулл |
| Атмосферный паровой двигатель (патент) | 1712 | Томас Ньюкомен |
| Собран улучшенный паровой двигатель | 1769 | Джеймс Уатт |
| Изобретение молотилки | 1784 | Эндрю Мейкл |
| Изобретение шарикоподшипников | 1794 | Филипп Вогэн |
| Электромотор | 1821 | Майкл Фарадей |
| Газонокосилка | 1830 | Эдвин Баддинг |
| Жатвенная машина | 1831 | Сайрус Маккормик |
| Электродвигатель постоянного тока | 1833 | Уильям Стерджен, Томас Дэвенпорт |
| Кукурузный сеятель | 1834 | Генри Блэр |
| Зерноуборочный комбайн | 1836 | Хайрам Мур, Джозеф Хаскалл |
| Стальной плуг | 1837 | Джон Дир |
| Трактор на гусеничном ходу с паровым двигателем (не получил признания) | 1837 | Джон Гиткот |
| Первое минеральное удобрение | 1840 | Юстус Либих |
| Минеральное удобрение суперфосфат | 1842 | Джон Беннет Лоус |
| Первый элеватор | 1842 | Джозеф Дарт |
| Локомобиль для вспашки сельскохозяйственных угодий (прототип трактора) | 1850 | Уильям Говард |
| Борона | 1856 | Джордж Истерли |
| Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) | 1858 | Жан Ленуар |
| Вакуумный доильный аппарат | 1860 | Л.О. Колвин |
| Металлическая ветряная мельница | 1872 | Дж. С. Рисдон |
| Четырёхтактный двигатель внутреннего сгорания | 1876 | Николаус Август Отто |
| Культиватор | 1880 | |
| Первый трактор, двигатель которого работал на нефтепродуктах | 1882 | Джон Фролих |
| Первый рабочий прототип русского гусеничного трактора | 1888 | Ф.А. Блинов |
| Двигатель и трансформатор переменного тока | 1888 | Никола Тесла |
| ДВС на дизельном топливе | 1892 | Рудольф Дизель |
| Первый трактор с ДВС | 1901 | Чарльз Парр и Чарльз В. Харт |
| Открытие ДНК | 1953 | Френсис Крик |

| | | |
|--|------------------|--|
| Продолжение табл. 2.1 | | |
| 1 | 2 | 3 |
| Геоинформационная система (ГИС) | 1950-1970-е г. | Канада (CGIS) Роджер Томлинсон |
| Первый трактор с ботовым компьютером | 1983 | Рено, Франция |
| Генетически модифицированное растение | 1983 | США |
| Первый беспилотный трактор | 1970-е 1990-е | СССР США |
| Система автоматического вождения зерноуборочных комбайнов Cognitive Agro Pilot | 2020- | Россия, Сбер + Cognitive Technologies |

Появление парового двигателя в XVIII веке ускорило появление в XIX веке нового самоходного транспортно-энергетического средств на паровой тяге – трактора, который способствовал замещению животной тяги. Появившиеся в начале XX века тракторы с ДВС стали основой полевой энергетики и комплексной механизации растениеводства. Несмотря на появление в последние 60 лет альтернативной полевой энергетики – мостовое земледелие и струнный транспорт [11, 12], тракторы ещё не одно десятилетие будут рассматриваться как основные энергетические средства при производстве продукции растениеводства. Проекты мостового земледелия предлагали ещё в 1950-х годах советские и английские учёные (рис. 2.5).

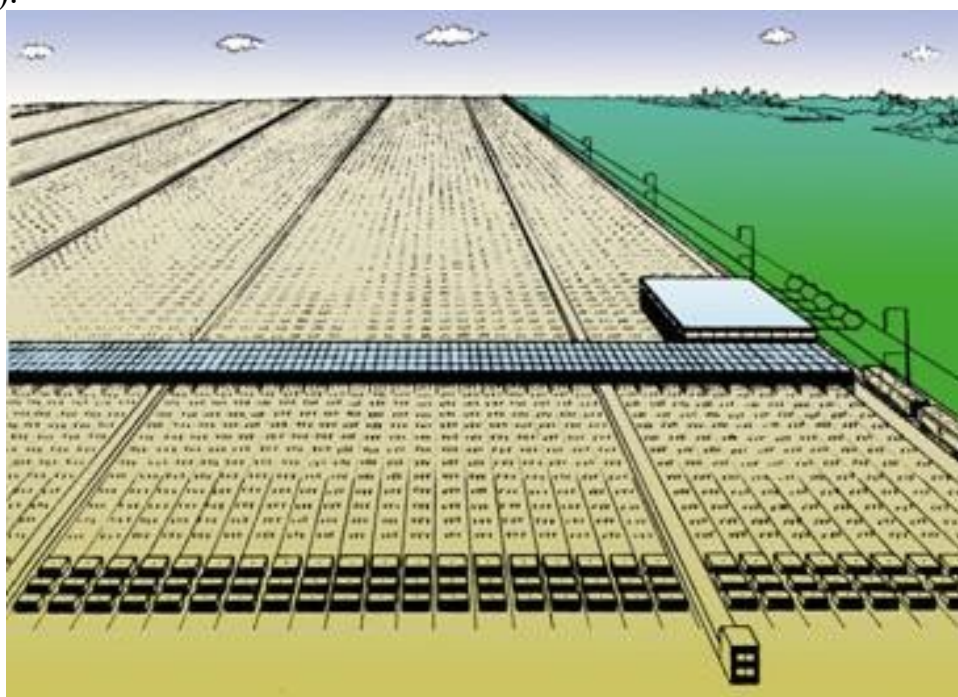


Рисунок 2.5 – Автоматизированный мостовой агротехнический комплекс (АМАК)

Большое развитие мостовое земледелие получило в овощеводстве Израиля. Мостовая система АМАК – это сельскохозяйственное автоматизированное и полностью электрифицированное предприятие, предназначенное для массового производства продуктов растениеводства на больших окультуренных угодьях равнинного типа.

Другим альтернативным вариантом энергообеспечения растениеводства является струнный транспорт [11]. Такая система представляет собой напряжённые рельсы-струны, поднятые на опорах на высоту 5-25 метров (рис. 2.6). По двум рельсам-струнам могут двигаться четырёхколёсные транспортные модули.

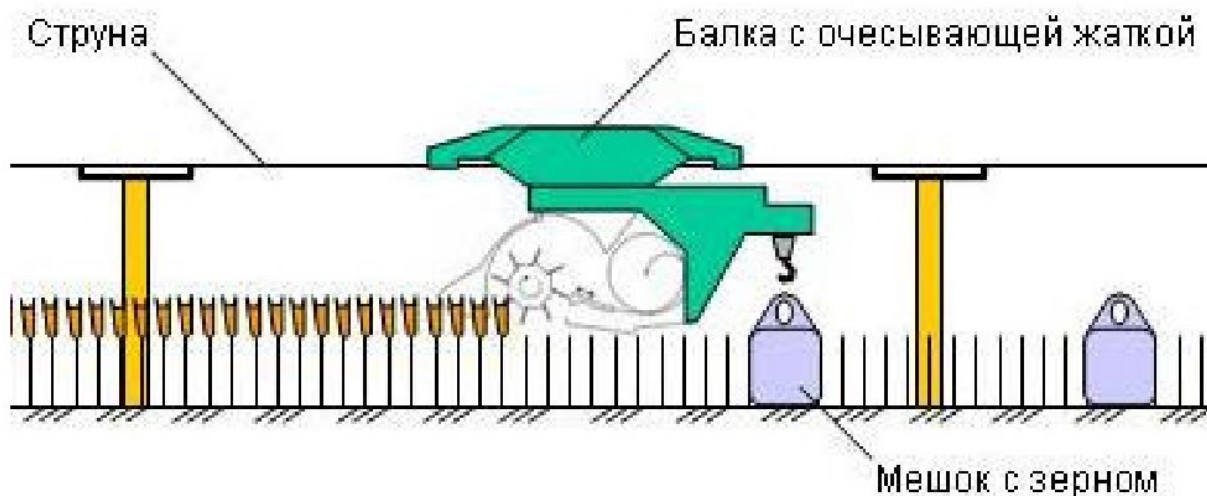


Рисунок 2.6 – Система «струнный транспорт»

Примерная стоимость струнных магистралей, обеспечивающих пропускную способность более 50 тысяч тон груза в сутки, составляет \$600-800 тысяч за один километр. А с инфраструктурой и подвижным технологическим составом - \$900-1200 тысяч за километр.

В настоящее время также получают развитие электротракторы с водородным двигателем, которые представляют собой беспилотные автономные роботы. Об этом речь пойдет в следующих разделах данного пособия.

Любая новая технология возделывания сельскохозяйственных культур предполагает рост урожайности, повышение качества продукции и в конечном итоге увеличение производства продуктов питания. При этом она должна предусматривать сохранение экологического равновесия в почве, иначе плодородие почвы будет потеряно. В последнее время имеет место вопрос, каковы должны быть совокупные затраты энергии на 1 га пашни для обеспечения населения продовольствием и необходимого качества жизни? В ходе исследований [13] установлено, что увеличение удельного объёма потребления энергии (на 1 га пашни) с учётом временного фактора приводит к снижению качества жизни населения в основном за счёт резкого роста экологической составляющей ущерба.

На рисунке 2.7 представлена зависимость уровня производства продуктов питания F от удельного потребления энергии на обеспечение функционирования технологических процессов растениеводства, включая затраты энергии на поддержку инфраструктуры коммунально-бытового сектора.

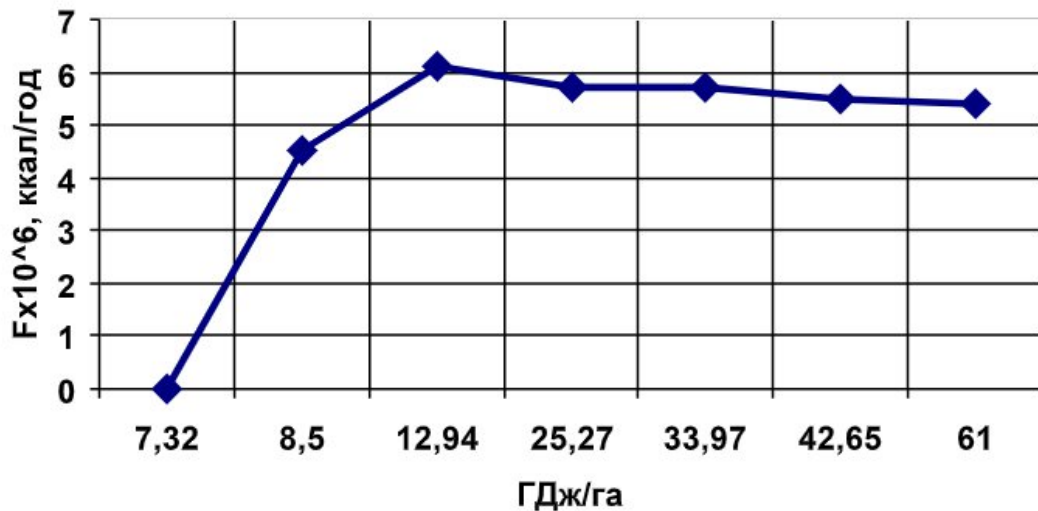


Рисунок 2.7 – Зависимость уровня производства продуктов питания F от удельного потребления энергии в растениеводстве

Увеличение потребления энергии более 12...14 ГДж/га в год не приводит к повышению производства продуктов питания, но при этом вызывает новые затраты на восстановление экосистемы. Это свидетельствует об исчерпании энергетического фактора, обуславливающего рост качества жизни и необходимости перехода на новые ресурсосберегающие технологии в растениеводстве при достижении уровня прямых затрат энергии около 3 ГДж на 1 га пашни в год [13]. Данное противоречие между энергонасыщенностью полеводства и экологическим состоянием почвы даёт ещё одно объяснение эволюции технологий обработки почвы по линии «Развертывание-свертывание». В первом десятилетии нынешнего века в растениеводстве появилось много новых ресурсосберегающих технологий возделывания культур, снижающих количество проходов агрегатов по полю. Их внедрение приводит к некоторому общему снижению потребности в энергии.

Для примера рассмотрим два варианта технического оснащения сельхозпредприятия с площадью 3000 га, специализирующегося на производстве зерновых культур (табл. 2.2), и рассчитаем показатели оснащённости энергоносителями.

Вариант А соответствует использованию в хозяйстве интенсивных технологий возделывания культур с применением отечественной техники, моделей 80-х÷90-х годов. Вариант Б показывает оснащённость предприятия со временной импортной и отечественной техникой для ресурсосберегающих технологий.

Таблица 2.2 – Варианты оснащения предприятия техникой и механизаторами

| | Вариант А | | | Вариант Б | | |
|--|-----------|------------|-----------------------|-------------------|------------|-----------------------|
| | Марка | Кол-во, шт | SN _i , кВт | Марка | Кол-во, шт | SN _i , кВт |
| Тракторы | ДТ-75М | 6 | 529,6 | «John Deere 8430» | 1 | 225,0 |
| | МТЗ-80 | 5 | 275,7 | МТЗ-80 | 5 | 275,7 |
| Комбайны | Дон-1500Б | 6 | 992,4 | Claas «Mega 208» | 2 | 345,6 |
| Механизаторы, чел | 24 | | | 12 | | |
| Суммарная мощность энергоносителей, кВт | 1797,7 | | | 846,3 | | |
| Энергооснащённость земледелия N _{га} , кВт/га | 0,599 | | | 0,282 | | |
| Энерговооружённость труда N _{чел} , кВт/чел | 75,1 | | | 76,93 | | |

Из таблицы 2.2 видно, что для современных ресурсосберегающих технологий характерно снижение суммарной мощности энергоносителей и энергооснащённости земледелия почти в два раза. Это возможно за счёт того, что один трактор марки «John Deere» (8, 9 серии) или «Buler» способен выполнять в агротехнические сроки комплекс операций почвообработки и посева на площади 2,5÷3 тыс. га, а нагрузка на один импортный зерноуборочный комбайн минимум в 2 раза выше, чем у комбайна Дон-1500Б.

Современное растениеводство характеризуется комплексной механизацией практически всех технологических операций, а успех производственной деятельности целиком определяется применяемыми технологиями. Развитие технологий в земледелии сопровождается созданием систем машин, отражающих совокупные потребности в них на конкретном историческом этапе. Машины, позволяющие заменить ручной труд в поле, являются продуктом научно-технического прогресса. Ход проектирования производственного процесса возделывания конкретной культуры зависит от выбранной технологии возделывания. Классификация имеющихся агротехнологий растениеводства представлена в таблице 2.3 [14].

Таблица 2.3 – Агротехнологии в растениеводстве (академик В.И. Кирюшин)

| Основные показатели | Агротехнологии | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| | Экстенсивные | Нормальные | Интенсивные | Высокие |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Сорта | Толерантные | Пластичные | Интенсивные | С заданными параметрами |
| Удобрения | Нет | Поддерживающее | Программированные | Точные |
| Защита растений | Пассивная | Эпизодическая | Интегрированная по ЭПВ* | Биологизированная |
| Обработка почвы | Система вспашки | Почвозащитная, комбинированная | Минимизированная | Оптимизированная |
| Техника | 1-2-го поколения | 3-го поколения | 4-го поколения | Прецизионная |
| Качество продукции | Неопределённое | Неустойчиво удовлетворительное | Отвечающее требованиям переработки и рынка | Сбалансированное по всем компонентам |
| Землеоценочная основа | Почвенные карты 1:25000 | Почвенные карты 1:10000 | Почвенно-ландшафтные карты | Геоинформационные системы |
| Экологический риск | Активная деградация почв и ландшафта | Деградация почв | Риск загрязнения | Минимальный риск |

* - ЭПВ – экологический порог вредности.

Последние два десятилетия передовые агрофирмы нашей страны начали практиковать в своём производстве высокие технологии.

Интенсивные технологии рассчитаны на более глубокие знания, требуют применения минеральных удобрений до 150 кг д.в. на 1 га, малообъёмного использования средств защиты растений от болезней, вредителей и сорняков в зависимости от ЭПВ, внесение препаратов в различные фазы развития растений.

При этих условиях возможно программирование качества продукции, отвечающее требованиям перерабатывающих производств и рынка.

Интенсивные технологии рассчитаны на благоприятные по увлажнённости ландшафты (Центральный чернозёмный регион, часть Нечернозёмной зоны Северного Кавказа, некоторые регионы Зауралья). Их потенциал по урожайности зерновых культур составляет 3...4 т/га.

Следует отметить направленность интенсивных технологий на сбережение энергоресурсов и снижение деградации почв путём применения минимальной и нулевой обработки почвы.

Высокие технологии – стратегическое будущее конкурентного сельского хозяйства. Они требуют высококачественных сортов культур, семян, учитывают все природно-климатические условия зоны возделывания, систему обработки почвы и посева, систему внесения удобрений и защиты растений, а также позволяют удовлетворить требования к качеству продукции.

Высокие технологии рассчитаны на более благоприятные ландшафты страны, прежде всего на район Северного Кавказа и европейского Предуралья, где возможна урожайность зерновых культур 5...6 т/га. Высокие технологии базируются на биологизации и экологизации земледелия, что предусматривает постепенный отказ от применения гербицидов и минеральных удобрений. Землеоценочную основу таких технологий составляют **геоинформационные системы (ГИС)** – сочетание космических спутников, компьютеров со специализированным программным обеспечением и глобальных вычислительных сетей. Системы ГИС оптимизируют сроки и условия выполнения всего цикла операций в процессе возделывания культуры с получением её программированного урожая с заданным качеством и количеством.

Высокие технологии, геоинформационные системы и прецизионная техника составляют основу **точного (прецизионного) земледелия**. Точное земледелие даёт возможность сельскохозяйственным предприятиям переходить на проектирование производства той или иной продукции с заданными параметрами качества и урожайности путём применения спутниковых систем и современных информационных технологий.

Технологии производства сельскохозяйственной продукции, получившие название **«точное земледелие»** (Precision Farming), стали активно развиваться за рубежом еще в конце 90-х годов. Практически сразу же они были признаны мировой сельскохозяйственной наукой весьма эффективными, передовыми, переводящими агробизнес на более высокий качественный уровень.

Разным вариантам агротехнологий, показанным в таблице 2.3, соответствует техника определённого поколения. Классификация техники на поколения условно выполнена авторами [14] по диапазону рабочих скоростей и ряду характерных показателей (табл. 2.4).

Для реализации интенсивных и высоких технологий необходима современная энергонасыщенная техника. Высокие технологии в точном земледелии требуют наличия техники, оснащённой бортовыми компьютерами, позволяющими вести эксплуатационно-технологический мониторинг агрегата в режиме реального времени и управлять процессами обработки почвы, внесения удобрений, посева, уборки урожая культур. При этом техника рассматривается как часть геоинформационной системы, она

контактирует с GPS-системами навигации и стационарными комплексами компьютерных программ сельхозпредприятия.

Таблица 2.4 – Классификация техники для агротехнологий

| Показатель | Поколение техники | | | | |
|---|-------------------|--------|---------|---------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 (прецизионная) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Рабочая скорость, км/ч | 5...9 | 9...15 | 12...17 | 12...24 | 12...24 |
| Повышенная энергонасыщенность | - | - | + | + | + |
| Комбинирование и многооперационность агрегата | - | - | + | + | + |
| Блочное-модульное исполнение | - | - | - | + | + |
| Уровень энерговооружённости труда, кВт/чел | <50 | <50 | 51...59 | 51...59 | 132...147 |
| Наличие бортового компьютера | - | - | - | + | + |
| Реализация точного земледелия | - | - | - | - | + |

С технической точки зрения машины 4 и 5 поколений имеют практически одинаковую энергетику и механическую сущность. Их отличие заключается в том, что техника 5-го поколения имеет более совершенный бортовой компьютер (электронный «мозг»), связанный с системой ГИС и компьютером в офисе предприятия. Это делает технику прецизионной, т.е. способной точно обеспечивать жизненные потребности растений, например, при выполнении операций посева, ухода за посевами, внесения удобрений и т.д.. Появление машин для прецизионного земледелия можно считать определённым этапом в развитии технического прогресса с точки зрения взаимодействия элементов в системе «машина-почва-растение».

В настоящее время оборудование, применяемое в сельском хозяйстве для точного вождения агрегатов, подразделяется на две группы: системы параллельного вождения (Parallel Tracking) и автопилоты (Auto Trac). Данные системы составляют основу точного земледелия. Системы параллельного вождения и автопилоты используют системы спутниковой навигации для определения текущего положения сельхозтехники. Таким образом, уже достигается очень высокая точность (до 3 см) вождения по заданным траекториям даже в условиях плохой видимости.

Система параллельного вождения – это возможность запоминания траектории первого прохода трактора в поле и отображение на мониторе дорожек, параллельных первому проходу, в соответствии с шириной захвата агрегата. Работа ведется при активном участии механизатора в управлении машиной. Механизатор следит за движением агрегата, не допуская отклонения от заданной траектории.

Автопилотирование отличается от параллельного вождения тем, что полностью исключается влияние человеческого фактора, а также работа ведется на более точном сигнале SF-2. Отклонения от заданной траектории контролируются электроникой и устраняются непосредственным вмешательством в систему рулевого управления, обеспечивая максимальную точность в среднем около 2 см. Тракторист помогает процессу управления трактором только на поворотах, что позволяет ему сосредоточить внимание на технологическом процессе.

Основные преимущества систем точного земледелия (табл. 2.5):

- экономия топлива и других расходных материалов;
- обеспечивает большую производительность сельскохозяйственных работ;
- максимально используется ширина агрегата, сводятся к минимуму перекрытия соседних рядов.
- исключаются пропуски между соседними рядами.
- увеличивается коэффициент загрузки техники (возможность работы ночью).
- обеспечивается возможность работы в условиях плохой видимости (пыль, туман);
- снижается утомляемость водителя.

Таблица 2.5 – Преимущества систем автопилотирования на различных технологических операциях

| Операция | Показатели | Результат |
|--------------------|---|---|
| 1. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ | – взаимных перекрытий меньше на 10–15%; – ровные проходы, минимальная площадь взаимных перекрытий; – повышенный уровень комфорта работы оператора | – снижение затрат на 10–15%; – повышение производительности на 15–20%. |

| | | |
|-----------------------|--|---|
| 2. ПОСЕВ | – прямолинейные проходы + минимум перекрытий; – ровная технологическая колея; | – снижение затрат на семена; – экономия до 5% затрат на удобрения и дальнейшее опрыскивание, благодаря высокой точности проходов |
| 3. ОПРЫСКИВАНИЕ | – опрыскивание любых паров, а также работа с почвенными гербицидами без пенных маркеров; – для возврата в требуемую точку поля после дозаправки используется функция запоминания текущего положения; – повышенная точность и скорость опрыскивания; – опрыскивание можно выполнять в ночное время | |
| 4. ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ | – более точное внесение удобрений на полях; – легкое определение траектории прохода; | – повышение производительности на 18–20% |
| 5. УБОРКА УРОЖАЯ | – использование всей ширины захвата жатки обеспечивается как на прямых, так и на криволинейных траекториях; – выгрузка легко выполняется на ходу; – поворот на конце гона быстрее; – автоматическое вычисление траектории соседнего прохода; – площадь перекрытий меньше на 10% | на 10% снижаются затраты и увеличивается производительность работ |

Комплектование МТП техникой 4-5 поколений позволит сократить требуемый комплекс машин на производстве зерна до 5-6 наименований. При выращивании зерновых культур **по интенсивной технологии** необходимы:

- базовый универсальный трактор;
- универсально адаптируемое почвообрабатывающее орудие;
- посевной адаптируемый почвообрабатывающий агрегат;
- опрыскиватель;
- зерноуборочный комбайн.

Нагрузка на одного механизатора в полеводстве при этом достигнет 220...250 га.

Важно знать, как затраты на новую прецизионную технику отразятся на себестоимости продукции и других технико-экономических показателях производства. В Самарской области были выполнены полевые исследования

эффективности прецизионного оборудования для дифференцированного внесения удобрений на площади 1365 га при средней урожайности яровой пшеницы 2,8 т/га. Срок окупаемости оборудования составил 1,5 года. Далее рассмотрим данные полевых исследований более подробно (расчеты действительны для условий и цен 2007 года).



вариант 1 - экстенсивная технология без применения удобрений (контроль);
вариант 2 - нормальная технология (удобрения в принятых в хозяйстве дозах);
вариант 3 - нормальная технология с применением GPS-навигации;
вариант 4 - интенсивная технология (расчетные дозы удобрений на планируемый урожай); **вариант 5** - интенсивная технология с применением системы точного земледелия.

Рисунок 2.8 – Себестоимость технологии возделывания яровой пшеницы в полевом опыте



Вариант 1 - экстенсивная технология без применения удобрений (контроль);
вариант 2 - нормальная технология (удобрения в принятых в хозяйстве дозах);
вариант 3 - нормальная технология с применением GPS-навигации; **вариант 4** - интенсивная технология (расчетные дозы удобрений на планируемый урожай);
вариант 5 - интенсивная технология с применением системы точного земледелия.

Рисунок 2.9 – Себестоимость произведенного зерна яровой пшеницы в вариантах опыта

Анализ структуры затрат производства показывает: более значительную долю составляют затраты на использование минеральных удобрений (от 830 до 1566 руб./га), чем на применение средств точного земледелия (дополнительные затраты на использование GPS-навигатора составляют всего 38 руб./га, а при комплексном использовании средств точного земледелия затраты возрастают всего лишь до 440 руб./га). Вместе с ростом урожайности яровой пшеницы при модифицировании технологий возрастает и уровень чистого дохода руб./га посева.

Полное отсутствие удобрений в технологии возделывания яровой пшеницы зачастую рассматривается как вариант экономии производственных ресурсов, на деле это ведет к значительному возрастанию себестоимости зерна. Это свидетельствует о том, что эффективность современных агротехнологий можно повысить путем не сокращения, а наоборот, вложения ресурсов в производство. При этом затраты на единицу земельной площади могут возрасть, но себестоимость каждой единицы произведенной продукции уменьшается за счёт прироста урожайности (рис. 2.9).

Перечисленные в таблице 2.4 поколения машин сегодня уже можно дополнить новым *шестым поколением* – робототехнические автономные системы для растениеводства, которые составляют основу **«умного» земледелия**. Лидирующими странами по производству роботов для растениеводства являются США, Испания, Дания, Япония и др. Современные роботы уже могут выполнять обработку почвы, посев и уход за посевами, а также уборку урожая. Главная цель производителей роботов – исключить человека из сферы полевых работ, оставить для него только контроль хода работ. Рост объёма продаж сельскохозяйственных роботов показывает, что с 2016 года до 2024 года он увеличился в 70 раз.

2.2 Концепция «умного» сельского хозяйства

Сформировавшаяся с начала XXI века концепция «точного» земледелия сегодня дополняется новой концепцией «умного» земледелия или «умного» сельского хозяйства. Её появление было стимулировано в мире развитием цифровой экономики после 2010 года.

2.2.1 Основные технологические тренды цифровизации сельского хозяйства

В настоящее время в мире идёт цифровизация различных сфер человеческой деятельности. На смену ручным или автоматизированным методам в производствах приходят цифровые решения. Для начала рассмотрим основные инструменты цифровой экономики.

Цифровая экономика – система экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых

информационно-коммуникационных технологий и на обмене данными в режиме реального времени. На рисунке 2.10 показаны основные инструменты (технологические тренды) цифровой экономики.



Рисунок 2.10 – Основные технологические тренды цифровой экономики

Список инструментов на рисунке 2.10 постоянно пополняется новыми технологическими решениями. Сельское хозяйство многих стран, в том числе России также преобразуется с участием цифровых технологий. Этому во многом способствует Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. N 203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы".

Уже сегодня в агропромышленных комплексах некоторых стран вышли на уровень серийного производства таких трендов цифровой экономики, как сельскохозяйственные роботы, оснащённые искусственным интеллектом. Также активно используется технология обработки больших данных и их облачные хранилища, методы прогнозирования на основе нейронных сетей, исследуются варианты создания цифровых двойников реальных объектов с целью оптимизации и совершенствования последних. По мнению многих специалистов, применение таких технологий, как Интернет-вещей, в сельском хозяйстве может оказать наибольшее влияние.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) – концепция вычислительной сети, соединяющей вещи (физические предметы), оснащённые встроенными информационными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой без участия человека.

Будущее «умного» сельского хозяйства во многом именно за платформами IoT, с помощью которых специалисты могут принимать верные решения по дальнейшему развитию производства.



Интеллектуальные сельскохозяйственные приложения набирают силу, обещая обеспечить круглосуточный мониторинг почвы и сельскохозяйственных культур, производительности оборудования, условий хранения, поведения животных и уровней потребления энергии.

Объединяя различные датчики, подключенные устройства и сельскохозяйственные объекты, IoT платформа оптимизирует разработку интеллектуальных

сельскохозяйственных систем и обеспечивает максимальную гибкость, например, для индивидуального проектирования производства. Это огромное преимущество для компаний, которые планируют неуклонно расширять свои экосистемы устройств IoT и со временем внедрять новые интеллектуальные сельскохозяйственные решения. Управление несколькими решениями и их модернизация на единой платформе IoT обеспечивает рациональную работу и предсказуемые результаты.

2.2.2 Сущность «умного» сельского хозяйства

В сельскохозяйственном производстве одним из способов повышения качества и количества сельскохозяйственной продукции является использование «умных технологий», которые смогут сделать производство более интеллектуальным и более связанным с помощью так называемого «умного фермерства». Сельскохозяйственные предприятия собирают огромное количество информации: об урожайности, почвах, а также данные о внесении удобрений, данные о погоде, оборудовании и здоровье животных. Умные датчики уже используются для мониторинга и раннего выявления случаев нарушения здоровья у животных и аномалий на посевах растений. (<https://www.intelvision.ru/blog/smartfarmblog?ysclid=lsk5uhrprl277438926>)

«Умное» сельское хозяйство – система программно-аппаратных решений, которые вместе позволяют автоматизировать и роботизировать отрасль. После внедрения этой системы ожидается повышение показателей КРІ (ключевые показатели эффективности) отрасли, качество и количество продукции увеличится, а все процессы производства станут максимально выгодными в финансовом плане. Здесь параметр КРІ выражается в цифрах или процентах и показывает соотношение запланированной деятельности к проделанной работе.



«Умное» сельское хозяйство – это концепция, которая направлена на то, чтобы позволить сельскохозяйственной отрасли использовать передовые технологии через IT-инфраструктуру. Аграрные smart-системы должны как можно меньше использовать внешние ресурсы (топливо, химикаты), чтобы снизить нагрузку на экологию. При этом в сельском хозяйстве все чаще применяются «зеленые технологии»: возобновляемые источники энергии, биотопливо, органические удобрения и т.д.

Характерной чертой «умного» сельского хозяйства является активное применение беспилотных аппаратов. Здесь дроны используются для улучшения различных методов ведения производства. Наземные и воздушные беспилотники служат для оценки состояния сельскохозяйственных культур, ирригации, мониторинга, опрыскивания посевов, внесения удобрений, посева и анализа почвы и полей.



Основные преимущества использования беспилотных летательных аппаратов включают визуализацию состояния растений, интегрированное картографирование, простоту использования, экономию времени и потенциал для увеличения урожайности. Дрон собирает мультиспектральные, тепловые и визуальные изображения во время полета, а затем приземляется в том же месте, где он взлетел. На основании данных от летающих дронов мы можем получить представление о показателях здоровья растений, подсчете растений и прогнозировании урожайности, измерении высоты растений, составлении карты полевых вод, отчетах о разведке, измерении запасов, измерении хлорофилла, содержании азота в пшенице, составлении карт дренажа, отображение концентрации сорняков и другое.

Широкое распространение в мире получили «умные» теплицы.



Умная теплица может быть спроектирована с помощью Интернета вещей, в результате этого конструкция интеллектуально контролирует климат, устраняя необходимость ручного вмешательства. Датчики IoT в теплице предоставляют информацию об уровне освещенности, давлении, влажности и температуре. Эти датчики могут автоматически управлять исполнительными механизмами, открывать окно, включать свет, управлять обогревателем, включать прибор или включать вентилятор, и все это управляется, например, с помощью сигнала Wi-Fi

<https://www.euromobile.ru/m2m-resheniya/iot-v-selskom-khozyaystve-tochnoe-zemledelie-umnye-teplitsy-i-drugie-innovatsionnye-resheniya/?ysclid=lsk86xq21o550097283>

Связь «умного» сельского хозяйства и «точного» земледелия. «Точное» земледелие, можно рассматривать как все, что делает практику ведения сельского хозяйства более контролируемой и точной, когда речь идет о выращивании сельскохозяйственных культур или разведении скота. В этом подходе к управлению производством ключевым компонентом является

использование информационных технологий и различных **IoT** элементов, таких как датчики, системы управления, робототехника, автономные механизированные средства, автоматизированное оборудование, технологии с переменной скоростью и так далее. Точное земледелие является одним из самых известных применений IoT в сельскохозяйственном секторе, и многочисленные организации используют эту технику во всем мире.

Продукты и услуги точного земледелия, например, включают в себя датчики влажности почвы, виртуальный оптимизатор с переменной скоростью орошения, системы параллельного вождения и автопилоты машин и так далее. Все эти решения увеличивают прибыльность на полях, повышают урожайность и эффективность использования машин и воды. А технология зондирования влажности почвы обеспечивает полную агрономическую поддержку в сезон и дает рекомендации по оптимизации эффективности использования ресурсов.

<https://media.mts.ru/business/175807/?ysclid=lsk560omfp736001238>

Учёные считают, что в будущем машины и роботы смогут полностью заменить ручной труд человека в сельском хозяйстве. Уже сейчас технологии, в том числе основанные на интернете вещей (IoT), помогают автоматизировать и контролировать процессы на фермах, ускоряют обработку информации и решают специфические проблемы производств.

2.2.3 Примеры ведения «умного» сельского хозяйства

Статистика показывает, что около 80% сельских производителей в Евросоюзе, по состоянию на 2018 г. уже внедрили элементы Интернета вещей, а в США – около 60% фермеров. Эти данные приводят авторы обзора «Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства» [15]. В Испании инновационная продукция занимает 12,7 % в общем объеме отгруженных товаров и работ в аграрно-промышленном комплексе, в Дании – 11,6 %, в Нидерландах – 9,2 % [данные Интернет-сайтов]. В России в 2019 году примерно каждое десятое хозяйство внедряло технологии точного земледелия. Таковы результаты опроса, проведенного журналом «Агроинвестор» среди 200 участников рынка. Инновационная продукция в отечественном АПК занимает всего 1,4 % во всем объеме отраслевых товаров и работ, возможности IoT используют 0,05–5 % производителей РФ [4].

Рассмотрим, какие умные устройства и IoT-решения применяют в сельхозпроизводстве разных стран сегодня.

Израиль.

На площади чуть больше 20 тысяч квадратных километров, большую часть из которых занимает пустыня, фермеры Израиля выращивают овощи и фрукты. Это позволяет не только закрыть внутренние потребности, но и экспортировать товары – цитрусовые и тропические фрукты отсюда поставляются почти в 40 стран мира, в их числе около 20 стран Европы,

включая Россию. В общем объёме экспорта продукция растениеводства занимает около 3%.

Разработка израильской агротехнической компании Roots – умные трубы, которые прокладываются в почве. Система RZTO (Root Zone Temperature Optimization) рассчитывает и устанавливает оптимальную температуру земли для каждого участка. Водоналивные трубы нагревают корневую зону зимой и охлаждают её в течение лета, поддерживая относительно стабильную температуру. Также трубы проходят по поверхности почвы, используются для конденсации влаги из воздуха и орошения растений. По последним данным компании, «умные» трубы уже используются в теплицах при выращивании огурцов, помидоров, клубники, дыни, базилика и салата. После внедрения технологии урожайность различных культур увеличилась от 10 до 66%.

Япония.

Только 15% территории Японии пригодны для ведения сельского хозяйства. Чтобы компенсировать скудные природные ресурсы, страна делает ставку на разработку умных технологий, которые позволяют повысить производительность труда фермеров. Автоматика, датчики и сложная техника используются во многих областях сельского хозяйства, в том числе и в животноводстве, которое пока развито очень слабо. С помощью Интернета вещей фермеры следят за физическим состоянием коров и даже их настроением.

Крупнейшая в Японии IT-корпорация Fujitsu разработала систему GyuNo SaaS («шагающая корова» с японского) или Connected Cow («подключённые коровы»). На животное надевается специальный браслет, который считает шаги, сделанные в течение дня. Данные об активности стада отправляются в облако, анализируются и передаются на смартфон или компьютер фермера. Информация обновляется каждый час, благодаря этому специалисты могут корректировать кормление, доение и сон животных. Заболевание у «подключённых коров» можно обнаружить на ранней стадии, ведь животное, которому нездоровится, будет двигаться меньше.

Активно внедрять систему в Японии начали в 2013 году. К системе подключили около 40 тысяч коров. По информации Forbes, к 2017 году технология Fujitsu использовалась на 64 фермах в Японии, Корее, Польше, Румынии и Турции.

Норвегия.

Норвегия – один из главных поставщиков лососевых на мировой рынок. Промысловую добычу здесь постепенно вытесняют рыбные фермы. Главным врагом рыбоводчиков является рачок *Lepeophtheirus salmonis*, известный как лососевая вошь. Паразит размножается на коже лосося, нанося серьёзный урон здоровью рыбы и приводя к огромным потерям предприятий.

Для решения проблемы, в Норвегии с 2016 года разрабатывают систему распознавания рыб на фермах. Для того чтобы выявить заражённых паразитом лососей, каждая особь сканируется с помощью датчиков и 3D-

камер. Система различает рыб на основе уникальных пятен вокруг глаз, рта и жабр, каждая из попавших в объектив особей получает собственную виртуальную медицинскую карточку. Благодаря этому специалисты постоянно следят за состоянием здоровья и увеличением веса каждой особи, могут вовремя заметить, если рыба больна, и отправить её в карантин. По оценкам специалистов, выявление заболеваний у рыб на ранней стадии позволит сократить их смертность примерно на 50–75%

Великобритания.

Сельское хозяйство Великобритании считается одним из самых эффективных в Европе. Занимаются им в основном фермеры, а крупных предприятий очень мало. В отрасли занято около 2% работающего населения, и это число постепенно сокращается. По этой причине замена людей роботами в агросфере для страны является возможностью сохранить отрасль и производительность работ.

В сентябре 2017 года в Великобритании собрали первый урожай, выращенный роботами. Учёные автоматизировали все процессы, чтобы доказать, что в современных условиях аграрию не обязательно самому садиться за руль трактора или комбайна. Умная техника самостоятельно высадила, вырастила и убрала ячмень на опытном гектаре. Первый урожай с поля, на которое не ступала нога человека, составил 4,5 тонны зерна.

Роботизированная ферма – это проект Университета Харпера Адамса. На ферме Hands Free Hectare использовались дроны, которые проводили съёмку угодий с помощью мультиспектральных датчиков: это позволяло понять, в каком состоянии посевы, а также вовремя начать борьбу с сорняками и вредителями. Наземные машины брали пробы земли, анализировали и подбирали подходящие удобрения. Для посева и уборки использовали небольшие автоматизированные комбайны, тракторы и сеялки, оснащённые GPS. Все данные поступали в единый центр, откуда разработчики следили за работой автоматики. Стоимость проекта Hands Free Hectare оценили в 356 тысяч долларов США.



После успеха с ячменём, экспериментаторы высадили озимую пшеницу. Разработчики продолжают работать над тем, чтобы усовершенствовать робототехнику и расширить площади под культуры.

Россия. Цифровая долина Крым

В Крыму функционирует сельскохозяйственная цифровая платформа «Цифровая долина Крым». Она имеет достаточно развитый функционал и относится к классу отраслевых. Помимо значительной оптимизации существующих бизнес процессов и экономических взаимодействий между участниками многостороннего рынка и государством, она делает возможными ряд новых процессов. Мы рассмотрим только один из них (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 – Экономические взаимодействия в рамках сельскохозяйственной цифровой платформы «Цифровая долина Крым»

Один из крымских виноградарей разработал высокоэффективную комплексную технологию выращивания винограда с использованием автоматизированного мониторинга состояния почвы, воздуха, воды, контроля системы полива, удобрений и т.д. В разработку технологии были инвестированы значительные средства и время, которые не могут окупиться в рамках собственного хозяйства. Данная технология была размещена на сельскохозяйственной цифровой платформе. Любой желающий может внедрить в собственном хозяйстве данную технологию, воспользовавшись соответствующим облачным сервисом. Применение технологии значительно улучшает качество винограда и повышает урожайность. С каждого, кто выражает желание пользоваться технологией, платформа взимает небольшую плату, которая распределяется между самой платформой и владельцем технологии.

Данная схема невозможна без цифровой платформы, поскольку:

- без платформы нельзя понять кто и в каком объеме использует данную технологию;
- тиражирование технологии без платформы затруднительно;
- без платформы невозможно проконтролировать соблюдение процесса;
- разработчик получает возможность монетизировать свои разработки;
- виноградары получают гарантированный спрос на их продукцию;

- винодельческий комбинат получает прогнозируемый объем сырья гарантированного качества.

Винодельческий комбинат «Массандра» выразил готовность покупать продукцию частных виноградарей, которые пользуются технологией, размещенной на платформе, поскольку использование данной технологии гарантирует качество продукции, а платформа позволяет проконтролировать отсутствие нарушений в процессе производства.

Германия.

Фермеры ФРГ используют в овощеводстве систему Интернета вещей, которая работает на облачной платформе. Система часто измеряет температуру, влажность почвы на каждой грядке и на разных уровнях и сохраняет данные в облаке. Затем эта информация с результатами анализа поступают фермеру на мобильное приложение через удобный интерфейс. Самообучающиеся информационные системы отделяют важные данные, обрабатывают их и могут делать на их основе прогнозы.

Успешно используются системы IoT на виноградниках в долине Мозеля, старейшем винодельческом регионе Германии. Кроме определения температуры, влажности почвы и мониторинга окружающей среды, в систему поступают данные о количестве солнечной радиации, кислотности почвы и содержании в ней биогенных элементов. Это позволяет получить не только общее представление о состоянии виноградников, например, о возможном заражении, но и прогнозы о качестве и будущем количестве вина.

Для сбора информации используются беспилотники, сети IoT, спутниковые технологии, самоуправляемая спецтехника. В стране движение к «умному» фермерству поощряется различными проектами и программами, финансируемыми за счет государственного бюджета и частных инвестиций.

Китай.

В Китае имеет место промышленный подъем в производстве сельхозмашин, который согласуется с планами китайского правительства завершить к 2025 году комплексную механизацию сельскохозяйственного производства и приступить к дальнейшим этапам его автоматизации и интеллектуализации. Долгосрочные государственные планы направлены на развитие в стране «умного земледелия» и цифровизации управления технологическими процессами. К 2035 году научно-техническая инновационная способность сельскохозяйственной техники в Китае должна достигать уровня аналогов в развитых странах, с акцентом на информационные технологии. К 2050 году страна планирует занять лидирующие позиции в мире в области «умного» сельского хозяйства. Реализации этих планов содействует синергетический эффект от развития и применения в сельском хозяйстве страны беспилотных летательных аппаратов, систем навигации, в том числе национальной спутниковой системы BeiDou, и технологий беспроводной связи 5G, которая в Китае уже имеет широкий охват территорий.

Следует обратить внимание на некоторые шаги китайского государства, принятые к улучшению технологичности АПК страны. Так «Руководство по внедрению субсидий на закупку сельскохозяйственной техники на 2018–2020 годы», выпущенное совместно министерствами сельского хозяйства и финансов, запустило в стране массовое приобретение беспилотных машин и крупногабаритной техники, в том числе импортной. Этот же документ стимулировал активное внедрение фермерами умных датчиков и технологий Интернета вещей. В 2020 году Министерство финансов Китая выделило более 20 миллиардов юаней в качестве субсидий центрального правительства на покупку техники и IT-решений. Государственный Китайский банк развития создал специальную программу кредитования для модернизации сельскохозяйственной инфраструктуры и поддержки развития фермерских земель в стране. Средства программы используются для улучшения существующих земельных угодий, а также для содействия применению механизированных и информационных технологий в аграрном секторе.

Представленный обзор показывает, что достижения в области программного и аппаратного обеспечения открывают новые методы ведения сельского хозяйства, особенно благодаря внедрению интеллектуальных датчиков, роботизированной автоматизации, современных биологических препаратов, цифровых данных и многих крупных компаний, которые определили необходимость в интеллектуальном сельском хозяйстве. В результате растущая технологическая революция в области умного сельского хозяйства стимулирует рост глобального рынка умного сельского хозяйства с точки зрения стоимостных продаж.

Одним из основных факторов, ограничивающих рост «умного» сельского хозяйства, являются высокие инвестиции, необходимые для внедрения различных сельскохозяйственных компонентов. Кроме того, в «умном» сельском хозяйстве используются различные методы доставки пассивной среды и питательного раствора в корень растения, что обходится дороже, чем при традиционных технологиях. Также часто фермеры не до конца осознают эксплуатационные и технологические преимущества полного метода «умного» сельского хозяйства, что является одним из ключевых ограничений рынка. Кроме того, высокие капитальные вложения, необходимые для внедрения интеллектуальных решений в «умном» сельском хозяйстве, представляют собой серьезную проблему для фермеров в развивающихся странах.

Несмотря на это, мировой рынок интеллектуальных систем для АПК, по данным крупнейших мировых маркетинговых агентств, уже к 2025 году составит \$4,34 млрд. Ежегодный прогнозируемый рост – 13,6%. «Умное» сельское хозяйство, согласно мировому рейтингу потенциального позитивного эффекта глобальных технологий, занимает первое место в мире. <https://tass.ru/ekonomika/6799945?ysclid=ls4i61wclf915842023>

2.2.4 Автономные роботы для растениеводства

Автономные робототехнические системы, управляемые искусственным интеллектом и дистанционно с участием оператора, являются неотъемлемой частью будущего «умного» сельского хозяйства и растениеводства в частности. Роботизация растениеводства во многих странах призвана решать две актуальные проблемы – растущая нехватка квалифицированных механизаторских кадров, необходимости защиты почв за счет использования более компактной и легкой техники, обеспечивающей производительность за счет увеличения продолжительности рабочего дня. Однако, например, в Китае уже провели испытания не только компактных автономных тракторов и комбайнов с относительно небольшой мощностью (примерно 65 кВт для тракторов), но и их более мощных аналогов (300 л.с. для комбайна).

Рассмотрим несколько известных в мире передовых робототехнических систем для растениеводства.

https://dzen.ru/a/ZUDVROs_QEYF9Sp

Орудийный транспортер (трактор) **Agrointelli Robotti**, разработанный датским производителем Agrointelli, может работать с любым количеством различных орудий на своих четырех колесах (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Орудийный транспортер Agrointelli Robotti

Энергосредство способно агрегатироваться с 2,5-метровой сеялкой Pottinger Vitasem для посева бобовых, масличного рапса и зерновых, четырехрядной сеялкой точного высева Monosem для сахарной свеклы и кукурузы, четырехсекционной сеялкой Stanhay для овощных и салатных культур, бороной с гибкими зубьями для прополки и четырехрядной картофелесажалкой.

Эта модель Robotti предназначена для работы в легких условиях, оснащается одним дизельным двигателем Kubota мощностью 72 л.с., топлива

которого хватает на 60 часов безостановочной работы. Для выполнения маневров предусмотрен передний привод, для обеспечения тяги – полный привод. При ручном дистанционном управлении скорость движения составляет 10 км/ч, а при работе – вдвое меньше, что помогает сохранить точность управления. Компания Aggointelli поставила более 50 образцов беспилотника на фермы во многих странах.

Известен также автономный трактор **AgBot 2.055W4** компании AgXeed (рис. 2.13). Это полноприводный беспилотный трактор мощностью 75 л.с.



Рисунок 2.13 – Автономный трактор AgBot 2.055W4 компании AgXeed

В линейке AgBot имеется также специализированный беспилотник типа двух-гусеничной машины с мощностью двигателя 156 л.с. У трактора орудия перевозятся сзади с помощью трехточечной навески грузоподъемностью 8 т, а спереди – с помощью узла грузоподъемностью 3 т, например, для перевозки бункера для задней установки бура.

Совместное предприятие компании Krone и фирмы Lemken, специализирующейся на оборудовании для пастбищ, выпустило полноприводный трактор, предназначенный для автономной работы (рис. 2.14). Трактор имеет ширину 2,7 м, высоту 2,6 м и массу 7,5-8 т, работает на 23-дюймовых колесах, приводимых в движение дизель-электрической силовой установкой с максимальной мощностью 170 кВт (230 л.с.), что более чем достаточно для вспашки, культивации и посева, а также косы, боронования и сгребания.

Ключевым элементом системы управления трактора является то, что она ориентирована на систему Isobus Tractor Implement Management (Tim), позволяющую датчикам и рабочему компьютеру навесного оборудования передавать трактору управляющие команды – например, для изменения скорости, регулировки гидравлики, остановки и запуска.



Рисунок 2.14 – Автономный трактор Lemken Krone Combined Powers

В Великобритании известна специализированная машина **FarmDroid FD20**, предназначенная для точного высева и прополки, которая в настоящее время эксплуатируется в основном на органическом производстве сахарной свеклы, кормовой свеклы и овощей (рис. 2.15).



Рисунок 2.15 – Специализированная машина FarmDroid FD20

Компания "John Deere" исследует множество технологий автономной работы и типов транспортных средств, включая управляемый трактор и опрыскиватель с автоматической дозправкой для использования в садах и т.п., а также специально разработанный опрыскиватель без водителя для опрыскивания кукурузы с высокой проходимостью, работающий на четырех гусеничных тележках. Ярким событием от компании в январе 2022 г. стало известие о скором поступлении в продажу автономной версии обычного трактора серии 8R, причем первоначально она будет ориентирована на

выполнение работ по долотообразной обработке почвы с использованием самой мощной модели в этой линейке – трактора модели 8R 410 мощностью 443 л.с. для черновой работы и 458 л.с. для работы с ПТО, транспортировки и приложений с интенсивной гидравлической нагрузкой. Компания предлагает также автономный электрический трактор (рис. 2.16).



Рисунок 2.16 – Автономный электрический трактор John Deere в поле

Модель имеет конфигурацию обычной версии, но оснащена шестью парами стереокамер, позволяющих обнаруживать препятствия на 360 градусов и рассчитывать расстояние до них. Изображения анализируются нейросетью глубокого обучения, которая примерно за 100 миллисекунд классифицирует каждый пиксель и определяет, может ли машина продолжать движение или должна быть остановлена.

Наблюдается также активный прогресс среди автономных уборочных комбайнов. <https://agrotrend.ru/news/11816-9-proektov-kombaynov-bespilotnikov/>

Британский стартап Dogtooth Technologies еще в 2017 году представил автономную роботизированную платформу на гусеничном ходу, оснащенную рукой-манипулятором для сбора клубники или яблок, при этом ягоды выращиваются на приподнятых над землей стеллажах (рис. 2.17).

Технология машинного зрения разрабатывалась в сотрудничестве с Национальным институтом агроботаники Кембриджского университета. Достоинства робота состоят не только в умении аккуратно сорвать ягоду или плод, но и в способности, перемещаясь по агроферме, анализировать состояние кустов, выявлять участки зрелых и готовых к сбору ягод, определять, где клубнике еще надо дозреть, а где возникли проблемы (например, культура поражена вредителем).



Рисунок 2.17 – Автономная роботизированная платформа на гусеничном ходу для сбора клубники

Также известны роботизированные машины **Agrobot E-series** для сбора клубники от испанской компании Agrobot (рис. 2.18).



Рисунок 2.18 – Роботизированная машина Agrobot E-series для сбора клубники

Компания «Ростсельмаш» в 2020 году представила беспилотный комбайн TORUM 785 (рис. 2.19). Эта разработка является частью инновационного проекта «Автономная ферма». Проект направлен на массовое использование беспилотных технологий и высокоточной навигации в сельском хозяйстве. Комбайн-робот в онлайн режиме получает карту-задание на бортовой компьютер. Задание формируется в системе Agrotronic при помощи системы RSM Router, которая благодаря алгоритму, используя геометрию поля, а также характеристики машин создает максимально оптимальный маршрут движения в поле для одной или

нескольких машин. При этом, для зерноуборочных комбайнов формируются заранее места выгрузки по признаку полного бункера и эта информация передается водителю машины перегрузчика. Комбайн при этом движется по заранее намеченной траектории, придерживаясь заданного маршрута с точностью до 2,5 см.



Рисунок 2.19 – Беспилотный комбайн TORUM 785 (РОСТСЕЛЬМАШ)

Автоматизированы также функция управления скоростью, благодаря системе RSM AutoCrop. Также, полностью автоматизировано управление жаткой: перед въездом в загонку жатка автоматически опускается, а при выезде поднимается. Задача оператора только отслеживать параметры процесса обмолота.

В 2021 году в провинции Гуандун китайская компания Country Garden провела успешную полевую демонстрацию беспилотного автономного комбайна мощностью 300 л.с. и автономного трактора мощностью 300 л.с. со стерневым культиватором. (https://dzen.ru/a/YacsGZ-2IUq_ntqF)

Беспилотный комбайн стал мировым лидером в этом классе мощности. Машина оснащена искусственным интеллектом, который собирает данные и оптимизирует параметры обмолота и очистки (рис. 2.20). Комбайн за 10 час основного рабочего времени может убрать до 200 га риса.

Техника имеет функцию дистанционного управления, которая, помимо основной задачи, может также определять положение подключенных машин с помощью различных датчиков, собирать и записывать основные рабочие параметры в режиме реального времени.



Рисунок 2.20 – Автономный зерноуборочный комбайн китайской компании Country Garden

Не меньший резонанс вызвал и автономный трактор мощностью 300 л.с. со стерневым культиватором (рис. 2.21). Это первая подобная модель в Китае. Многие крупные западные производители тракторов уже участвуют в разработке автономных тракторов всех размеров. И похожий автономный трактор недавно представил белорусский бренд МТЗ-Беларусь.



Рисунок 2.21 – Автономные тракторы китайской компании «Country Garden»

Центр дистанционного мониторинга является неотъемлемой частью парка техники, состоящего из беспилотных образцов. Он представляет собой облачную платформу, в которой все должно было быть задокументировано заранее, прежде чем машины выйдут на поле. Платформа может дать команду беспилотной сельхозмашине выполнить соответствующую задачу, а система мониторинга сельскохозяйственной ситуации может в режиме реального времени видеть информацию о погоде, почве, болезнях сельскохозяйственных культур, вредителях и сорняках, а также отслеживать состояние посевов в режиме реального времени.

Китайская ассоциация искусственного интеллекта прогнозирует, что к 2030 году беспилотные тракторы и комбайны станут обычным явлением в сельской местности Китая. Результаты инновационного развития в этом

направлении можно уже видеть на примере первых серийных образцов автономных беспилотных тракторов и комбайнов.

В 2020 году в китайском государственном инновационном центре сельскохозяйственной техники (CHIAIC), расположенном в Лояне (провинция Хэнань) состоялась церемония запуска в производство первого на территории страны беспилотного электротрактора модели ET504-H. Данный агроробот создан для «умного земледелия», представляет собой экологически чистый электрический беспилотный трактор весом 1,86 тонны, с номинальной тягой 12,6 кН и максимальной мощностью 56 кВт. В движение трактор приводится синхронным электродвигателем и независимыми электрическими моторами для поворотного и подъемного механизмов. Электричество вырабатывает *водородный топливный элемент*, который обеспечивает машину энергией при низкой нагрузке. При повышенных нагрузках дополнительно используется литиевый аккумулятор. Трактор не имеет кабины и рычагов управления, работает автономно или управляется оператором дистанционно, поддерживая связь по каналам стандарта 5G. На местности машина ориентируется, используя радиолокационную систему и данные GPS-навигации. Максимальная рабочая скорость трактора составляет 30 км/ч, в автономном режиме он способен работать круглосуточно.

В ноябре 2023 года на выставке "Пояс и путь" в провинции Хэнань были представлены модели серийных беспилотных колесных и гусеничных тракторов под брендом IAIC (рис. 2.22) [16].



Рисунок 2.22 – Колёсный и гусеничный беспилотные тракторы IAIC

3 УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

3.1 Методы управления качеством

Качество продукции представляет собой материальную основу удовлетворения как производственных, так и личных потребностей людей, и этим определяется его уникальная общественная, экономическая и социальная значимость. За время создания и развития науки о качестве у разных ученых и исследователей сложилось свое мнение о том, что такое качество. Одни исследователи различают философский, социологический, экономический, правовой, статистический аспекты качества, другие выделяют кибернетическую, математическую, техническую, производственную, потребительскую её сторону.

Экономический аспект качества является решающим среди других, и исследования других аспектов будут иметь практическое значение только в том случае, если они будут осуществляться на экономической основе [17, 18]. Экономическое содержание понятия «качество продукции» базируется на том, что качество продукции формируется в процессе её изготовления. Поэтому как экономическая категория качество продукции рассматривается как овеществлённый результат производственной деятельности людей, сопряжённый с соответствующими затратами.

Определение качества относится как к продукции и услугам, так и к процессам производства продукции и оказания услуг.

Показатель качества – это количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в её качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям её создания и эксплуатации или потребления [18].

Основной задачей любой организации является обеспечение качества выпускаемой продукции и услуг. Для сельскохозяйственных предприятий этот вопрос имеет важное значение, как на уровне качества готовой сельскохозяйственной продукции, так и на уровне отдельных технологических процессов и операций по производству данной продукции.

Менеджмент качества может включать разработку политики в области качества, целей в области качества и процессов для достижения этих целей в области качества посредством планирования качества, обеспечения качества, управления качеством и улучшения качества.

Деятельность, обозначенная как менеджмент качества, значительно шире управления качеством и включает в себя четыре составляющих, показанных на схеме рисунка 3.1 [17].



Рисунок 3.1 – Составляющие менеджмента качества на предприятии

К методам управления качеством относятся способы и приемы осуществления управленческой деятельности и воздействия на управляемые объекты для достижения поставленных целей в области качества. Все известные методы управления качеством делят на общенаучные и конкретные. Общенаучные методы включают анализ и синтез, а также метод научной абстракции, которые применяются при исследовании определенных проблем в области управления качеством. Однако особое значение имеют конкретные методы и приемы, которые в зависимости от целей применения и спектра решаемых задач можно разделить на следующие группы (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Классификация конкретных методов управления

Организационные методы применяются для разработки и реализации обязательных для исполнения директив, приказов, направленных на повышение качества деятельности организации. Они включают [18]:

а) стабилизирующие методы (обучение, консультации) – связаны с регламентацией деятельности организации;

б) распорядительные методы – предполагают разработку, издание и выполнение распоряжений, приказов, нацеленных на решение конкретных проблем в области управления качеством;

в) дисциплинарные методы – предполагают установление ответственности за те или иные поручения, а также определение форм поощрения работников за достижения в работе

Экономические методы нацелены на реализацию функции мотивации персонала качественно выполнять свою работу в рамках стимулирования деятельности отдельного работника, группы и организации в целом.

Социально-психологические методы включают методы воспитательного характера, а также методы психологического воздействия на сотрудников организации. Цель – мотивация высококачественного труда персонала путем создания возможностей для самовыражения в этом процессе.

Технологические методы включают методы контроля качества продукции и процесса, а также методы воздействия на качество продукции и процесса.

Экспертные методы основываются на экспертных оценках. Сущность их заключается в усреднении полученных различными способами мнений специалистов-экспертов по рассматриваемым вопросам.

3.2 Методы определения значений показателей качества продукции

В зависимости от способа и источника получения информации различают две группы методов определения значений показателя качества [18]:

1. К первой группе относятся измерительный, регистрационный, органолептический и расчетный методы;

2. Ко второй группе – экспертный и социологический методы.

Измерительный метод основан на информации, получаемой с использованием технических средств измерения: толщиномеров, линеек, рулеток, весов, влагомеров, термометров и других инструментов, приборов и аппаратов. С помощью измерительного метода определяют значения таких показателей, как линейные размеры продукции, коэффициент рефракции смолы, блеск лакового покрытия, предел прочности при растяжении, прогиб лыж.

Регистрационный метод основан на использовании информации, получаемой путем подсчета числа определенных событий, предметов или затрат. При использовании этого метода не предусматривается применение

технических средств измерения, но допускается использование усиливающих средств — микроскопа, лупы, а также технических регистрационных средств типа автоматических счетчиков, магнитофонов, осциллографов. Регистрационным методом определяют количество пороков древесины и дефектов отделки, число отказов изделия, количество частей сложного изделия и др.

Органолептический метод основан на использовании информации, получаемой в результате анализа восприятия органов чувств: зрения, обоняния, слуха, осязания и вкуса. При органолептическом методе органы чувств являются датчиками того или иного ощущения. Точность и достоверность таких значений зависят от квалификации, навыков и способностей определяющих их работников. Органолептический метод широко применяется для определения эстетических и эргономических показателей. Для выражения показателей качества, определяемых органолептическим методом, обычно используется способ выражения показателей качества с помощью условной системы численных баллов. Непременным условием при балльной системе является установление признаков, наиболее полно характеризующих качество продукции.

Расчетный метод основан на использовании информации, полученной с помощью теоретических или эмпирических зависимостей. Этим методом пользуются главным образом при проектировании продукции, когда она еще не может быть объектом экспериментальных исследований (испытаний). Этим же методом могут быть установлены зависимости между отдельными показателями качества (например, при расчете комплексных показателей качества).

Экспертный метод основан на решении экспертов. Экспертом считается лицо, обладающее высокой компетентностью в определенных областях знаний, основанной на использовании обобщенного опыта и интуиции, и которая проявляется, в частности, в умении давать реалистические оценки в тех сферах, где имеется неопределенность и велико влияние случайных факторов. Экспертные методы применяются в тех случаях, когда для определения значения единичных или комплексных показателей качества продукции невозможно или затруднительно использовать более объективные методы, например измерительный или расчетный. Экспертные методы широко используются при определении значений эргономических и эстетических показателей. Эксперты во многих случаях основывают свои оценки на органолептическом методе.

Социологический метод основан на сборе и анализе мнений фактических или возможных потребителей продукции. Сбор мнений потребителей производится путем устных опросов или с помощью распространения специальных анкет-вопросников или проведением конференций, совещаний, аукционов, выставок и т. п. Социологический метод, так же, как органолептический и экспертный, относится к числу субъективных методов. Однако возможности получения объективной

информации при социологическом методе значительно шире. При этом методе может быть использовано такое количество мнений, которое в состоянии обеспечить достаточную статистическую надежность оценки. Таким образом, эффективность социологического определения численных значений показателей качества продукции в большой мере зависит от научной обоснованности системы опроса и от применения математических методов обработки информации.

3.3 Методы и виды контроля качества продукции

Обеспечение и повышение качества выпускаемой продукции – одна из главных задач производства. В решении задачи обеспечения и повышения качества продукции важная роль отводится контролю качества на всех этапах производства с целью проверки соответствия показателей качества установленным требованиям. Отслеживание конкретных результатов деятельности в целях определения соответствия требованиям по качеству является контролем. Многообразие видов контроля качества вызывает необходимость их систематизации и классификации по ряду признаков. Классификация видов контроля качества продукции представлена на рисунке 3.3 (ГОСТ 16504-81).

| Контроль качества продукции | |
|--|---|
| Признаки классификации | Виды контроля |
| по возможности использования проконтролированной продукции | разрушающий; неразрушающий |
| по объему контролируемой продукции | сплошной; выборочный |
| по цели контроля | приемочный контроль продукции; статистическое регулирование технологического процесса |
| по стадиям производственного процесса | входной; операционный; готовой продукции; транспортирования; хранения |
| по характеру контроля | инспекционный; летучий |
| по принимаемым решениям | активный; пассивный |
| по контролируемому параметру | по количественному признаку; по качественному признаку; по альтернативному признаку |
| по средствам контроля | визуальный; органолептический; инструментальный |
| по характеру поступления продукции на контроль | партиями; непрерывный |

Рисунок 3.3 – Классификация видов контроля качества продукции

Правильно организованная система технического контроля должна создавать в коллективе атмосферу нетерпимости «брака», побуждать сотрудников к творческому поиску способов улучшений. Контроль можно разделить на технический контроль и испытания.

Технический контроль – это проверка соответствия объекта контроля установленным техническим требованиям. Он производится в три этапа:

1. Получение первичной информации о состоянии объекта контроля (например, методом измерения).

2. Получения вторичной информации путем сравнения результатов измерения с нормами качества объекта контроля.

3. Выработка корректирующих действий в результате анализа причин несоответствий.

Метод контроля включает:

- технологию проведения контроля;
- контролируемые признаки;
- средства контроля;
- точность контроля.

В процесс технического контроля включены:

- объект контроля;
- метод контроля;
- исполнители контроля;
- документация на проведения контроля.

В процессе технического контроля применяются также контрольные образцы. *Контрольный образец* – это утвержденная в установленном порядке единица продукции или ее часть (или проба), характеристики которых приняты за основу при изготовлении и контроле такой же продукции.

3.4 Статистические методы контроля качества и регулирования процессов

Статистические методы контроля и регулирования процессов производства позволяют получать достоверную информацию о качестве и принимать на этой основе научно обоснованные решения, сводя к минимуму субъективные факторы, искажающие истинную картину о качестве продукции и процессов. Стандарты ИСО серии 9000 определяют применение статистических методов как самостоятельного элемента системы качества предприятий. Статистические методы управления качеством можно разделить по назначению на две основные группы: статистические методы оценки качества продукции и методы статистического регулирования технологических процессов.

Важно в процессе сбора тщательно упорядочить данные, чтобы облегчить их последующую обработку. Если данные требуется собирать постоянно, то надо заранее разработать стандартные формы их регистрации. В реальных условиях представляется целесообразным регистрировать

данные в простой и доступной для использования форме. Такой форме отвечает **контрольный листок** – бумажный бланк, на котором заранее напечатаны контролируемые параметры, с тем, чтобы можно было легко и точно записать данные измерений [18]. Его назначение имеет две цели: облегчить процесс сбора данных и автоматически упорядочить данные для их последующей обработки. Рассмотрим некоторые типы контрольных листков в зависимости от назначения сбора информации.

Контрольный листок для регистрации **видов дефектов** (рис. 5.4). Каждый раз, когда контролер обнаруживает дефект, он делает в листке пометку (штрих). Когда набирается 4 штриха, пятый их перечеркивает. В конце рабочего дня контролер может быстро сосчитать число и разновидности дефектов.

| Типы дефектов | Группы данных | Итого |
|---------------|----------------------------|-------|
| Трещины | /// | 10 |
| Царапины | /// /// /// ///.../// // | 42 |
| Пятна | /// / | 6 |
| Деформация | /// /// /// ///.../// //// | 104 |
| Разрыв | /// | 4 |
| Раковины | /// /// /// /// | 20 |
| Прочие | /// /// //// | 14 |
| Итого | | 200 |

Рисунок 3.4 – Контрольный листок видов дефектов

К недостаткам этого листка можно отнести невозможность провести расслоение данных.

Диаграмма Парето

Диаграмма итальянского экономиста Парето позволяет выяснить причины появления немногочисленных существенно важных дефектов и сосредоточить усилия на ликвидации именно этих причин. Диаграмма Парето подтверждает правило «80 на 20», которое гласит, что 80 процентов дефектов вызываются 20-ю процентами проблем [17, 18]. Таким образом, диаграмма Парето помогает понять, какие 20 процентов проблем вызывают 80 процентов дефектов. Эта диаграмма наглядно идентифицирует самый существенный источник несоответствий в системе. Д. Джуран (США) применил правило и диаграмму Парето для контроля качества продукции и назвал этот метод анализом Парето. С помощью диаграмм Парето анализируют виды брака, суммы потерь от брака, затраты времени и материальных средств на его использование, содержание рекламаций и затраты, связанные с рекламациями, число случаев отказов изделий. На диаграмме Парето по оси абсцисс отложены причины возникновения проблем качества в порядке убывания вызванных ими проблем, а по оси ординат – в количественном выражении сами проблемы, причем как в численном, так и в накопленном (кумулятивном) процентном выражении (рис. 3.5).

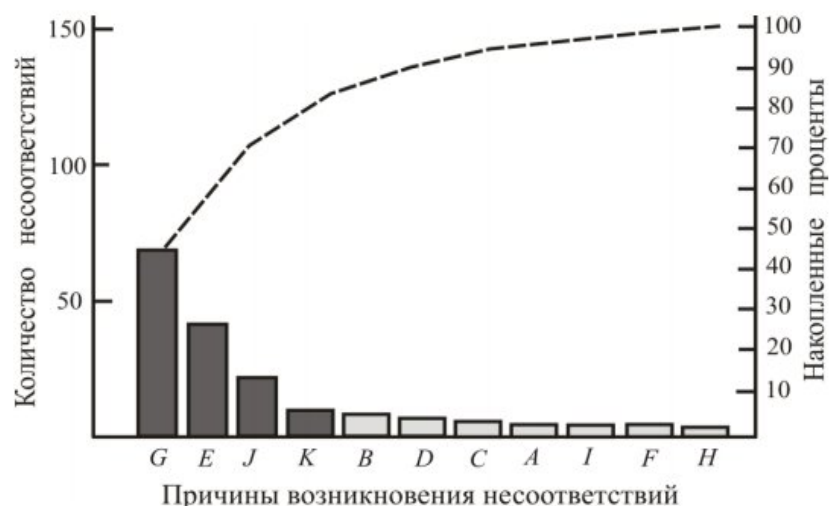


Рисунок 3.5 – Пример диаграммы Парето

На диаграмме отчетливо видна область (GEJK) принятия первоочередных мер, очерчивающая те причины, которые вызывают наибольшее количество несоответствий. Таким образом, в первую очередь, предупредительные мероприятия должны быть направлены на решение именно этих проблем.

Методика построения диаграммы Парето. На первом этапе надо решить, какие проблемы надлежит исследовать и как собирать и классифицировать данные. Одновременно необходимо установить метод и период сбора данных. Этап 2 – разработать контрольный листок для регистрации данных с перечнем видов дефектов. Этап 3 - заполнить листок регистрации данных и подсчитать итоги. Воспользуемся, для примера, данными контрольного листка на рисунке 3.6.

| Типы дефектов | Число дефектов в | Накопленная сумма числа дефектов | Процент числа дефектов | Накопленный процент |
|---------------|------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------|
| Деформация | 104 | 104 | 52 | 52 |
| Царапины | 42 | 146 | 21 | 73 |
| Раковины | 20 | 166 | 10 | 88 |
| Трещины | 10 | 176 | 5 | 93 |
| Пятна | 6 | 182 | 3 | |
| Разрыв | 4 | 186 | 2 | |
| Прочие | 14 | 200 | 7 | |
| Итого... | 200 | – | 100 | -- |

Рисунок 3.6 – Массив данных для построения диаграммы Парето

Этап 4 – разработать бланк таблицы, предусмотрев в ней графы накопленной суммы дефектов по каждому виду в отдельности и графы процента дефектов и накопленной суммы процентов (рис. 3.6).

Этап 5 – заполнить таблицу, расположив дефекты в порядке убывания их числа. Группу «прочие» поместить в конец таблицы, независимо от их количества. Этап 6 – начертить оси координат. Отложить по вертикальной оси число дефектов или накопленный процент дефектов, а по горизонтальной оси - виды дефектов. Этап 7 – построить столбчатую диаграмму (рис. 3.7).

Этап 8 – начертить кумулятивную кривую (кривую Парето), соединив отрезками прямых точки соответствующих накопленных процентов видов дефектов. Этап 9 – сделать заключение по диаграмме.

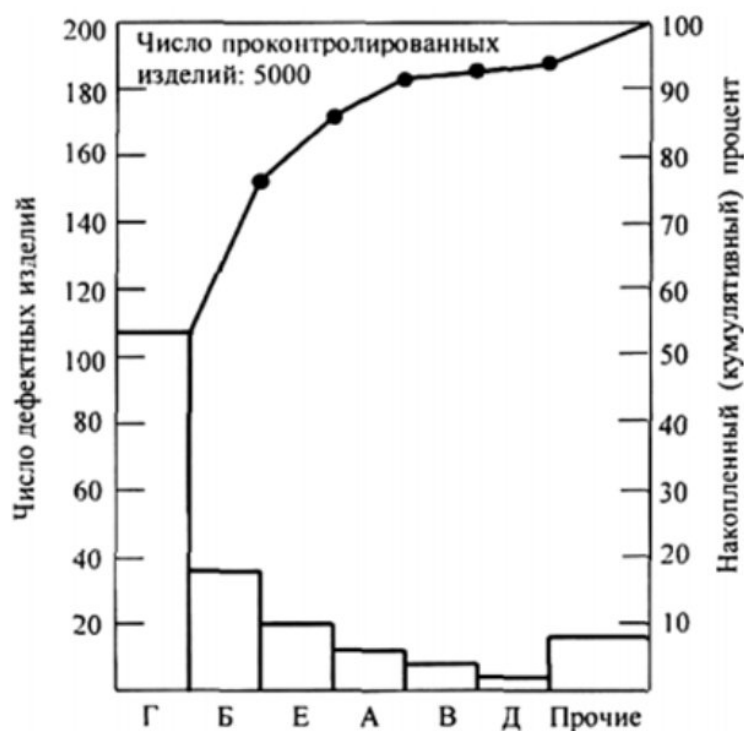


Рисунок 3.7 –
Диаграмма Парето по
видам дефектов:

- А – трещины;
- Б – царапины;
- В – пятна;
- Г – деформация;
- Д – разрыв;
- Е – раковины.

В данном примере выявлено, что 83% дефектов являются следствием только трех типов: трещины, царапины, пятна. Очевидно, что, прежде всего, необходимо выяснить причины возникновения именно этих типов дефектов и разработать мероприятия по их устранению. При построении диаграммы нежелательно, чтобы группа «прочие» составляла большой процент. Это будет свидетельствовать о том, что нами не выявлены существенные виды дефектов, которые отнесены к прочим.

Сделанное нами заключение верное, если стоимость ликвидации причины каждого дефекта примерно одинакова. Если данные по типам дефектов можно представить в диаграмме Парето в денежном выражении, то заключение о первоочередной ликвидации целесообразно сделать по дефектам, приносящим наибольший ущерб для производства.

3.5 Управление качеством услуг машинно-технологических станций

Машинно-технологические станции (МТС) как форма организации машиноиспользования появились в 90-е годы прошлого века. Клиентами МТС, как правило, являются мелкие крестьянско-фермерские хозяйства, не имеющего всего перечня машин для возделывания сельскохозяйственных культур и собственной ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) для обслуживания техники. МТС по договору с клиентскими предприятиями выполняет для них услуги в виде определённых видов полевых работ. Одна МТС способна выполнять машинно-технологическое обслуживание клиентских предприятий в рамках административного района или целого региона. Широкое распространение получили уборочные отряды, создаваемые на базе МТС из импортных или отечественных комбайнов. Данные отряды способны вести уборку урожая культур в клиентских предприятиях в различных климатических поясах и за сезон проходят с юга на север до 1000 км.

Оценочные показатели качества услуг машинно-технологической станции с точки зрения потребителя можно разделить на следующие категории [18]:

1. Своевременность работ в требуемый агротехнический срок.
2. Обеспечение качества выполнения полевых механизированных работ в соответствии с действующими агротехническими требованиями.
3. Незамедлительное предоставление оформленных бухгалтерских документов и договоров.
4. Минимальный экологический ущерб окружающей среде на территории предприятия-заказчика.

Первое требование к машинно-технологической станции вызвано сезонностью полевых работ, которые должны выполняться в строго установленные агротехнические сроки. Нарушение сроков выполнения работ недопустимо, поскольку приводит к потере урожая.

Качество выполнения полевых механизированных работ будет одним из главных оценочных показателей работы МТС. В таблице 3.1 перечислены основные контролируемые параметры некоторых операций, которые установлены агротехническими требованиями [7, 18].

Таблица 3.1 – Контролируемые параметры качества выполнения полевых механизированных работ

| Механизированная операция | Контролируемые параметры |
|---------------------------|---|
| Вспашка отвальная | глубина обработки, величина глыб, гребнистость, высота свальных гребней, глубина развальных борозд |
| Посев пропашных культур | глубина заделки, норма и равномерность высева, норма внесения удобрений, точность высева и прямолинейность рядков, ширину основных междурядий |

| | |
|------------------------|--|
| Посев зерновых культур | глубина заделки, норма высева, норма внесения удобрений, полный охват площади |
| Внесение удобрений | отклонение от заданной дозы внесения (%), наличие огрехов типа пропусков или повышенных перекрытий в стыках |
| Опрыскивание посевов | расход действующего вещества, отсутствие пропусков обработанной площади, степень истребления сорняков или вредителей |

Для оценки и документирования качества механизированных работ используют специальные документы – контрольные или учётные листы оценки качества. На рисунке 3.8 показан пример такого учётного листа для операции вспашка зяби.

Учетный лист по оценке качества операции _____

Ф. И. О. механизатора _____

Отделение (бригада) № _____

| Дата | № поля, участка | Обработанная площадь, га | Оценка в баллах | Сумма баллов | Примечание |
|---------|------------------|--------------------------|-----------------|--------------|----------------|
| | | | | | |
| Глубина | Свальный гребень | Развальная борозда | Глыбистость | Гребнистость | Крошение почвы |
| | | | | | |

Рисунок 3.8 – Учётный лист оценки качества вспашки

Представленный на рисунке 3.8 учётный лист выполнен по типовой форме, которая применяется агрономами или учётчиками подразделений сельскохозяйственных предприятий. Но он может быть использован и специалистами МТС.

4 БИОЭНЕРГЕТИКА В ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

4.1 Биомасса как источник энергии

В биоэнергетике в качестве одного из возможных источников возобновляемой энергии используется **биомасса**. Под этим термином понимают все виды растений, растительные отходы сельского хозяйства, деревообрабатывающей и других отраслей промышленности, которые имеют энергетическую ценность и могут быть использованы как топливо [19]. К биомассе относят также бытовые отходы, причем не всегда растительного происхождения, что обусловлено одинаковым принципом их утилизации. Чаще всего биомассой является солома, отходы переработки зерна во время обмолота, древесные отходы (щепки, кора, стружки), опавшие листья, ветки деревьев и т. п. Биомасса – один из древнейших источников энергии, однако ее использование до недавнего времени сводилось к прямому сжиганию на открытом огне или в печах и топках с относительно низким КПД.

В последнее время использованию биомассы стали уделять значительно больше внимания в связи с тем, что:

- использование растительной биомассы при условии ее непрерывного возобновления (например, новые лесные насаждения после вырубki) не приводит к увеличению концентрации CO_2 в атмосфере;
- в промышленно развитых странах появились неиспользуемые участки земли, которые целесообразно употребить под энергетические плантации;
- энергетическое использование отходов (сельскохозяйственных, промышленных, бытовых) решает экологические проблемы.

Об экологической чистоте биомассы свидетельствует то, что в период роста растения поглощают солнечную энергию, воду, углекислый газ, выделяют кислород и образуют углерод в процессе фотосинтеза, а при сжигании происходит обратный процесс: кислород поглощается, а теплота, вода и углекислый газ выделяются. Таким образом, количество поглощенного и выделенного углекислого газа одно и то же. Что касается нефти, угля и газа, то при их использовании наблюдается та же закономерность, но на восстановление баланса CO_2 уходят миллионы лет.

4.2 Биотопливо

Биотопливо производится из особой биомассы – сельскохозяйственных культур. Причем если сырьем служит сахар, кукуруза, пшеница, то получаемое биотопливо именуется *этанолом*, а если пальмовое масло, рапс или другие масличные, то *биодизелем* [19].

Биодизель – это экологически чистое топливо для дизельных двигателей, получаемое из растительного масла или животных жиров,

которое может служить добавкой к дизельному топливу или полностью заменять его.

Для получения биодизеля растительные масла или жиры преобразуются в жирные кислоты, которые, в свою очередь, преобразуются в эфиры. Обычный метод получения биодизеля – *трансэфиризация* – состоит в расщеплении молекулы глицерольного эфира жирной кислоты на молекулы метилового эфира. Это неядовитое, разлагаемое микроорганизмами жидкое топливо может использоваться либо в чистом виде, либо в смеси с дизельными нефтяными топливами.

Основным сырьем для биодизеля являются растительные масла – рапсовое, подсолнечное, соевое и другие, а также животный жир. Наибольший выход масла – у масличных культур, сального дерева, водорослей, клещевины, рапса (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Производство масла из различного сырья в год

| Сырье | кг/га | Сырье | кг/га |
|----------------|-------|------------------|-------|
| Кукуруза | 145 | Рис | 696 |
| Овес | 183 | Подсолнечник | 800 |
| Люпин | 195 | Арахис | 890 |
| Календула | 256 | Мак | 978 |
| Хлопок | 273 | Рапс | 1000 |
| Конопля | 305 | Олива | 1019 |
| Соя | 375 | Клещевина | 1188 |
| Лен | 402 | Кокос | 2260 |
| Лесной орех | 405 | Масличная пальма | 5000 |
| Семена тыквы | 449 | Сальное дерево | 5500 |
| Кориандр | 450 | Водоросли | 7000 |
| Семена горчицы | 481 | Кунжут | 585 |

Биодизель рекомендуется хранить не более 3 месяцев, так как он разлагается. В этом топливе может присутствовать глицерин, который забивает распыляющие отверстия форсунки двигателя. Появление глицерина в биодизеле обусловлено, как правило, недостаточным преобразованием масла или жира в эфир.

Использование биодизеля. Биодизель может использоваться в различных целях. Он применяется в качестве смазывающей добавки (1–2%) к дизельному топливу с низким содержанием серы, а смесь 20% биодизеля с 80% дизельного топлива может служить заменой дизельного топлива, авиационного керосина или других продуктов переработки нефти. При соответствующей подготовке можно использовать в двигателе и чистый биодизель. Употребление смесей не требует внесения изменений в двигатель.

В настоящее время 20%-ная добавка биодизеля к дизельному топливу — самая распространенная биодизельная смесь. Считается, что она позволяет удачно сбалансировать требования, связанные с особенностями дизельного топлива, рабочими характеристиками, эмиссией отработавших газов и стоимостью. Смесь можно использовать в устройствах, предназначенных для работы на дизельном топливе, в том числе в дизельных двигателях, нефтяных нагревательных котлах и турбинах; при этом не требуется никаких перерегулировок и переделок.

Применение смесей с более высоким содержанием биодизеля может потребовать модификации оборудования, например применения специальных подогревателей или замены уплотнений и прокладок, которые контактируют с топливом. В целом считается, что:

100%-ный биодизель обеспечивает наиболее высокие экологические характеристики;

20%-ная добавка биодизеля имеет худшие экологические характеристики по сравнению с 100%-ным биодизелем, но может широко использоваться на существующих двигателях при незначительной их модификации или даже без нее;

2% биодизеля в смеси обеспечивает незначительное улучшение экологических характеристик, но может использоваться как полезная добавка.

Одной из наиболее важных характеристик дизельного топлива является способность к самовоспламенению, определяемая его цетановым числом. Цетановое число минерального дизельного топлива равно 42–45, биодизеля — не менее 51. Другая важная характеристика — смазочные свойства, которые у биодизеля лучше, чем у современных дизельных топлив с низким содержанием серы. В продуктах сгорания биодизеля отсутствуют сера и частицы ароматиков. Биодизель содержит до 10% кислорода, что способствует активизации процесса сгорания при работе двигателя на богатых смесях. При этом достигается увеличение срока службы самого двигателя и топливного насоса в среднем на 60% и нет необходимости их модернизировать.

Энергетический потенциал биодизеля на 11% ниже, чем дизельного топлива, поэтому транспортное средство, работающее на биодизельной смеси, при прочих равных условиях будет иметь меньший пробег на единицу объема топлива, чем при работе на дизельном топливе. Биодизель проигрывает дизельному топливу и по некоторым другим параметрам:

- в холодных условиях двигатель работает заметно хуже: при понижении температуры топливо теряет текучесть и становится гелем, который не прокачивается по трубопроводу;

- повышенная растворяющая способность и агрессивность биодизеля могут создать проблемы для топливной системы двигателя. Биодизель может оказаться несовместим с материалами уплотнений, используемыми в топливных системах;

- большой расход топлива на одинаковый пробег;
- увеличение выбросов азота.

Экологические характеристики биодизеля. Хотя эмиссия углеводородов при сгорании топлива с биодизелем уменьшается, их выброс в атмосферу с учетом выделений при промышленном производстве биодизеля суммарно оказывается на 35% выше, чем при применении дизельного топлива. Биодизель, как показали опыты, при попадании в воду не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биологическому распаду: в почве и воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99% биодизеля, что позволяет говорить о минимизации загрязнения рек и озер.

Растущие цены на нефть, изменение климата, необходимость развития сельской местности и энергетической безопасности страны — вот основные факторы, определяющие стремление некоторых стран к производству биотоплива. По прогнозам, в ближайшее десятилетие производство этанола в мире может вырасти до 120 млрд л, а производство биодизеля — до 21 млрд л, что будет составлять не более 3% топлива, необходимого для транспорта.

В конечном счете использование сельскохозяйственных ресурсов для производства биотоплива не решит глобальных энергетических проблем, но может создать искусственный дефицит продовольствия, что повлечет за собой негативные социальные последствия. К тому же энергетическая эффективность замены нефти биотопливом представляется весьма сомнительной. Миллионы лет биомасса превращалась в нефть совершенно бесплатно для человека, и только в последнее время мы получаем жидкое топливо путем перегонки нефти, затрачивая немалое количество дополнительной энергии. При получении биотоплива тот же процесс осуществляется ускоренно, затрачивается намного больше исходящей энергии, в том числе и для производства самой биомассы, — как и при выращивании других культур, необходимо пахать почву, а урожай убирать, хранить и перерабатывать.

Возможно, лишь в Бразилии производство этанола из тростникового сахара оправдано благодаря уникальному сочетанию природно-климатических и глобальных экономических факторов, в том числе и дешевой рабочей силы. В остальных странах производство биотоплива экономически эффективно только при условии государственной поддержки. При росте цен на продовольствие эта ситуация не может сохраняться долго. В Китае введен запрет на использование кукурузы для получения этанола, а в США изготовление этанола из кукурузы поддерживается, так как ставится политическая задача снизить зависимость страны от привозной нефти.

4.3 Биогаз

Биогаз — газ, получаемый при брожении биомассы. Он образуется с помощью бактерий в процессе разложения органического материала при анаэробных (без доступа воздуха) условиях и представляет собой смесь

метана и других газов: водорода, сероводорода и углекислого газа [19]. Теплотворная способность одного кубометра биогаза составляет 20–25 МДж/м³ (в зависимости от содержания метана), что эквивалентно сгоранию 0,6–0,8 л бензина, 1,3–1,7 кг дров или использованию 5–7 кВт электроэнергии.

Таблица 4.2 – Выход биогаза из продуктов растениеводства и отходов животноводства

| Исходный продукт | Выход биогаза из единицы массы исходного сырья, м ³ /т |
|--|---|
| Навозная жижа, крупный рогатый скот | 19–22 |
| Навозная жижа, свиньи | 18–20 |
| Помет, птица | 84–94 |
| Продукты питания | 126–144 |
| Жиры | 238 |
| Кукурузная силосная масса | 200 |
| Силосная масса неизмельченных растений | 185 |
| Травяная силосная масса | 168 |

Первая биогазовая установка была построена в Бомбее (Индия) в 1859 г. В 1930 г. благодаря развитию микробиологии были обнаружены бактерии, участвующие в производстве биогаза. Сырьем могут служить органические отходы: навоз, птичий помет, зерновая и мелассная послеспиртовая барда, пивная дробина, свекольный жом, фекальные массы, отходы рыбного и забойного цеха (кровь, жир, кишки), трава, бытовые отходы, отходы молокозаводов — молочная сыворотка, отходы производства биодизеля — технический глицерин от производства биодизеля из рапса, отходы от производства соков — жом, виноградная выжимка, водоросли, отходы производства крахмала и патоки, отходы переработки картофеля — очистки, шкурки, гнилые клубни, кофейная пульпа. Кроме того, биогаз можно производить из специально выращенных энергетических культур, например из силосной кукурузы или водорослей. Выход биогаза зависит от содержания сухого вещества и вида используемого сырья и составляет 18–238 м³/т из единицы массы исходного сырья (табл.).

Производство биогаза позволяет предотвратить выброс метана в атмосферу. Метан оказывает влияние на парниковый эффект в 21 раз более сильное, чем углекислый газ, и находится в атмосфере 12 лет. Отходы биогазового производства — переработанный навоз, барда и прочие — применяются в качестве удобрений. Это позволяет сократить применение химических удобрений и снизить техногенную нагрузку на грунтовые воды.

Пример схемы биогазовой установки с газгольдером, ручной подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе приведен на рисунке далее. Установка

предназначена для переработки от 0,3 до 1,5 т сырья в сутки. Объемы реакторов – от 5 до 25 м³.

Применение биогаза. Биогаз употребляют в качестве топлива для производства электроэнергии, тепла или пара либо в качестве автомобильного топлива. Может быть использован в любых газовых приборах так же, как используется природный газ.

Биогазовые установки можно устанавливать как перерабатывающие устройства на фермах, птицефабриках, спиртовых и сахарных заводах, мясокомбинатах. Среди развитых стран лидером в производстве и использовании биогаза по относительным показателям является Дания: биогаз занимает до 18% в ее общем энергобалансе. По абсолютным показателям по количеству средних и крупных установок лидирует Германия – 5000 тыс. шт. В Западной Европе не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом.

Россия ежегодно накапливает до 300 млн т в сухом эквиваленте органических отходов: 250 млн т в сельскохозяйственном производстве и 50 млн т в виде бытового мусора. Эти отходы могут быть сырьем для производства биогаза, объем которого может достигать 90 млрд м³ в год.

Комплексное использование этого сырья возможно по схеме, представленной на рисунке 4.1 [19].

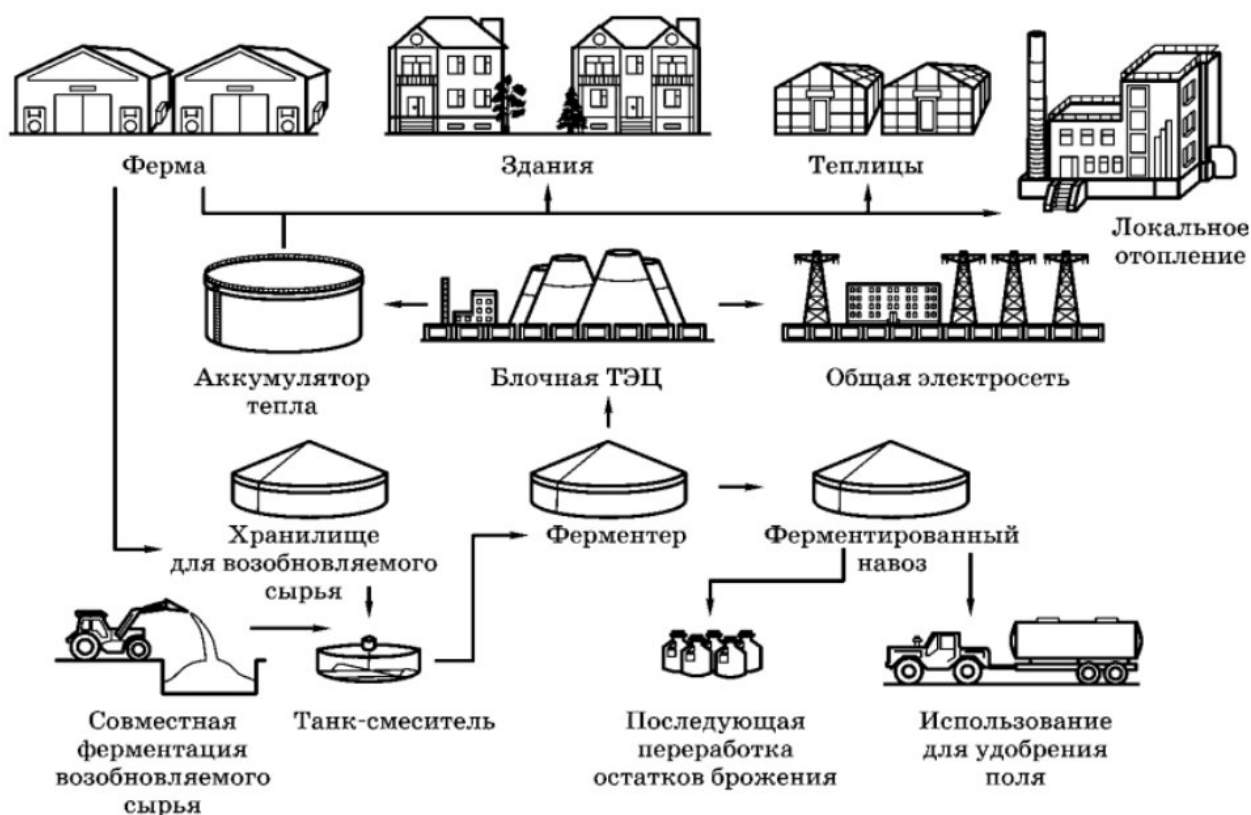


Рисунок 4.1 – Комплексное использование отходов животноводства

С животноводческой фермы исходное сырье (навозная жижа) подается на промежуточное хранение, после этого – в танк-смеситель, куда может поступать также растительное сырье для совместной ферментации. В танк-смесителе обе массы смешиваются и перемещаются в ферментер, где под действием естественного процесса ферментации через определенное время получается биогаз и ферментированный навоз. Биогаз поступает в теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) для сжигания – получения тепла и электрической энергии. Тепло аккумулируется и подается на ферму, в здания, теплицу или используется для других технологических и бытовых нужд. Выработанная электроэнергия поступает в общую электросеть и используется на собственные нужды или для внешних энергопотребителей, а ферментированный навоз – на поля или для дальнейшей переработки.

4.4 Прямое использование биомассы

По оценкам специалистов, ежегодно на территории России производится до 14–15 млрд т биомассы, эквивалентной 8 млрд т условного топлива, а практически использовать можно до 10–12% от общего количества. Основные виды биотоплива (торф и сухие дрова) имеют небольшую теплотворную способность – 15 МДж/кг, заметно уступая углю (около 30 МДж/кг) и продуктам нефтеперегонки (40 МДж/кг). Количество теплоты, выделяемой при сгорании биотоплива, сильно зависит от его влажности, поэтому необходима предварительная просушка. Удельный объем биотоплива, т. е. объем вещества, нужный для получения единицы энергии, во многом определяет размеры котельного и печного оборудования, а также технологию сжигания. Для угля удельный объем составляет около 0,030 м³/ГДж; для древесной щепы намного больше – 0,250–0,350 м³/ГДж; для соломы – 1,000 м³/ГДж. Это означает, что прямое сжигание древесного топлива требует много места для хранения и транспортировки.

Спрессованные в брикеты (называемые также пелетками) просушенные опилки, например, позволяют снизить удельный объем до 0,050 м³/ГДж, а это уже сравнимо с аналогичным параметром для каменного угля. В США годовое производство пелеток теплотворностью 17 МДж/кг составляет 700 тыс. т. Брикетирование и гранулирование биотоплива позволяет решить еще одну задачу – автоматизацию работы котельно-печного оборудования.

В процессе переработки исходная биомасса тщательно высушивается, так что влажность уменьшается до 10%. Важно и то, что для брикетирования опилок (а перерабатываются в основном они) не требуется сложное и мощное оборудование, вполне достаточно прессов, обеспечивающих давление до 1500 атм (кгс/см).

Еще один способ подготовки отходов древесины для использования в качестве топлива – гранулирование. Характеристики энергоотдачи топливных гранул сходны с характеристиками брикетов, но для

гранулирования часто применяется менее гомогенный, чем опилки, материал – щепа и кора. Сырье измельчается до мелкодисперсного состояния, просушивается и затем гранулируется. Брикеты и гранулы компактны, их легко перевозить и хранить, причем в непосредственной близости от потребителей. В процессе переработки древесное сырье дезинфицируется и теряет способность к самовоспламенению, являющемуся результатом жизнедеятельности микроорганизмов.

4.5 Стратегия России в биоэнергетике

Одной из причин ограниченного использования нетрадиционных возобновляемых источников в России является дороговизна энергии, получаемой на их основе, по сравнению с энергией, вырабатываемой из ископаемых видов топлива, а также отсутствие необходимой нормативно-правовой базы, федеральной и региональной программ поддержки [19]. С ужесточением экологических требований к традиционным электростанциям и совершенствованием соответствующего оборудования постепенно снижается влияние фактора неконкурентоспособности альтернативных технологий. Меняется и отношение государства к этим источникам энергии. Об этом свидетельствует принятие Правительством РФ 13 ноября 2009 г. новой Энергетической стратегии России на период до 2030 г., где значительное внимание уделено перспективам их развития. Согласно этому документу, к 2030 г. доля нетрадиционных источников энергии в отечественном энергобалансе должна составить не менее 10%. К концу указанного периода годовой объем производства электроэнергии на их базе предполагается довести до 80–100 млрд кВтч. Это довольно оптимистичный прогноз — с учетом того, что сегодня Россия имеет достаточные запасы традиционных видов топлива и неразвитость инфраструктуры производства и потребления нетрадиционных.

5 ПРАКТИКУМ

Занятие 1.

Тема: Выбор перечня технологических операций для возделывания заданной сельскохозяйственной культуры с анализом агротехнических требований на выполнение работ.

Пример выполнения работы.

Задание. Составить перечень технологических операций для возделывания *яровой пшеницы* на площади 500 га. Предшественник – сахарная свекла. Обосновать потребности в семенах, удобрениях и средствах защиты растений. Планируемая урожайность $U = 4$ т/га.

Составление перечня технологических операций.

В приложении 6 источника [20] находим перечень механизированных работ по возделыванию яровой пшеницы – это таблица 6.4. В этом же приложении 6 находим перечень осенних работ под рассматриваемую культуру после предшественника сахарная свекла (смотрим таблицу 6.18). Далее формируем **сводный перечень** технологических операций по возделыванию культуры *яровая пшеница* в форме таблицы 1. В графы 1 – 4 таблицы 1 в хронологической последовательности заносим выполняемые технологические операции (работы), агротехнические требования на их выполнение и ориентировочные календарные сроки. В начале в таблице 1 указываем осенние работы под культуру, а далее основные работы, которые выполняются с 1 января календарного года до окончания уборки зерновой части и соломы. Работы после уборки культуры не рассматриваем, поскольку они уже будут выполняться под последующую культуру севооборота.

Графы 5, 6 и 7 таблицы 1 пока не заполняем – это будем делать на следующих практических занятиях.

Таблица 1 – Сводный перечень технологических операций по возделыванию культуры *яровая пшеница с предшественником сахарная свекла*

| Наименование работы | Агротехничес кие требования | Ориентировочные сроки проведения работ | | Агрегат | | |
|------------------------------------|--|---|------------|----------|----------|---------------|
| | | начало | конец | Трактор | Сцепка | Сельхозмашина |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
| Осенние работы под культуру | | | | | | |
| Внесение минеральных удобрений | <i>Расчёт нормы см. Занятие 2</i> | 9 октября | 15 октября | | | |
| Вспашка | Глубина 20 – 22 см | 9 октября | 25 октября | | | |
| Культивация с боронованием | 10–12 см | 26 октября | 30 октября | | | |
| Основные работы | | | | | | |
| Снегозадержание | расстояние между валками 10÷15 м | январь | февраль | | | |
| Внесение минеральных удобрений | <i>Расчёт нормы см. Занятие 2</i> | 15 марта | 20 марта | | | |
| Боронование зяби | Глубина 5–7 см | 29 марта | 31 марта | | | |
| Предпосевная культивация | Глубина 6–8 см | 1 апреля | 5 апреля | | | |
| Посев | Норма высева 250 кг/га Глубина 6–8 см | 2 апреля | 5 апреля | | | |

| | | | | | | |
|--|---------------------|-----------|-----------|--|--|--|
| Опрыскивание против насекомых | Норма 200 л/га | 25 апреля | 28 апреля | | | |
| Опрыскивание от болезней | Норма 200 л/га | 15 мая | 20 мая | | | |
| Обкосы и прокосы | — | 8 июля | 9 июля | | | |
| Опашка загонов и противопожарное дежурство | Глубина 20–22 см | 9 июля | июля | | | |
| Прямое комбайнирование с измельчением соломы | Урожайность 30 ц/га | 14 июля | 20 июля | | | |
| Отвоз зерна | Урожайность 30 ц/га | 14 июля | 20 июля | | | |
| Сталкивание соломы | Урожайность 20 ц/га | 20 июля | 25 июля | | | |
| Скирдование соломы | — | 20 июля | 25 июля | | | |

Варианты индивидуальных заданий:

| № варианта | Наименование культуры | Предшественник | Площадь, га | Урожайность, т/га |
|------------|-------------------------------------|-------------------|-------------|-------------------|
| 1 | Озимая пшеница | Пар | 1000 | 5,5 |
| 2 | Кукуруза на зерно | Озимая пшеница | 400 | 5 |
| 3 | Яровой ячмень | Кукуруза на зерно | 950 | 3,8 |
| 4 | Подсолнечник | Однолетние травы | 750 | 2 |
| 5 | Многолетние травы на сено (люцерна) | Яровой ячмень | 390 | 25 |
| 6 | Озимая пшеница | Озимая пшеница | 1500 | 5 |
| 7 | Сахарная свекла | Яровая пшеница | 500 | 30 |
| 8 | Яровая пшеница | Многолетние травы | 700 | 4 |
| 9 | Однолетняя трава на сено (суданка) | Озимая пшеница | 350 | 23 |
| 10 | Горох на зерно | Кукуруза на силос | 390 | 3,1 |
| 11 | Картофель | Озимая пшеница | 500 | 21,3 |
| 12 | Кукуруза на силос | Яровой ячмень | 600 | 25 |
| 13 | Горох + овес | Кукуруза на зерно | 450 | 3,5 |
| 14 | Сахарная свекла | Озимая пшеница | 700 | 27 |
| 15 | Яровой рапс на семена | Озимая пшеница | 400 | 2,3 |
| 16 | Яровой рапс на зелёный корм | Сахарная свекла | 500 | 18 |
| 17 | Картофель | Картофель | 700 | 20 |

Занятие 2.

Тема: Расчёт потребности в семенах, удобрениях и средствах защиты растений при возделывании заданной культуры. (вариант – см. Занятие 1)

Расчёт потребности в семенах. Потребное количество семян культуры яровая пшеница для заданной площади S будет

$$m_c = \text{Норма высева} \times S, \text{ кг} \quad (1)$$

Норму высева принимаем по данным агротребований в таблице 1 Занятия 1. Тогда потребность в семенах культуры будет

$$m_c = 250 \times 500 = 125\,000 \text{ кг.}$$

Расчёт потребности в минеральных удобрениях.

Потребность в минеральных удобрениях всех видов для яровой пшеницы на площади $S=500$ га определяется так:

$$m_{д.в.N} = \text{Норма } yN \times U \times S, \text{ кг} \quad (2)$$

$$m_{д.в.P} = \text{Норма } yP \times U \times S \times K, \text{ кг} \quad (3)$$

$$m_{д.в.K} = \text{Норма } yK \times U \times S \times K, \text{ кг} \quad (4)$$

где Норма y_i – норма i действующего вещества на формирование одной тонны урожая культуры, кг/т (**таблица 1.3**);

$m_{д.в.N}$, $m_{д.в.P}$, $m_{д.в.K}$ – соответственно необходимые массы действующего вещества (д.в) азотных, фосфорных и калийных удобрений, кг;

K - поправочный коэффициент на содержание подвижных форм фосфора и калия в почвах (**таблица 1.6**).

По таблице 1.3 определяем что, для формирования одной тонны зерна яровой пшеницы необходимы действующие вещества: 42 кг азота (N), 12 кг фосфора в виде оксида P_2O_5 и 30 кг калия в виде K_2O .

Исходя из планируемой урожайности $U=4$ т/га и вышеприведенных требований определяем массу д.в. для азотных удобрений:

$$m_{д.в.N} = 42 \text{ кг/т} \times 4 \text{ т} \times 500 \text{ га} = 84000 \text{ кг.}$$

Для фосфорных удобрений:

$$m_{д.в.P} = 12 \text{ кг/т} \times 4 \text{ т} \times 500 \times 0,7 = 16800 \text{ кг.}$$

Для калийных удобрений:

$$m_{д.в.K} = 30 \text{ кг/т} \times 4 \text{ т} \times 500 \times 0,6 = 36000 \text{ кг.}$$

Выпускаемые промышленностью минеральные удобрения в своем составе содержат определённый процент действующего вещества (**см. Приложение А**). Поэтому необходимо по известной массе действующего вещества посчитать потребность в конкретных удобрениях. Примем в качестве азотного удобрения аммиачную селитру (N-34%), в качестве фосфорного – двойной суперфосфат (P_2O_5 - 45%), в качестве калийного – калийную соль (K_2O - 44%).

Масса потребного удобрения каждого вида для рассматриваемых объёмов производства будет определяться по формуле

$$m_{yi} = \frac{m_{д.в.i} \times 100}{\%д.в.i} \quad (5)$$

Тогда общая потребность в аммиачной селитре составит

$$m_{yN} = \frac{84000 \times 100}{34} = 247\,050 \text{ кг.}$$

Общая потребность в суперфосфате двойном будет

$$m_{yP} = \frac{16800 \times 100}{45} = 37\,330 \text{ кг.}$$

Общая потребность в калийной соли будет

$$m_{yK} = \frac{36000 \times 100}{44} = 81\,818 \text{ кг.}$$

Теперь определим норму внесения комплекса удобрений на 1 га за весь период выращивания культуры.

Для азотных удобрений норма внесения составит:

$$m_{д.в.N} = 42 \text{ кг/т} \times 4 \text{ т} = 168 \text{ кг д.в./га.}$$

Для фосфорных удобрений:

$$m_{д.в.P} = 12 \text{ кг/т} \times 4 \text{ т} \times 0,7 = 33,6 \text{ кг д.в./га.}$$

Для калийных удобрений:

$$m_{д.в.K} = 30 \text{ кг/т} \times 4 \text{ т} \times 0,6 = 72 \text{ кг д.в./га.}$$

Поскольку нормы удобрений указаны в действующем веществе, то надо пересчитать их с действующего вещества на конкретный вид имеющихся удобрений. Нормы внесения соответствующих удобрений на 1 га составят для аммиачной селитры

$$m_{yN} = \frac{168 \times 100}{34} = 490 \text{ кг/га.}$$

Для суперфосфата двойного норма будет

$$m_{yP} = \frac{33,6 \times 100}{45} = 74,6 \text{ кг/га.}$$

Для калийной соли норма будет

$$m_{yK} = \frac{72 \times 100}{44} = 163,6 \text{ кг/га.}$$

Минеральные удобрения можно вносить под основную обработку осенью, давать в рядки при посеве и подпитывать ими посевы во время вегетации. Рассматриваемый комплекс удобрений вносим осенью под вспашку и при посеве яровой пшеницы, а также весной при подкормках.

Дозы D_N внесения аммиачной селитры составят:

- под вспашку 100 кг/га;
 - при посеве или в марте перед посевом 100 кг/га;
 - при подкормке 150 кг/га (1-я подкормка).
 - при подкормке 140 кг/га (2-я подкормка).
- (100 + 100 + 150 + 140 = 490 кг/га).

В данном случае общая годовая норма превышает максимальные предельные значения, представленные в таблице 1.7. Т.е. при таких дозах возможен риск экологического загрязнения почвы. Здесь целесообразно

выбрать другой метод расчёта норм внесения удобрений, учитывающий остаток азота в почве. Или принять рекомендуемую в таблице 1.7 максимальную норму внесения азота для степной зоны - 90 кг/га (д.в.).

Суперфосфат двойной и калийную соль вносим вместе осенью под вспашку и весной при подкормке посевов.

Общая доза осеннего внесения под вспашку здесь будет

$$D_{PK} = 80/2 + 166/2 = 123 \text{ кг/га.}$$

Общая доза весенней подкормки фосфором и калием будет

$$D_{PK} = 80/2 + 166/2 = 123 \text{ кг/га (1-я подкормка).}$$

В таблицу 1 заносим данные о сроках и дозах внесения минеральных удобрений (см. таблицу 1 Занятие 3). Периоды подкормок определяют исходя из того, что потребление яровой пшеницей азота из почвы прекращается в основном в фазе цветения или начале формирования зерна, а в отдельных случаях, при затяжном его созревании в условиях повышенной влажности, использует азот до фазы молочной спелости зерна. Поглощение пшеницей фосфора из почвы часто продолжается до начала молочной спелости, и значительно реже до молочно-восковой спелости зерна. Потребление яровой пшеницей калия из почвы прекращается в фазе колошения-цветения. В этот период наблюдается максимум его накопления в растениях.

Примечание. Вместо названных селитры, суперфосфата и калийной соли можно также вносить комплексные удобрения, которые содержат азот, фосфор и калий (например - Кристаллин и др. с содержанием 10 - 20 % азота, 3 - 17 % фосфора и 8 - 17 % калия). В этом случае нужно выполнить соответствующий расчёт по определению массы, нормы и доз внесения удобрения.

Расчёт потребности в средствах химической защиты растений.

В качестве химического препарата от сорняков принимаем Алистер гранд с дозой 0,8 л/га (осеннее внесение), от болезней используем фунгицид Зантара с дозой 1 л/га, от насекомых применим инсектицид Децис 0,1 л/га.



| Фаза развития | До посева | 0-7 | 11-13 | 21 | 29 | 30 | 31 | 32 | 37 | 39 | 49 | 51-59 | 61-69 | 71-92 |
|---------------|-----------|-----|-----------------|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|-------|-------|-------|
| алистер гранд | | | | 0,6-1,0 л/га | | | | | | | | | | |
| Зантара | | | | | | | | 0,8-1,0 л/га | | | | | | |
| децис ЭКСПЕРТ | | | 0,05-0,125 л/га | | | | | | | | | | | |

<https://www.cropscience.bayer.ru/crop-protection-wheat?ysclid=lto0s67m85240058918>

Общая потребность на 500 га в препарате Алистер гранд – 400 л; в Зантаре – 500 л; в Децисе – 50 л. Фазы внесения препаратов указаны на схеме выше. Вносим данные работы в таблицу 1 (см. Занятие 3).

Занятие 3.

Тема: Обоснование состава машинно-тракторного парка для выполнения заданного объема полевых работ.

Пример выполнения работы.

Задание: Обосновать вариант марочного и количественного состава машинно-тракторного парка предприятия, потребного для возделывания яровой пшеницы на площади 500 га. Предшественник – сахарная свекла.

1. Обоснование марочного состава МТП.

На практическом занятии №1 нами была составлена Таблица 1 – Сводный перечень технологических операций по возделыванию культуры яровая пшеница и заполнены графы 1, 2, 3, 4 данной таблицы с использованием приложения 6 источника [20]. На данном занятии продолжим заполнять таблицу 1.

В графы 5, 6 и 7 таблицы 1 необходимо внести информацию о составе машинно-тракторного агрегата или марку комбайна с приспособлением, которые выполняют конкретную полевую операцию (работу). Марки тракторов, сцепок, сельскохозяйственных машин (СХМ), уборочных комбайнов и приспособлений к ним определяем по таблицам Приложения 7 источника [20]. Предпочтение отдаем машинам отечественного производства.

Рекомендация 1. При выборе марки трактора для энергоемких работ типа вспашка, дискование и глубокое рыхление почвы рекомендуется выбирать трактор тягового класса от 3 до 5 и выше, если заданная площадь культуры 400 и более га:

| Марка трактора | Тяговый класс |
|---|---------------|
| К-744Rx, К-701, К-700А | 5 |
| ХТЗ-150К, ХТЗ-17ХХ, Беларусь (МТЗ) 1523, Т-150К, ВТ-90В | 3 |
| Беларус (МТЗ) 1221 | 2 |
| Беларус (МТЗ) 80.1, 82.1, 952 | 1,4 |

На площадях возделывания менее 400 га для энергоемких работ достаточно выбирать марки трактора класса 1,4 или 2. Для выполнения остальных полевых работ принимать тракторы класса 1,4 и 2. Количество марок тракторов желательно не должно превышать 2.

Рекомендация 2. Марку сцепки, марку СХМ и количество СХМ выбирать по таблицам приложения 7 источника [1] для соответствующей марки трактора.

Рекомендация 3. Марку зерноуборочного комбайна выбирать из моделей:

- ACROS, TORUM, Дон-1500Б при уборочной площади 400 га и более;
- Vector, Нива, Енисей при уборочной площади менее 400 га.

Рекомендация 4. Марки уборочных машин для трав и кукурузы на силос определять по приложению 7 источника [1].

Таблица 1 – Сводный перечень технологических операций по возделыванию культуры *яровая пшеница с предшественником сахарная свекла*

| Наименование работы | Агротехничес кие требования | Ориентировочные сроки проведения работ | | Агрегат | | |
|------------------------------------|---|---|------------|--------------|----------|----------------|
| | | начало | конец | Трактор | Сцепка | Сельхозмашина |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
| <i>Осенние работы под культуру</i> | | | | | | |
| Внесение минеральных удобрений | Норма 100(N) +123 (РК) кг/га | 9 октября | 15 октября | Беларус 82.1 | - | 1* РУМ-5 |
| Внесение гербицидов | Алистер 0,8 л/га | 9 октября | 15 октября | Беларус 82.1 | - | 1 ОП-2000-2-01 |
| Вспашка | Глубина 20 – 22 см | 9 октября | 25 октября | ВТ-90В | - | 1* ПЛН-4-35 |
| | | | | Беларус 82.1 | - | 1 ПЛН-3-35 |
| Культивация с боронованием | 10–12 см | 26 октября | 30 октября | ВТ-90В | СП-11 | 2 КПС-4 |
| | | | | Беларус 82.1 | - | 1 КПС-4 |
| <i>Основные работы</i> | | | | | | |
| Снегозадержание | расстояние между валками 10÷15 м | январь | февраль | Беларус 82.1 | СП-11 | 2 СВУ-2,6 |
| Внесение минеральных удобрений | Норма 100(N) кг/га | 15 марта | 20 марта | Беларус 82.1 | - | 1 РУМ-5 |
| Боронование зяби | Глубина 5–7 см | 29 марта | 31 марта | ВТ-90В | СГ-21 | 21 БЗСС-1.0 |
| Предпосевная культивация | Глубина 6–8 см | 1 апреля | 5 апреля | Беларус 82.1 | - | 1 КПС-4 |
| Посев | Глубина 6–8 см | 2 апреля | 5 апреля | ВТ-90В | СП-11 | 3 СЗ-3,6А |

| | | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-----------|----------------|---|------------------|
| Опрыскивание против жужелицы, Децис 0,1 л/га | Децис 0,1 л/га, раствор 200л/г | 25 апреля | 28 апреля | Беларус 82.1 | - | 1 ОП-2000-2-01 |
| 1-я Подкормка удобрениями | Норма 150(N) +123 (РК) кг/га | 5 мая | 8 мая | Беларус 82.1 | - | 1 РУМ-5 |
| Опрыскивание от болезней | Зантара 1 л/га, раствор 200л/г | 15 мая | 20 мая | Беларус 82.1 | - | 1 ОП-2000-2-01 |
| 2-я Подкормка удобрениями | Норма 140(N) кг/га | 25 мая | 28 мая | Беларус 82.1 | - | 1 РУМ-5 |
| Обкосы и прокосы | — | 8 июля | 9 июля | ACROS-550 | - | Жатка РСМ-081.27 |
| Опашка загонов и противопожарное дежурство | Глубина 20–22 см | 9 июля | июля | ВТ-90В | - | 1 ПЛН-4-35 |
| Прямое комбайнирование с измельчением соломы | Урожайность 30 ц/га | 14 июля | 20 июля | ACROS-550 | - | Жатка РСМ-081.27 |
| Отвоз зерна | Урожайность 30 ц/га | 14 июля | 20 июля | Камаз 53215 | - | - |
| Сталкивание соломы | Урожайность 20 ц/га | 20 июля | 25 июля | 2 Беларус 82.1 | - | 1 ВТУ-10 |
| Скирдование соломы | — | 20 июля | 25 июля | Беларус 82.1 | - | 1 УСА-10-2 |

* - количество СХМ в агрегате

Таким образом, для возделывания культуры *яровая пшеница* мы приняли две марки трактора – гусеничный трактор *общего назначения* ВТ-90В и колёсный *универсально-пропашной* трактор Беларус 82.1. Также для уборки культуры приняли комбайн ACROS 550 с жаткой РСМ-081.27. Назначили марки СХМ для выполнения основных операций.

Потребное количество тракторов, комбайнов и СХМ указанных марок определим в следующем пункте данной работы.

2. Обоснование количественного состава машинно-тракторного парка (МТП)

Технологическую потребность в тракторах, комбайнах и СХМ по маркам определим с использованием нормативного метода расчёта [21] стр. 33. Суть метода в том, что на 1000 га пашни рекомендуется нормативное количество эталонных тракторов конкретного тягового класса и необходимый к ним шлейф машин для возделывания культур по сложившимся технологиям.

Потребность в физических тракторах конкретного тягового класса определяется по выражению [21, 22]

$$N_{TPi} = \frac{F \cdot x_j}{1000 \cdot k_{эм}^i}, \quad (1)$$

где N_{TPi} – потребное количество физических тракторов i -й марки;

x_j – норматив потребности в эталонных тракторах j -го тягового класса, к которому относится i -я марка трактора, в конкретном регионе РФ, эт.тр./1000 га пашни [22] и Приложение Б;

F – площадь пашни, для которой считается потребность в тракторах, га;

$k_{эм}^i$ – коэффициент перевода физических тракторов i -й марки в эталонные тракторы – смотри [20] таблица приложения 9.2 графа 8.

Для заданной площади пашни $F = 500$ га в условиях Ростовской области определим потребность в тракторах ВТ-90В и Беларус 82.1. В таблице Приложения Б – «Нормативы потребности в сельскохозяйственных тракторах (в эталонных единицах на 1000 га пашни)» для условий Ростовской области (ЮФО, зона 3.1) принимаем:

- для гусеничного трактора общего назначения ВТ-90В класса тяги 3 с мощность двигателя 70...90 кВт значение норматива потребности в эталонных тракторах $x_{ВТ-90} = 1,98$ эт.тр./1000 га пашни;

- для колёсного универсально-пропашного трактора Беларус 82.1 класса тяги 1,4 с мощность двигателя 57...75 кВт значение норматива потребности в эталонных тракторах $x_{Бел.82} = 1,73$ эт.тр./1000 га пашни.

Значения мощности двигателей берём из таблицы приложения 9.2 источника [20].

По таблице приложения 9.2 (графа 8) источника [20] определяем также значения коэффициента $k_{эм}^i$ для указанных марок тракторов.

$$k_{эм}^{BT-90} = 0,9,$$

$$k_{эм}^{Бел.82.1} = 0,57.$$

Тогда по выражению (1) потребное для предприятия количество физических тракторов марки ВТ-90В составит

$$N_{BT-90} = \frac{500 \cdot 1,98}{1000 \cdot 0,9} = 1,1 \text{ шт.}$$

Округляем результат расчёта до ближайшего целого значения. Принимаем $N_{BT-90} = 1$ трактор.

Потребное количество физических тракторов марки Беларусь 82.1 составит

$$N_{Бел.82} = \frac{500 \cdot 1,73}{1000 \cdot 0,57} = 1,52 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_{Бел.82} = 2$ трактора.

Технологическая потребность в физических комбайнах i -й марки, используемых для уборки j -го вида культур, определяется по формуле [2, 3]

$$N_{Ki} = \frac{F \cdot x_j}{1000 \cdot k_{эк}^i} \cdot A, \quad (2)$$

где x_i – норматив потребности в эталонных комбайнах для уборки j -го вида культур в конкретном регионе РФ, эт.комб./1000 га площади [3];

F – убираемая площадь j -го вида культур, га;

$k_{эк}^i$ – коэффициент перевода физических комбайнов i -й марки в эталонные комбайны;

A – доля работ рассматриваемых комбайнов в общем объёме уборочных работ по культурам j -го вида, в долях ед. В нашем случае $A = 1$.

Посчитаем технологическую потребность в комбайнах ACROS для уборки *яровой пшеницы* в условиях предприятия Ростовской области на площади $F = 500$ га. Потребность в эталонных комбайнах для уборки зерновых культур в Ростовской области составляет $x_j = 5,5$ [22] (*смотри также приложение к данному руководству*). Коэффициент перевода физического комбайна ACROS 550 в эталонные комбайны определяем из источника [20] по таблице приложения 10 **графа 4**, данный коэффициент равен $k_{эк}^i = 1,77$. Тогда по формуле (2) необходимое число физических комбайнов будет

$$N_{ACROS550} = \frac{500 \cdot 5,5}{1000 \cdot 1,77} \cdot 1 = 1,55 \text{ шт.}$$

Принимаем число комбайнов $N_{ACROS} = 2$ шт. При этом годовая нагрузка на один комбайн составит в среднем 250 га, что значительно ниже средней сезонной наработки на комбайн подобного класса по региону (таблица 2).

Таблица 2 – Средние сезонные наработки зерноуборочных комбайнов по данным Минсельхоза РФ

| Марка комбайна | Средняя наработка за сезон, га – S_k |
|-----------------------------|--|
| СК-5М «Нива», Нива «Эффект» | 300-350 |
| ACROS 530, 550 | 400-550 |
| ACROS 585 и выше | 450-650 |
| TORUM 780 | 500-700 |
| Дон-1500Б | 370–550 |
| Енисей-1200 | 350 |
| Импортные комбайны | 800..1800 (в среднем 1200) |

Разновидностью нормативного метода расчёта потребности предприятий и регионов в зерноуборочных и других комбайнах является расчет по средней годовой (сезонной) наработки комбайнов в хозяйстве или регионе. Здесь исходными данными для расчёта требуемого количества комбайнов являются фактические убираемые площади зерновых культур $\Sigma S_{уб}$ и средние плановые наработки комбайнов за сезон в физ. га. – S_k (Таблица 2).

Потребное количество комбайнов по методу средней сезонной наработки определяется выражением [21]

$$N_k = \frac{\Sigma S_{уб}}{S_k}, \quad (3)$$

В нашем случае $\Sigma S_{уб} = 500$ га, тогда с учётом данных таблицы 2, потребное количество комбайнов ACROS 550 по формуле 3 составит

$$N_k = \frac{500}{400...550} = 0,91...1,25 \text{ шт.}$$

Если принять 1 комбайн, то он будет перегружен на 25%, что очень много, и тогда предприятие не успеет убрать зерновую культуру в благоприятный агротехнический срок. Это вызовет потери урожая.

Анализируя результаты расчётов числа комбайнов по двум методам, окончательно принимаем $N_{ACROS} = 2$ шт. Здесь учитываем, что предприятие кроме яровой пшеницы возделывает и другие зерновые культуры, поэтому недогруз двух комбайнов будет компенсирован другими уборочными работами.

Технологическая потребность в СХМ i -й марки, используемых для выполнения j -го вида работ, определяют по формуле

$$N_{СХМi} = \frac{F \cdot x_i}{1000 \cdot k_{ЭК}^i}, \quad (4)$$

где F – площадь, обрабатываемая машинами, га;

x_j – норматив потребности в эталонных машинах j -го типа, к которому относится i -я марка СХМ, в конкретном регионе РФ, эт.маш./1000 га пашни [22] и Приложение Б данного пособия;

$k_{ЭК}^i$ – коэффициент перевода физических СХМ i -й марки в эталонные машины, см. Приложение Б.

Результат расчёта потребного марочного и количественного состава парка СХМ сводим в таблицу 3.

Таблица 3 – Рекомендуемый расчётный состав парка СХМ

| Марка машины | Наименование | Норматив x_j | Коэффициент $k_{ЭК}^i$ | Потребность, шт. |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------|
| РУМ-5 | Разбрасыватель минеральных удобрений | по количеству тракторов Беларус | | 2 |
| ПЛН-4-35 | Плуг | по колич. тракторов ВТ | | 1 |
| ПЛН-3-35 | Плуг | по колич. тракторов Беларус | | 2 |
| КПС-4 | Культиватор | 2,4 | 1,0 | 2 |
| СВУ-2,6 | Снегопах | количество Беларус $\times 2$ | | 4 |
| БЗСС-1.0 | Борона зубовая средняя | 19,9 | 0,5 | 21 |
| СЗ-3,6А | Сеялка рядная | 7,1 | 1,0 | 4 |
| ОП-2000-2-01 | Опрыскиватель | по колич. тракторов Беларус | | 2 |
| РСМ-081.27 | Жатка зерновая | по колич. ACROS | | 2 |
| ВТУ-10 | Волокуша тросовая | 1 на два трактора Беларус | | 1 |
| УСА-10-2 | Стогометатель | по колич. тракторов Беларус | | 2 |

Занятие 4.

Тема: Выбор способов борьбы с сорной растительностью

Рекомендуемая литература:

1. Сорняки и методы борьбы с ними: **альбом** для студентов направления 35.03.01 «Лесное дело» профилей «Лесовосстановление, лесоводство и лесоустройство», «Лесное хозяйство», направления 20.30.02 «Природообустройство и водопользование» профиля «Природоохранное обустройство территорий» очной, заочной форм обучения / Л.В. Буряк, Л.В. Зленко, Е.О. Бакшеева. – Красноярск: СибГАУ, 2017. – 85 с. (файл с данным источником выдается преподавателем или его можно скачать в Интернете).

Задание.

Дать общую характеристику сорнякам, указанным в индивидуальном задании, изучить их характерные особенности и меры борьбы с ними. Использовать литературный источник 1 и Интернет. Заполнить биологические особенности заданных сорняков в таблицу.

Таблица – Биологические особенности сорняков и меры борьбы с ними

| Биологические особенности | Вид сорного растения | |
|----------------------------------|--|----------|
| | Сорняк 1 Звездчатка средняя <i>Stellaria media</i> L | Сорняк 2 |
| Биотип, подтип | непаразитные однолетние | |
| Биогруппа, подгруппа | яровые, эфемеры | |
| Размножение | Семенами, вегетативно | |
| Число семян или почек, шт. | 15-25 тыс. шт. семян | |
| Жизнеспособность семян, лет | 30 | |
| Глубина прорастания семян, см. | 4-5 | |
| Температура прорастания семян °С | Мин. 2-3°С | |
| | Макс. 12-22°С | |
| Время созревания семян | через 3-4 недели после цветения | |
| Высота растения, см. | 20-25 | |
| Меры и сроки борьбы | | |

| | | |
|-------------------|---|--|
| Предупредительные | очистка поливных вод, очистка семян, не применять свежий навоз, свежую солому | |
| Истребительные: | | |
| - механические | полка, рыхление, провокация, весеннее боронование, Весенняя, летняя и осенняя культивации | |
| - химические | Препараты 2,4 Д, пирамин, прометрин, эптам, симазин, (указать возможные дозы) | |
| - биологические | нет | |

Варианты индивидуальных заданий:

| № п/п | Сорняк 1 | Сорняк 2 |
|-------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | Лебеда (марь белая) | Сурепица обыкновенная |
| 2 | Плевел опьяняющий | Подорожник большой |
| 3 | Горец вьюнковый | Полынь горькая |
| 4 | Торица полевая | Осот розовый |
| 5 | Овсюг обыкновенный | Чина клубненосная |
| 6 | Горец птичий | Лютик ползучий |
| 7 | Редька дикая | Пырей ползучий |
| 8 | Щирица | Осот розовый |
| 9 | Щетинник сизый | Вьюнок полевой (берёзка) |
| 10 | Куриное просо | Хвощ полевой |
| 11 | Пастушья сумка | Осот желтый |
| 12 | Щетинник зеленый | Вейник ланцетовидный |
| 13 | Ярутка полевая | Заразиха подсолнечная |
| 14 | Ромашка непахучая | Повилика клеверная |
| 15 | Костер ржаной | Погремок большой |
| 16 | Метлица полевая | Вейник наземный |
| 17 | Донник желтый | Амброзия |
| 18 | Подорожник ланцетолистный | Чистец болотный |
| 19 | Лютик едкий | Иван-чай |
| 20 | Одуванчик лекарственный | Тысячелистник обыкновенный |

Занятие 5.

Тема: Построение диаграммы Парето показателей качества технологической операции (на примере операции вспашка почвы).

1. Установим перечень показателей качества операции вспашка:

- глубина обработки,
- величина глыб (глыбистость),
- гребнистость поля,
- высота свальных гребней,
- глубина развальных борозд,
- крошение почвы.

2. Метод и период сбора данных.

Данные собирают в период осенней вспашки зяби. Метод сбора данных – глубиномеры, линейки, квадратные рамки и др. приспособления по действующим методикам.

3. Разработать контрольный листок для регистрации данных с перечнем видов брака.

4. Заполнить листок регистрации данных и подсчитать итоги.

5. Разработать бланк таблицы, предусмотрев в ней графы накопленной суммы случаев брака по каждому параметру качества и графы процента брака и накопленной суммы процентов (табл. 1).

6. Заполнить таблицу 1, расположив дефекты в порядке убывания их числа. Группу «прочие» поместить в конец таблицы, независимо от их количества

Таблица 1 – Массив данных для построения диаграммы Парето

| Показатель качества | Число случаев брака, шт. | Накопленная сумма случаев брака | Процент брака, % | Накопленный процент, % |
|-------------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|-------------------------------|
| А. Глубина обработки, см | 105 | 105 | 38,88 | 38,88 |
| Б. Глыбистость | 63 | 168 | 23,33 | 62,21 |
| В. Высота свальных гребней | 47 | 215 | 17,41 | 79,62 |
| Г. Глубина развальных борозд | 24 | 239 | 8,90 | 88,52 |
| Д. Гребнистость | 13 | 252 | 4,81 | 93,33 |
| Е. Крошение почвы | 18 | 270 | 6,67 | 100 |

| | | | | |
|-----------|-----|---|-----|---|
| Ж. Прочие | - | - | - | - |
| ИТОГО | 270 | - | 100 | - |

7. Начертить оси координат. Отложить по вертикальной оси число случаев брака или накопленный процент брака, а по горизонтальной оси – показатели качества.

8. Построить столбчатую диаграмму (рис. 1).

9. Начертить кумулятивную кривую (кривую Парето), соединив отрезками прямых точки соответствующих накопленных процентов видов брака.

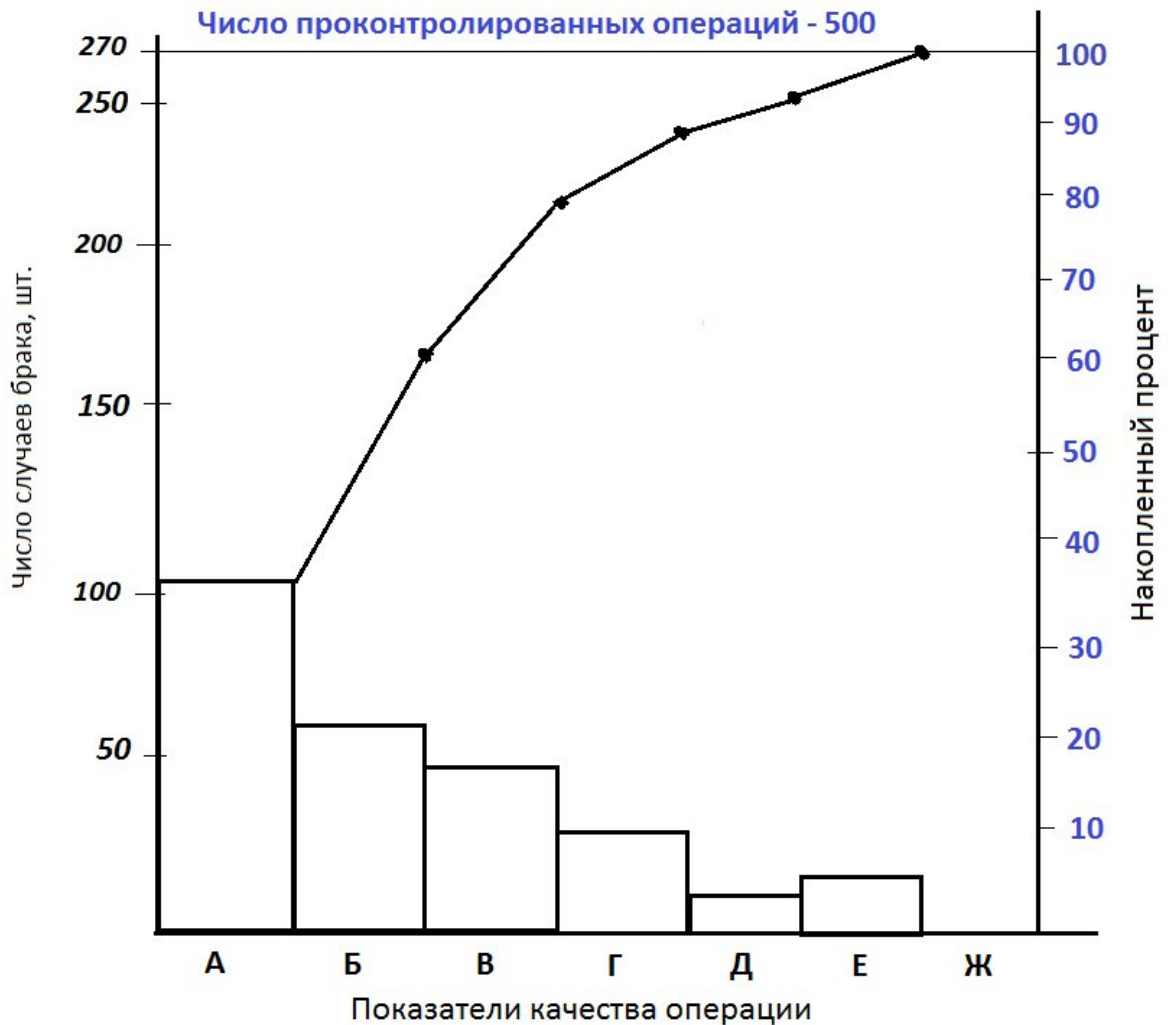


Рисунок 1 – Диаграмма Парето для исследования качества операции вспашка почвы

10. Сделать заключение по диаграмме.

На диаграмме отчетливо видна область (АБВГ) принятия первоочередных мер, очерчивающая те причины, которые вызывают наибольшее количество несоответствий.

Видно, что 79,62 % брака операции связаны с тремя показателями качества – глубина обработки (А), глыбистость (Б), высота свальных гребней

(В). Прежде всего, необходимо выяснить причины возникновения именно этих случаев брака и разработать мероприятия по их устранению.

При построении диаграммы нежелательно, чтобы группа «прочие» составляла большой процент. Это будет свидетельствовать о том, что нами не выявлены существенные виды дефектов, которые отнесены к прочим.

Самостоятельное задание. Построить диаграмму Парето для исследования качества операции посев пропашных культур.

Исходные данные

| Показатель качества | Число случаев брака, шт. | Накопленная сумма случаев брака | Процент брака, % | Накопленный процент, % |
|--|--------------------------|---------------------------------|------------------|------------------------|
| Норма и равномерность высева | 74 | | | |
| Глубина заделки семян | 48 | | | |
| Точность высева и прямолинейность рядков | 96 | | | |
| Ширина основных междурядий | 27 | | | |
| Норма внесения удобрений | 5 | | | |
| Прочие | - | | | |
| ИТОГО | 250 | - | | - |

Занятие 6

Тема: Разработка операционной технологии выполнения заданной полевой работы.

Разработать операционную технологию для полевой операции, согласно вариантам индивидуальных заданий в таблице ниже.

При выполнении задания использовать методики в источнике [7].

| Вариант № | Полевая операция |
|------------------|---|
| 1 | Вспашка с оборотом пласта на глубину 20-22 см |
| 2 | Сплошная культивация с боронованием на 10-12 см |
| 3 | Плоскорезная обработка на глубину 20-22 см |
| 4 | Внесение минеральных удобрений 250 кг/га |
| 5 | Внесение органических удобрений 15 т/га |
| 6 | Посев озимой пшеницы с внесением мин. удобрений |
| 7 | Вспашка с оборотом пласта на глубину 27-30 см |
| 8 | Посев ярового ячменя с внесением удобрений |
| 9 | Чизелевание на глубину 35 см |
| 10 | Сплошная культивация на глубину 8-10 см |
| 11 | Посев подсолнечника |
| 12 | Посев кукурузы на зерно |
| 13 | Посев сахарной свеклы |
| 14 | Междурядная обработка посевов кукурузы |
| 15 | Внесение гербицида в почву |
| 16 | Опрыскивание посевов пшеницы от вредителей и болезней |
| 17 | Уборка зерновых колосовых (озимая пшеница) |
| 18 | Уборка подсолнечника |

Марку трактора и марку СХМ взять из выбранных на занятии 3 или по данным приложения 7 источника [20].

Занятие 7.

Тема: Изучение технологий производства биотоплива

Задание: Описать технологический процесс и применяемое оборудование для производства биотоплива:

| Вариант | Вид биотоплива | Исходное сырьё |
|----------------|-----------------------|--|
| 1 | Биодизель | Растительные масла (рапсовое, подсолнечное, клещевины или др.) |
| 2 | Биодизель | Животный жир |
| 3 | Этанол | Тростниковый сахар, кукуруза, пшеница |
| 4 | Биогаз | Продукты растениеводства |
| 5 | Биогаз | Отходы животноводства |
| 6 | Биодизель | Водоросли |

Рекомендуемая литература:

19. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А. И. Завражнова. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 496 с.: ил.

Так же использовать Интернет-ресурсы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; Под ред. Г. С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 612 с : ил.
2. Квашин А. А. Основы земледелия и растениеводства : учеб. пособие / А. А. Квашин, А. В. Коваль, С. С. Терехова. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – 114 с.
3. Мязин Н.Г. Система удобрения: учебное пособие. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 350 с.
4. Шеуджен А.Х., Громова Л.И., Онищенко Л.М. Методы расчета доз удобрений: учеб. пособие / Кубан. гос. агр. ун-т. – Краснодар, 2010. – 61 с.
5. Широких П.С. Сорные растения и методы их подавления : Учебное пособие / П.С. Широких, В.К Баснак, В.В. Михеев, С.К Кузьмина, Л.М. Блескина, О.В. Петровская; Новосиб. гос. аграр. ун -т. - Новосибирск, 2005. – 61 с.
6. Обработка почвы : учеб. пособие / Б. И. Тарасенко [и др.]. – 3-е перераб. и доп. изд. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 176 с.
7. Разработка операционных технологий выполнения сельскохозяйственных механизированных работ: методические рекомендации / Сост. Г.Г. Маслов, Е.В. Припоров, А.В. Палапин; Кубанский. гос. аграрный университет. Краснодар, 2011. 191 с.
8. Никитченко, С.Л. Этапы технического прогресса в растениеводстве: учебное пособие. / С. Л. Никитченко. — М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 84 с.
9. Шпаковский, Н.А. Эволюция технологий обработки почвы. Историческая модель / Н. Шпаковский // ТРИЗ-профи: эффективные решения. – 2007. – ver. 2.0. – С. 62-65.
10. Негодаев И. А. Философия техники : учебн. пособие / И. А. Негодаев. Ростов-на-Дону: Центр ДГТУ, 1997. – 562 с.
11. Никитченко, С.Л. Инженерное обеспечение растениеводства: монография / С.Л. Никитченко – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2011. – 267 с.
12. Жалнин, Э.В. История развития и перспективы внедрения мостового растениеводства / Э.В.Жалнин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – №5. – С. 23–30.
13. Делягин, В.Н. Влияние уровня потребления энергии на производительность сельскохозяйственной системы / В.Н. Делягин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №2. – С. 17.
14. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство / под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – Москва: ФГНУ “Росинформагротех”, 2005. – 776 с.
15. Мониторинг и прогнозирование научно-технологического развития АПК в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации /

Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, Л. А. Дайбова, А. С. Креймер, Ю. В. Подушин, Е. М. Белая. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 199 с.

16. Никитченко С.Л., Игнатьева О.В. Обзор международной выставки сельскохозяйственного сотрудничества «Пояс и путь» 2023 в провинции Хэнань КНР // АгроФорум. 2024. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-mezhdunarodnoy-vystavki-selskohozyaystvennogo-sotrudnichestva-poyas-i-put-2023-v-provintsii-henan-knr> (дата обращения: 10.03.2024).

17. Беляев С. Ю., Забродин Ю.Н., Шапиро В.Д. Управление качеством: учебное пособие для бакалавров. – М.: Издательство «Омега-Л», 2014. – 381 с.

18. Основы управления качеством продукции и услуг: учебное пособие / С.Л. Никитченко, В.А. Полуян, С.А. Балюк; под общ. ред. С.Л. Никитченко. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2020. – 107 с.

19. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А. И. Завражнова. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 496 с.: ил.

20. Никитченко, С.Л. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП : учебное пособие / С. Л. Никитченко. 2-е изд., стер. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, – 2017. – 203 с. ISBN 978-5-4475-8415-3.

21. Никитченко С.Л. Инженерно-техническое обеспечение технологий растениеводства: учебное пособие. – зерноград, ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. – 133 стр.

22. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: Сборник. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А (справочное)

Свойства и особенности применения минеральных удобрений

| Азотные удобрения | | |
|---|--|---|
| Вид удобрения | Особенности применения | Дозы |
| Натриевая селитра - NaNO_3 содержит 15-16 % азота и 26 % натрия, растворима в воде, может вымываться, подщелачивает почву, повышает урожай всех культур и сахаристость корнеплодов. | Под все культуры, на всех почвах. Применяется в основном в рядки при посеве и в подкормку. | В сухом виде – 30 г/м ² |
| Аммиачная селитра - NH_4NO_3 содержит 34 % азота; на кислых почвах может вызвать некоторое подкисление, универсальное удобрение, оказывает хорошее влияние на все растения на всех почвах. | На всех почвах используется весной до посева и в прикорневую подкормку, нежелательно использовать для некорневой подкормки, поскольку аммонийный азот может вызвать ожоги листьев. | В сухом виде – 20 - 30 г/м ² |
| Карбамид (мочевина), $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, содержит 46 % азота; универсальное удобрение. | Под все культуры и на всех почвах в качестве основного, припосевного удобрения и в подкормки прикорневую и некорневую. | В сухом виде – 10 - 20 г/м ² , подкормка – 50 г на 10 л воды |
| Фосфорные удобрения | | |
| Двойной суперфосфат - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ содержит до 45 % и выше P_2O_5 ; растворим в воде, не вымывается из почвы, не подкисляет почву. | На всех почвах и под все культуры; применяется под перекопку почвы, при посеве в борозды, лунки, рядки, а также в виде жидких подкормок. | В сухом виде – 40 - 60 г/м ² |
| Фосфоритная мука – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$; содержит до 25 % P_2O_5 , нерастворима в воде, нельзя вносить одновременно с известью, обладает длительным последствием – до 10 лет и более. | На кислых почвах (подзолистых, серых лесных, оподзоленных и выщелоченных черноземах); в компосте можно применять на всех почвах. | В сухом виде – 30 - 40 г/м ² |

| Калийные удобрения | | |
|--|---|---|
| Хлористый калий – KCl содержит 50-60 % K_2O , растворим в воде, не вымывается из почвы, подкисляет почву. | На всех почвах, под все основные культуры, ограничено под картофель, томаты, огурцы, которые чувствительны к хлору, лучше вносить с осени. | В сухом виде – 20 - 30 г/м ² |
| Калийная соль - $KCl+KCl \cdot NaCl$, содержит 41-44 % K_2O . Кроме того в этом удобрении содержится натрий, который положительно влияет на сахаристость корнеплодов. Растворима в воде, подкисляет почву. | Рекомендуется под свеклу, капусту, редис, морковь и другие растения. | В сухом виде – 30 - 40 г/м ² |
| Сульфат калия - K_2SO_4 , содержит 45-52 % K_2O ; хорошо растворим в воде, не вымывается, подкисляет почву. | На всех почвах, под все основные культуры, особенно ценен для культур, чувствительных к хлору. | В сухом виде – 20 - 30 г/м ² |
| Комплексные удобрения | | |
| Калийная селитра - KNO_3 , содержит 13 % азота и 46 % окиси калия, хорошо растворяется в воде, азот может вымываться из почвы. | Применяется под овощные культуры, особенно в закрытом грунте. Ценное удобрение для культур, чувствительных к хлору. Вносят весной, до посева, при посеве, в виде сухих и жидких подкормок в момент формирования и завязывания плодов (огурцы, томат и др.). | В сухом виде – 20 - 35 г/м ² |
| Аммофос - $NH_4H_2PO_4$, содержит 11 – 12 % азота, 46 – 60 % P_2O_5 , хорошо растворяется в воде, не вымывается из почвы. | На всех почвах, под все культуры, когда нужно дать больше фосфора, чем азота, осенью, весной, до посева, при посеве, в подкормки. | В сухом виде – 20 - 30 г/м ² |
| Диаммофос - $(NH_4)_2H_2PO_4$, содержит 18 % азота и около 50% P_2O_5 , хорошо растворяется в воде, не вымывается из почвы. | На всех почвах, под все культуры, осенью, весной, до посева, при посеве, в подкормки. | В сухом виде – 20 - 30 г/м ² |
| Кристаллин (растворин) - быстро-растворимое удобрение, содержащее азот, фосфор и калий соответственно: 10-20 %; 3-17 %; 8-17 %. | Лучше применять для подкормки растений. | В сухом виде – 50 - 60 г/м ² |

Приложение Б (справочное)

Нормативы потребности в сельскохозяйственных тракторах (в эталонных единицах на 1000 га пашни)

| Федеральный округ | Зона | Всего в парке | Общего назначения | | | | | | | | Специаль- ные | Универсально-пропашные | | | | Универ- сальные | |
|-------------------------|------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|--|
| | | | 6 | 5 | | | 4 | 3 | | | 2 | 2 | 1,4 | | 0,9 | 0,6 | |
| | | | гусеничные | колесные | | гусенич- ные | гусе- ничные | гусенич- ные | гусе- ничные | колесные | гусенич- ные | колесные | | | | | |
| | | | 180-240 (245-326) | 200-243 (270-330) | 150-180 (204-245) | 170-200 (231-270) | 90-130 (122-177) | 110-125 (150-170) | 70-90 (95-130) | 110-140 (155-190) | 50-88 (68-120) | 95-120 (130-136) | 59-75 (80-100) | 40-55 (54-75) | 35-40 (46,7-54) | 18-33 (25-45) | |
| 1. Центральный | 1.1 | 13,27 | | 0,82 | 0,48 | | 0,74 | 0,77 | 4,26 | 0,20 | 2,03 | 2,57 | 0,44 | 0,30 | 0,63 | | |
| | 1.2 | 13,92 | 0,19 | 0,16 | 1,60 | 1,02 | | 1,48 | 0,99 | 4,46 | 0,20 | 1,35 | 1,19 | 0,22 | 0,26 | 0,26 | |
| 2. Северо-Западный | 2.1 | 13,94 | | | 0,67 | 0,44 | | 0,56 | 0,55 | 4,05 | - | 2,84 | 3,44 | 0,55 | 0,30 | 0,54 | |
| 3. Южный | 3.1 | 20,20 | 0,19 | 0,14 | 2,73 | 2,20 | 0,25 | 2,20 | 1,98 | 4,81 | 1,20 | 1,76 | 1,73 | 0,39 | 0,30 | 0,32 | |
| | 3.2 | 20,27 | 0,11 | 0,12 | 2,73 | 2,20 | 0,58 | 2,20 | 1,98 | 4,81 | 1,20 | 1,76 | 1,73 | 0,39 | 0,14 | 0,32 | |
| 4. Приволжский | 4.1 | 11,06 | 0,08 | 0,08 | 0,42 | 0,20 | | 1,85 | 1,54 | 1,63 | 0,30 | 1,89 | 1,88 | 0,39 | 0,22 | 0,58 | |
| | 4.2 | 13,96 | 0,11 | 0,12 | 2,52 | 2,00 | 0,57 | 2,20 | 1,98 | 1,89 | 0,20 | 1,08 | 0,89 | 0,17 | 0,14 | 0,32 | |
| | 4.3 | 15,20 | | | 2,73 | 2,20 | | 1,85 | 1,54 | 1,63 | 0,20 | 1,62 | 1,58 | 0,33 | 0,22 | 0,42 | |
| 5. Уральский | 5.1 | 12,46 | 0,08 | 0,05 | 2,94 | 2,40 | 0,71 | 1,48 | 0,99 | 1,89 | - | 0,54 | 0,69 | 0,11 | 0,16 | 0,42 | |
| | 5.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6. Сибирский | 6.1 | 11,59 | | 0,03 | 2,52 | 2,00 | 0,55 | 1,48 | 0,99 | 1,89 | - | 0,81 | 0,69 | 0,11 | 0,14 | 0,38 | |
| | 6.2 | 11,42 | 0,05 | 0,05 | 2,52 | 2,00 | 0,70 | 1,30 | 0,88 | 1,67 | - | 0,81 | 0,75 | 0,17 | 0,10 | 0,42 | |
| 7. Дальне- восточный | 7.1 | | | | | | | | | | 0,40 | 0,81 | 0,75 | 0,17 | 0,06 | 0,54 | |
| | 7.2 | 15,20 | 0,05 | 0,05 | 1,47 | 0,60 | | 5,74 | 3,74 | 0,28 | 0,40 | 1,27 | 0,83 | 0,17 | 0,06 | 0,54 | |
| Всего | | 14,33 | 0,08 | 0,08 | 2,14 | 1,90 | 0,36 | 1,78 | 1,43 | 2,59 | 0,31 | 1,42 | 1,40 | 0,25 | 0,20 | 0,39 | |

Коэффициенты перевода в эталонные единицы нормативов потребности в технике общего назначения

| Плуги типа* | Кэ | Культивато- ры типа* | Кэ | Луцильники типа* | Кэ | Бороны типа* | Кэ | Комбиниро- ванные агре- гаты* | Кэ |
|-------------|-----|-------------------------|-----|---------------------|-----|-----------------|-----|-------------------------------------|-----|
| ПЛП-4-35 | 1,0 | КПС-4 | 1,0 | ЛДГ-10 | 1,0 | БДТ-3 | 1,0 | РВК-3.6 | 1,2 |
| ПЛП-8-40 | 1,6 | КШУ-8 | 1,7 | ЛДГ-5 | 0,8 | БДТ-10 | 3,0 | РВК-5.4 | 1,3 |
| ПЛП-6-40 | 1,3 | КШУ-12 | 2,7 | ЛДГ-15 | 1,7 | БМШ-15 | 4,2 | РВК-7.2 | 1,0 |
| ПЛП-5-35 | 1,2 | КШУ-18 | 4,2 | ЛДГ-20 | 2,2 | БМШ-20 | 5,5 | АПК-6 | 1,2 |
| ПН-2-30 | 0,5 | КФГ-3.6 | 0,6 | ППЛ-7-30 | 0,9 | | | АПУ-3.5 | 2,4 |
| ПОН-3-30 | 0,6 | КЧП-5,4 | 1,1 | ПЛП-5-30 | 0,8 | БД-5 | 1,4 | КПК-4 | 2,2 |
| ПО-3-35 | 0,6 | КЛ-2.8 | 0,4 | | | | | ВИП-5.6 | 1,4 |
| ПО-7-35 | 1,4 | ПГ-3 | 0,5 | | | | | | |
| ПЧК-4.5 | 1,2 | КПШ-9 | 1,9 | | | | | | |
| ПРПВ-8-50 | 1,8 | КПШ-5 | 0,6 | | | | | | |
| ПРПВ-5-50 | 1,3 | КТС-10-2 | 2,2 | | | | | | |
| ПРПВ-4-50 | 1,1 | КПЭ-3.8А | 1,3 | | | | | | |
| ПРПВ-3-50 | 0,7 | | | | | | | | |

* Имеющие сходные данные с другими аналогичными машинами. Для машин с большей шириной захвата Кэ принимается пропорционально ширине эталонной машины.

Коэффициенты перевода в эталонные единицы нормативов потребности в технике общего назначения

| Машины для внесения твердых и жидких ми- неральных удобрений* | Кэ | Машины для внесе- ния жидких органи- ческих удобрений* | Кэ | Опрыскиватели шириной захвата более, м* | Кэ |
|--|-----|--|-----|---|------------|
| МВУ-0.5 (до 5м) | 0,7 | МЖТ-6 | 1,0 | 12 | 1,0 |
| МВУ-5 (до 16м) | 1,0 | МЖТ-13 | 2,3 | 16 | 1,3 |
| АВМ-8 | 1,2 | МЖТ-19 | 2,9 | 18 | 1,4 |
| ПЖУ-2.5 (жидкие) | 0,6 | РЖУ-3.6 | 0,6 | 22 | 1,7 |
| ПОМ-630 | 0,7 | | | 24 9 | 1,9 0,8 |

* Имеющие сходные данные с другими аналогичными машинами.

**Коэффициенты перевода в эталонные единицы
нормативов потребности в технике для производства зерна**

| Сеялки зерновые типа * | Кн | Посевные комплексы с шириной захвата 1 м * | Кн | Зерноуборочные комбайны типа * | Кн | Жатки типа * и энергосредства | Кн |
|---------------------------|-----|--|-----|--------------------------------|------|-------------------------------|------|
| СЗ-3.6А | 1,0 | 4 | 1,0 | СК-5М | 1,0 | ПН-310-6.4 | 1,0 |
| АЦП-18 | 4,2 | 6 | 2,3 | КЗС-3 | 0,8 | ПН-300-4.2 | 0,7 |
| | | 11 | 3,7 | «Руслан-950» | 1,15 | ЖВ-6 | 1,15 |
| | | | | «Дон-1500» | 1,8 | ПН-330-10Н | 1,7 |
| | | | | «Дон-2600» | 2,2 | ЖХ-11 | 1,85 |
| | | | | ПН-100 | 0,7 | ЖХ-6 | 1,1 |
| | | | | «Енисей-1200» | 1,05 | ЭС-40 | 1,0 |
| | | | | | | ЭС-75 | 1,8 |

* Имеющие сходные данные с другими аналогичными машинами. Для посевных комплексов Кэ определяется пропорционально ширине эталонной машины. На зарубежные аналогичные комбайны коэффициенты перевода увеличиваются на 50%.

**Коэффициенты перевода в эталонные единицы нормативов потребности
в технике для производства кукурузы на зерно и маслосемян подсолнечника**

| Сеялки типа * | Кэ | Культиваторы типа * | Кэ | Комбайны типа * | Кэ |
|---------------|-----|---------------------|-----|-----------------|-----|
| СУПН-6А | 1,0 | КРН-4.2 | 1,0 | КПП-3 | 1,0 |
| СУПН-8А | 1,3 | КРН-5.6 | 1,3 | КСКУ-6А | 1,8 |
| | | | | ККП-2 | 0,7 |

* Имеющие сходные данные с другими аналогичными машинами.

**Коэффициенты перевода в эталонные единицы нормативов
потребности в технике для производства кормов**

| Косилки типа * | Кэ | Грабли типа * | Кэ | Пресс-подборщики типа * | Кэ | Кормоуборочные машины типа * | Кэ |
|----------------|-----|---------------|-----|-------------------------|-----|------------------------------|-----|
| КРН-2.4 | 1,0 | ГВР-6 | 1,4 | ПР-Ф-200 | 1,6 | КСК-100А | 1,0 |
| КО-Ф-4 | 1,7 | ГП-6 | 1,3 | ПР-Ф-750 | 1,7 | «Дон-680» | 1,3 |
| КНШ-2.1 | 1,0 | ГВР-6.0 | 1,0 | ППЛ-Ф-1.6 | 1,0 | «Полесье» | 1,1 |
| ККП-1.4 | 0,6 | Гр-Ф-3.6 | 0,6 | ПР-1.2 | 0,7 | КПИ-Ф-2,4 | 0,4 |
| КПС-5.6 | 2,5 | ПЗ-3.2 | 0,5 | | | КСС-2.6 | 0,8 |
| | | | | | | «Рось-2» | 0,3 |
| | | | | | | КП-Ф-2 | 0,3 |
| | | | | | | КСФ-2 | 0,3 |
| | | | | | | КИР-1.5 | 0,3 |
| | | | | | | «МАРАЛ-125» (Е-281) | 1,1 |
| | | | | | | ПН-400 | 0,5 |
| | | | | | | ПН-450 | 0,9 |

* Имеющие сходные данные с другими аналогичными машинами. Для аналогичных зарубежных машин коэффициенты перевода увеличиваются на 50%.

**Коэффициенты перевода в эталонные единицы нормативов
потребности в технике для производства сахарной свеклы**

| Свеклович- ные сеялки * типа | Кэ | Культивато- ры типа | Кэ | Шестирядные уборочные ком- плексы | Кэ | Самоходные свеклоуборочные комбайны | Кэ | Свекло- погрузчи- ки | Кэ |
|---------------------------------------|-----|------------------------|-----|---|------|---|-----|----------------------------|-----|
| ССТК-8 | 1,0 | УСМК-5.4 | 1,0 | АС1; ПС-1 | 1,0 | СФ-10 | 1,0 | | |
| СУПК-12 | 1,9 | КПП-8 | 1,7 | БМ-6Б; КС-6Б | 0,95 | «Моро» | 0,9 | | |
| ССТ-18 | 2,3 | КМС-5.4 | 1,0 | | | «Холмер» | 1,3 | СПС-4,2 | 1,0 |
| | | КСМ-2.7 | 0,4 | | | | | | |
| | | КМС-8.1 | 1,6 | | | | | | |

* Имеющие сходные данные с другими аналогичными машинами.

**Коэффициенты перевода в эталонные единицы нормативов потребности
в технике для производства картофеля**

| Машины для под- готовки почвы под посадку типа | Кэ | Сажалки * типа | Кэ | Комплексы типа | Кэ | Комбай- ны | Кэ | Копатели | Кэ | Машины для послеуборочной обработки кар- тофеля типа | Кэ |
|--|-----|-------------------------|-----|-------------------|-----|-----------------|-----|---------------|------|---|-----|
| КОН-2.8 | 1,0 | Четы- рехряд- ные | 1,0 | «Самара» | 1,0 | Двух- рядные | 1,0 | КСТ- 1.4 А | 1,0 | КСП-15 | 1,0 |
| | | Одно- рядные | 0,3 | «Коломна» | 1,0 | Одно- рядные | 0,4 | КТН- 1.6 | 0,63 | КПС-25 | 1,6 |
| ОК-3 | 1,2 | Двух- рядные | 0,4 | | | | | | | КТВ-3.5 | 0,5 |
| ГО-3 | 1,2 | | | | | | | | | | |
| УГН-4К | 1,3 | | | | | | | | | | |
| СУ-1.4 | 0,4 | | | | | | | | | | |
| КВС-3 | 1,1 | | | | | | | | | | |
| КОР-4.2 | 1,5 | | | | | | | | | | |

* Имеющие сходные данные с другими аналогичными машинами.