

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

А. В. ПАТРИН

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА**

Курс лекций

Новосибирск 2014

УДК 631.171.3  
ББК 40.7, я7  
П 207

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

Рецензент канд. техн. наук, доц. *С. Г. Щукин*

**Патрин А. В.**

**Эксплуатация машинно-тракторного парка:** курс лекций /  
А. В. Патрин; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т. – Новосибирск:  
ИЦ «Золотой колос», 2014. – 118 с.

В курсе лекций по дисциплине «Эксплуатация машинно-тракторного парка» раскрыто три темы: «Проектирование состава МТП. Основные показатели машиноиспользования», «Транспорт в агропромышленном комплексе», «Технологии производства основных видов продукции растениеводства и их техническое обеспечение».

Предназначен для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 110400.62 (35.03.04) – Агрономия.

Утверждён и рекомендован к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол № 24 от 28 января 2014 г.)

© Новосибирский государственный  
аграрный университет, 2014

© Патрин А. В., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

В предлагаемом курсе лекций рассмотрены три темы. Тема «Проектирование состава МТП. Основные показатели машиноиспользования» включает сведения о выборе видов машин; методах определения рационального состава МТП; потребности в тракторах, сельхозмашинах, автомобилях и трудовых ресурсах; сводном плане механизированных работ; построении графиков потребности в технических и трудовых ресурсах; путях улучшения эксплуатации МТП; оперативном управлении работой МТП; анализе использования МТП по основным показателям эффективности.

В теме «Транспорт в агропромышленном комплексе» дана классификация сельскохозяйственного транспорта, грузов и дорог. Описан транспортный процесс, маршруты движения и выбор транспортных средств. Представлена методика расчёта производительности транспортных и погрузочно-разгрузочных устройств, а также потребности в транспортных средствах и основные показатели их использования.

В теме «Технологии производства основных видов продукции растениеводства и их техническое обеспечение» рассмотрены технологии основной и предпосевной обработки почвы; внесения удобрений; посева и посадки сельскохозяйственных культур; ухода за посевами; уборки зерновых культур; заготовки кормов и их техническое обеспечение.

В результате освоения дисциплины «Эксплуатация машинно-тракторного парка» студент должен:

– *знать* устройство и техническую характеристику колесных и гусеничных тракторов и автомобилей, используемых в растениеводстве; устройство, технологические характеристики и агрегатирование машин для обработки почвы, посева, внесения удобрений, защиты растений, уборки уро-

жая; основы использования энергии в технологических процессах;

– *уметь* составлять почвообрабатывающие, посевные и уборочные агрегаты, осуществлять проверку технического состояния машин, подготовку их на заданный режим работы и проведение технологических регулировок машин и механизмов, проводить расчеты нормативных данных для установки рабочих органов сельскохозяйственных машин; составлять технологические схемы движения агрегатов при выполнении различных полевых работ; оценивать качество выполняемой работы; демонстрировать способность и готовность владеть методами управления технологическими процессами при производстве продукции растениеводства, отвечающей требованиям стандарта.

# **Лекция 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА МТП. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

## **1.1. Обоснование состава и планирование работы МТП**

Значение оптимальной структуры и состава МТП. Машино-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия представляет собой совокупность мобильных энергетических средств (тракторов, самоходных шасси и машин) и агрегируемых с ними рабочих машин и сцепок.

Под *структурой МТП* подразумевают его качественный состав с учетом типов и типоразмеров, а также конкретных марок мобильных энергетических средств и рабочих машин. *Составом МТП* определяются численные соотношения между различными мобильными энергетическими средствами и рабочими машинами.

Оптимальная (наилучшая) структура и состав МТП обеспечивают своевременное выполнение всех работ в хозяйстве с высоким качеством при наименьшем расходе ресурсов (трудовых, материальных, финансовых и т.д.) на единицу урожая с соблюдением экологических требований.

Обоснование оптимальной структуры и состава МТП с учетом природно-климатических и производственных условий каждого хозяйства – одна из самых актуальных и сложных задач в области механизации сельского хозяйства. От правильности ее решения зависят практически все основные показатели сельскохозяйственного производства. При недостаточном численном составе МТП нарушаются агротехнические сроки выполнения полевых работ и соответственно уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур при одновременном снижении качества продукции.

Лишние машины в составе МТП также требуют дополнительных расходов и увеличивают стоимость сельскохозяйственной продукции при одновременном снижении ее конкурентоспособности в рыночных условиях.

Общие требования к выбору типов энергетических средств и рабочих машин. Типы энергетических средств и рабочих машин выбирают с учетом следующих основных требований: высокое качество выполнения работ в соответствии с *агротехническими требованиями*; высокая производительность при наименьшем расходе ресурсов (трудовых, топливно-энергетических, материальных, финансовых) – *экономические требования*; обеспечение безопасных условий работы механизаторов (*требования безопасности*); обеспечение комфортных условий работы механизаторов (*эргономические требования*); наименьшее отрицательное воздействие на окружающую среду (почву, воздух, воду, культурные растения и т.д.) – *экологические требования*.

Для выбора мощности трактора, отвечающего требованиям высокой производительности и минимальным эксплуатационным затратам на данной операции, используют схему, приведённую на рис. 1.1. Схема показывает увеличение приведенных затрат  $C_{\Pi}$  и часовой производительности агрегата  $W$  при выборе компромиссной мощности  $N_{\text{н.к}}$ .

В нормальных условиях для выполнения каждой работы следует выбирать трактор с мощностью  $N_{\text{н}} = N_{\text{н.опт}}$ . Если такого трактора не окажется, то выбирают другой по условию  $N_{\text{н}} > N_{\text{н.опт}}$ , чтобы вынужденное отклонение от оптимального варианта решения компенсировалось соответствующим увеличением производительности. На базе выбранного трактора комплектуют соответствующий ресурсосберегающий агрегат.

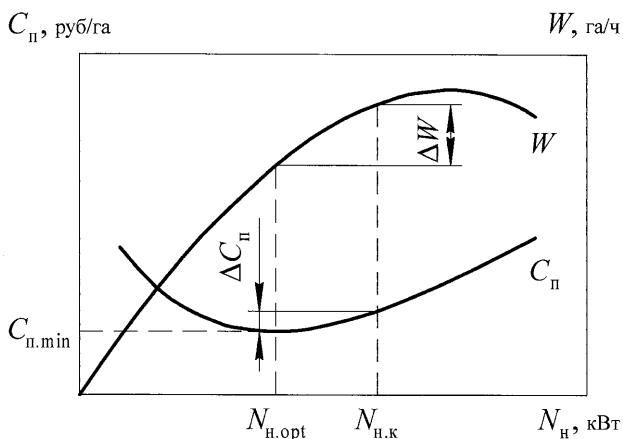


Рис. 1.1. Схема определения оптимальной мощности

При дефиците кадров механизаторов возможно и компромиссное решение с целью составления агрегата с более высокой производительностью при ограниченном росте  $\Delta C_p$  приведенных затрат  $C_p$  по сравнению с минимальными  $C_{p.min}$ , как показано на рис. 1.1. Для этого задаемся значением  $\Delta C_p \leq 0,05 C_{p.min}$  (не более 5% по сравнению с минимальными затратами) и определяем соответствующую компромиссную мощность  $N_{h.k}$ . Практические расчеты показывают, что агрегаты, составленные на базе компромиссной мощности  $N_{h.k}$ , имеют прирост производительности до 30...40% по сравнению с оптимальными.

Таким образом, компромиссное решение обеспечивает в сложных условиях благоприятное сочетание требований ресурсобеспечения и высокой производительности.

Диапазоны полученных описанным способом ресурсоберегающих мощностей приведены в табл. 3.1 для наиболее распространенных операций и классов длины гона.

Однако для выполнения каждой операции с учетом класса длины гона невозможно содержать отдельный трактор с соответствующими рабочими машинами, так

как это ведет к многомарочности МТП и общему увеличению стоимости работ. Поэтому энергетические средства и рабочие машины должны быть по возможности универсальными, чтобы выполнять разные работы в течение всего года. При этом сокращается число марок МТП и увеличивается годовая загрузка энергетических средств и рабочих машин.

Основной экономический показатель правильности выбора типов и числа энергетических средств и рабочих машин – минимум суммы приведенных затрат на выполнение всех работ в хозяйстве за год. Эта важнейшая задача и решается при обосновании оптимальной структуры и состава МТП.

**Методы расчёта состава МТП.** Для расчета состава МТП используют три основных метода: построение графиков машиноиспользования по маркам тракторов; экономико-математический, или метод математического моделирования; нормативный.

1. *Метод построения графиков машиноиспользования по маркам тракторов* основан на базе общей методики определения потребности в оборудовании, рабочей силе и т.д., применяемой во всех отраслях хозяйственной деятельности. Этот метод универсален и лежит в основе всех остальных методов. Этим методом решаются задачи трех типов: эффективного использования существующего состава МТП; постепенного обновления состава МТП путем замены списываемых устаревших машин новыми перспективными; обоснования перспективного состава МТП с учетом среднесрочных и долгосрочных планов развития хозяйства.

Основа составления графиков машиноиспользования во всех случаях – соответствующие годовые календарные планы механизированных работ (текущие, среднесрочные или перспективные долгосрочные). С учетом передово-



го и собственного опыта, а также научных исследований специалисты хозяйства по экспертным методам выбирают перспективные марки тракторов (не более 3...5) и рабочих машин. Затем на базе этих тракторов и машин рассчитывают составы соответствующих агрегатов и определяют их требуемое число с учетом объема работы и календарных сроков выполнения. Если одну и ту же работу можно выполнять несколькими тракторами, то выбирают наиболее эффективный с учетом годовой занятости тракторов всех марок. Затем строят соответствующие графики машиноиспользования для всех марок тракторов и после их корректировки вычисляют требуемое число тракторов и машин каждой марки по наибольшей их потребности на графике машиноиспользования.

Основные преимущества описанного метода – простота, доступность, наглядность и оперативность без необходимости использования сложной вычислительной техники.

Недостатки метода заключаются в экспертном подходе при выборе марок тракторов и рабочих машин, включая распределение объемов работ между ними. Такой подход не всегда отвечает современным требованиям высокой производительности и ресурсосбережения.

*2. Экономико-математический метод, или метод математического моделирования*, принципиально отличается от ранее описанного метода тем, что на строго научной основе определяются оптимальные (наилучшие в заданных условиях) марки и численный состав МТП.

Математическая модель содержит конкретный критерий (цель) оптимальности и соответствующие ограничения, связанные с ограниченной площадью пашни, наличием механизаторских кадров и т.д.

В качестве критерия оптимальности наиболее часто используют минимум суммы приведенных затрат  $C_{\Sigma}$ , руб., на

выполнение всех работ в хозяйстве, который можно записать в обобщенном виде:  $C_{\text{нз}} \rightarrow \min$ .

Оптимальное решение этой сложной задачи можно найти только на базе современных вычислительных машин с большим объемом памяти, так как требуется значительный объем исходной информации.

Основные недостатки этого метода: сложность и несовершенство имеющихся программ для вычислительных машин, которые не позволяют оперативно использовать их в условиях хозяйств; трудность практической проверки оптимальности получаемого состава МТП.

3. *Нормативный метод* обоснования состава МТП заключается в следующем. На основе описанного экономико-математического метода в научно-исследовательских институтах определяют марки тракторов и нормативы их оптимальной потребности в расчете на 100 га пашни для каждой группы типовых или модельных хозяйств с учетом структуры посевов и других факторов.

Зная принадлежность конкретного хозяйства к тому или другому типу, специалисты устанавливают число тракторов и рабочих машин каждой рекомендуемой марки в соответствии с формулой

$$n_{\text{м}} = \frac{F_{\text{п}}}{100} Z_{\text{н}}, \quad (1.1)$$

где  $F_{\text{п}}$  – площадь пашни хозяйства, га;  $Z_{\text{н}}$  – нормативная потребность в расчете на 100 га, или нормативный коэффициент.

Численные значения для различных зон и типовых хозяйств издаются в виде нормативных справочников.

Преимущества этого метода заключаются в простоте и доступности для специалистов хозяйств. Однако, как известно, похожих по всем показателям хозяйств не бывает, поэтому нормативный метод менее точен.

## ***Обоснование состава МТП методом построения графиков машиноиспользования***

*Определение объема и календарных сроков выполнения работ.* Обоснование состава МТП начинают с определения объема механизированных работ и календарных сроков их выполнения. Основная часть этих работ содержится в технологических картах на возделывание сельскохозяйственных культур в хозяйстве, а календарные сроки их выполнения определяются агротехническими требованиями. Кроме того, должны быть учтены все работы на животноводческих фермах, в садах, по доставке грузов в хозяйство и из хозяйства, строительные и дорожные работы и т. д.

*Обоснование состава марок тракторов и рабочих машин.* Марки тракторов и рабочих машин, входящих в МТП, определяют с учетом перечня и объема выполняемых работ, а также природно-производственных условий, в которых их выполняют (площади полей и длина гона, типы почв, угол склона, температура воздуха и наличие осадков, ремонтная база и база технического обслуживания и т. д.).

Число марок тракторов и машин при этом должно быть как можно меньше, но без ущерба качеству выполняемых работ, максимально учитывая требования высокой производительности и ресурсосбережения.

К выбранным маркам тракторов подбирают соответствующие рабочие машины – более универсальные и с большей годовой занятостью, после чего рассчитывают составы соответствующих агрегатов описанными далее методами. На основе аналогичных принципов выбирают состав марок самоходных машин, а также автомобилей.

*Составление сводных таблиц (планов) выполнения механизированных работ.* Сводный календарный план механизированных работ оформляют в форме табл. 1.1, выполняемой на миллиметровой бумаге мягким карандашом, так как неизбежны корректировки.

Таблица 1.1

**Сводный план механизированных работ**

№ п/п	Наименование работы	Основные агротехнические требования	Объем работы, га, т и т.д.	Календарные сроки	Число рабочих дней	Продолжительность рабочего дня, ч
1	2	3	4	5	6	7

Окончание табл. 1.1

№ п/п	Состав агрегата				Число механизаторов и вспомогательных рабочих на агрегате	Производительность агрегата		Требуемое число агрегатов	Время работы агрегата, ч	Объем работы, у.э. га
	Марка трактора, автомобиля	машины	Число машин	Марка сцепки		сменная	часовая			
1	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

В графе 1 записывают порядковые номера работ, работы в графе 2 располагают последовательно от 1 января по 31 декабря планируемого года. Если работы записывают в виде отдельных технологических карт на возделывание сельскохозяйственных культур, то календарную последовательность соблюдают в пределах каждой карты. Этот порядок относится также к группам работ на животноводческих фермах, на перевозке грузов, в строительстве и т.д.

В графе 3 указывают одно-два важнейших агротехнических требования (глубина вспашки, норма высева и т.д.).

В графе 4 указывают объем каждой работы в физических единицах, а в графе 5 – календарные сроки выполнения работ в соответствии с агротехническими требованиями для данной зоны. При этом с учетом имеющегося опыта в пределах допустимых сроков выполнения работ можно выбрать оптимальные.

Число рабочих дней (графа 6)

$$D_p = D_k \cdot \alpha_k, \quad (1.2)$$

где  $D_k$  – число календарных дней;  $\alpha_k$  – коэффициент использования календарного времени с учетом погодных условий, выходных и праздничных дней и т.д.

Численное значение  $\alpha_k$  выбирают с учетом опыта работы в диапазоне  $\alpha_k \approx 0,80 \dots 0,95$ . Длительность рабочего дня в графе 7 на каждой работе определяет администрация хозяйства в соответствии с трудовым законодательством. В графах 8, 9 указывают марки трактора и машины, наиболее точно и полно отвечающих агротехническим требованиям, а также требованиям высокой производительности и ресурсосбережения.

Число машин и марку сцепки в графах 10, 11 определяют изложенными ранее методами рационального комплектования агрегатов.

Число механизаторов на агрегате (включая тракториста, комбайнера и т.д.) в графе 12 определяют в соответствии с существующими нормативами.

Сменную производительность агрегата (графа 13) выбирают по типовым нормам на соответствующие виды работ по приведенным ранее формулам.

Часовую производительность агрегата (графа 14) рассчитывают делением данных графы 13 на продолжительность смены, которая составляет 7 ч на обычных видах работ. Требуемое число агрегатов  $n_a$ , на выполнение каждой работы (графа 15) определяют по формуле

$$n_a = \frac{\Omega}{D_p W T_d}, \quad (1.3)$$

где  $\Omega$  – объем работы данного вида, га, т и т.д.;  $W$  – часовая производительность агрегата, га/ч, т/ч и т.д.;  $T_d$  – продолжительность рабочего дня, ч.

Для расчета по формуле (1.3) используют данные граф 4, 6, 7, 14.

При дробном значении  $n_a$  его округляют до целого значения, соответственно изменяя  $D_p$  и  $D_k$  в графах 5, 6 в пределах допустимых агротехническими требованиями сроков.

Число часов работы агрегатов (графа 16) рассчитывают как произведение  $D_p$  на  $T_d$ . Объем работы в условных эталонных гектарах (графа 17) вычисляют умножением данных графы 16 на часовую эталонную выработку соответствующего трактора (табл. 1.2).

Таблица 1.2

**Часовая эталонная выработка тракторов**

Трактор	Коэффициент перевода	Трактор	Коэффициент перевода
ДТ-75	1,0	ЮМЗ-6М	0,60
ДТ-75М	1,1	МТЗ-80	0,70
Т-4А	1,45	МТЗ-82	0,73
Т-150	1,65	Т-150К	1,65
Т-40М	0,53	К-700А	2,20
Т-40АМ	0,54	К-701	2,70

В табл. 1.1 можно привести данные по расходу топлива, затратам труда, а также по прямым эксплуатационным затратам.

*Построение графиков машиноиспользования для тракторов каждой марки.* График машиноиспользования строят отдельно для каждой марки трактора, приведенного в табл. 1.1, как это показано на рис. 1.2 в виде фрагмента. По оси абсцисс графика последовательно откладывают месяцы года в таком масштабе, чтобы можно было учитывать отдельные дни.

Из графы 5 табл. 1.1 по оси абсцисс для каждой работы, выполняемой тракторами данной марки, откладывают календарные сроки с датами начала и конца. Через

границы этих сроков проводят вертикальные линии до пересечения с горизонталью, соответствующей требуемому числу агрегатов и соответственно тракторов  $n_{\tau} = n_a$  для выполнения данной работы. Полученный при этом прямоугольник обозначают номером соответствующей работы из табл. 1.1.

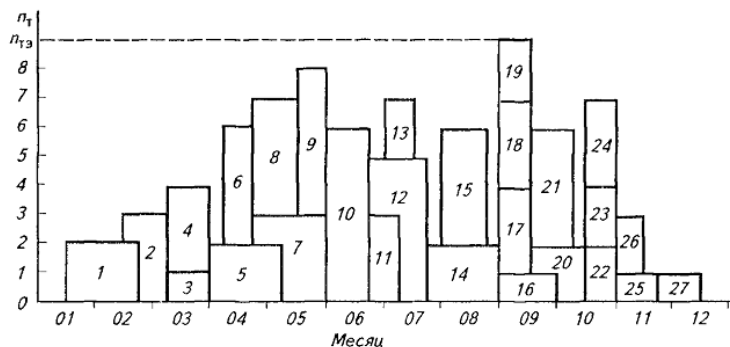


Рис. 1.2. Построение графика использования машин

Если в эти же сроки выполняют другую работу, то требуемое для ее выполнения число тракторов отсчитывают от предшествующего по принципу наложения (кирпичной кладки).

Построив аналогичным образом, прямоугольники для всех видов работ, получают первоначальный вариант графика машиноиспользования тракторов данной марки. По физическому смыслу прямоугольники соответствуют требуемым агрегато-дням для выполнения каждой работы. Аналогично (до трех графиков на одном чертежном листе) строят графики машиноиспользования для тракторов других марок. При этом для удобства корректировки оси ординат всех графиков располагают по одной вертикали с одинаковыми масштабами времени по горизонтальной оси.

*Корректировка графиков машиноиспользования.* Ее проводят для уменьшения как общей потребности в тракто-

рах, так и в тракторах отдельных марок; увеличения годовой занятости тракторов; более равномерного распределения работ между разными марками тракторов.

Графики машиноиспользования корректируют следующими основными способами: перераспределением работ между тракторами разных марок; изменением продолжительности рабочего дня за счет соответствующего изменения коэффициента сменности в пределах, допускаемых трудовым законодательством; изменением ранее принятых календарных сроков выполнения работ в пределах, допускаемых агротехническими требованиями. Перераспределение работ между тракторами разных марок необходимо в том случае, когда в период пиковой потребности в тракторах одной марки имеются простаивающие тракторы другой марки, которые могут выполнить соответствующие работы. При этом необходимо внести соответствующие изменения в табл. 1.1.

Изменение продолжительности рабочего дня  $T_d$  в соответствии с формулой (1.3) также способствует в допустимых пределах уменьшению потребности в тракторах. Корректировка за счет изменения календарных сроков выполнения работ возможна только в том случае, если при составлении табл. 1.1 были приняты уменьшенные оптимальные сроки по сравнению с предельно допустимыми.

Требуемое эксплуатационное число тракторов  $n_{т.э}$  каждой марки определяют по наибольшей (пиковой) их потребности на каждом графике машиноиспользования, как показано на рис. 1.2.

Требуемое инвентарное число тракторов каждой марки с учетом возможных простоев по техническим причинам

$$n_{т.инв} = n_{т.э} / k_r, \quad (1.4)$$

где  $n_{т.э}$  – эксплуатационное число тракторов данной марки по графику машиноиспользования;  $k_r$  – коэффициент готов-



ности. Усредненное значение  $k_r$  принимают по статистическим данным в диапазоне  $k_r \approx 0,85 \dots 0,99$  с учетом марки трактора и условий работы [см. формулу (1.11)].

Методом построения аналогичных графиков можно определить потребность по маркам в транспортных средствах, в зерноуборочных комбайнах и т. д.

На основании графиков машиноиспользования можно решать практически все задачи, связанные с МТП, включая обоснование перспективного состава МТП и повышение эффективности использования имеющегося машинно-тракторного парка.

*Построение оперативного графика машиноиспользования по хозяйственным номерам тракторов.* При числе имеющихся тракторов не более трех-четырех каждой марки для их эффективного использования вместо графика машиноиспользования можно построить оперативные графики загрузки тракторов каждой марки по хозяйственным номерам (рис. 1.3).

По оси абсцисс каждого графика по аналогии с обычным графиком машиноиспользования откладывают календарные сроки выполнения работ, а по оси ординат – время работы трактора на каждой работе в часах.

Если требуемое на выполнение данной работы время больше продолжительности рабочего дня, то остающаяся часть работы переходит к трактору с другим хозяйственным номером. Выполняемую при этом несколькими тракторами работу обозначают одним и тем же номером, например работы 5, 6, 7, 13, 14 (см. рис. 1.3).

Полученные описанным способом графики определяют как требуемое число тракторов, так и загрузку каждого трактора в часах. Корректируют эти графики при необходимости описанными ранее способами.

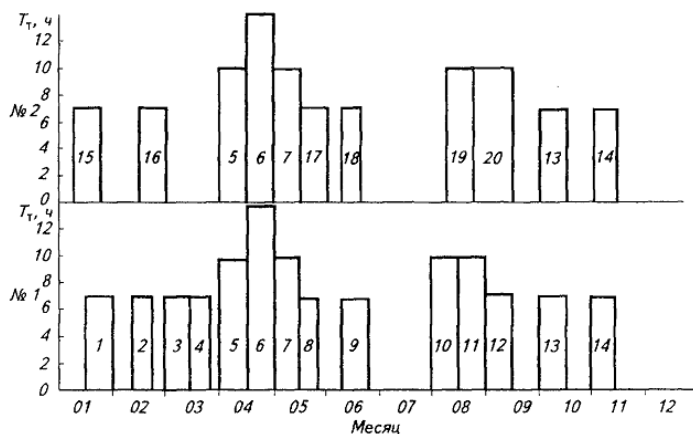


Рис. 1.3. Схема построения графика использования тракторов

*Определение потребности в сельскохозяйственных машинах, автомобилях, рабочей силе.* Потребность в сельскохозяйственных машинах, автотранспорте, рабочей силе определяют рассмотренными ранее методами на основе графика машиноиспользования. Требуемое число сельскохозяйственных машин каждой марки, включая сцепки и рабочие машины, также определяют методом построения соответствующих графиков машиноиспользования по данным граф 9, 10, 11, 15 табл. 1.1 или непосредственно по таблице по наибольшей их потребности.

Аналогично строят соответствующие графики машиноиспользования по данным граф 8, 15 и определяют требуемое число автомобилей каждой марки. Для тракторных транспортных агрегатов по данным граф 9, 10, 15 также определяют требуемое число прицепов каждой марки.

Потребность в рабочей силе определяют построением соответствующих графиков по данным графы 12 табл. 1.1, как показано на рис. 1.4.

По оси абсцисс откладывают месяцы года, а по оси ординат – требуемое число рабочих, включая механиз-

торов (трактористов, комбайнеров, шоферов) и вспомогательных рабочих (сеяльщики, сажальщики и т. д.). Число механизаторов в каждом месяце примерно соответствует суммарному числу тракторов, комбайнов и автомобилей на всех графиках машиноиспользования в указанный месяц. Сравнительно небольшое число вспомогательных рабочих можно подсчитать непосредственно по данным графы 12 табл. 1.1.

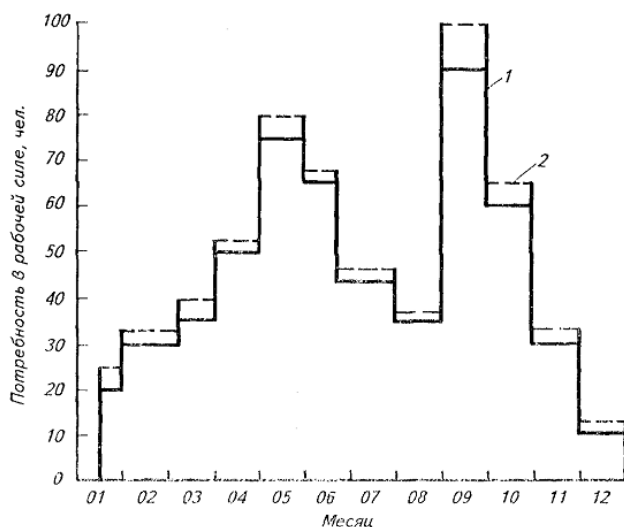


Рис. 1.4. График потребности в рабочей силе:  
1 – в механизаторах; 2 – с учетом вспомогательных рабочих

**Оперативное управление работой МТП.** Под оперативным управлением работой МТП подразумевают такой процесс управления, при котором своевременно и быстро принимают и доводят до исполнителей решения по всем вопросам эффективного использования и обслуживания сельскохозяйственной техники в течение всего года.

Выполнение полевых механизированных и других работ в жесткие установленные сроки, определяемые агротех-

ническими требованиями, требует оперативного управления работой МТП.

Оперативное управление работой МТП является системным структурным элементом общей системы управления производством всего сельскохозяйственного предприятия.

Оперативное управление включает четкое и своевременное выполнение следующих необходимых организационных мероприятий: сбор, обработка и изучение производственной информации; объективная оценка складывающейся на данный момент производственной ситуации; принятие эффективных решений и оперативное доведение их до исполнителей; организация своевременного выполнения принятых решений.

***Диспетчерская служба.*** Материально-технической базой оперативного управления как всем хозяйством, так и непосредственно работой МТП служит диспетчерская служба.

Под диспетчерской службой при этом подразумевают комплекс организационно-технических мероприятий и средств, обеспечивающих централизованное оперативное управление сельскохозяйственным производством в масштабе всего хозяйства. Диспетчерское управление инженерной службой и непосредственно работой МТП является составным структурным элементом диспетчерской службы всего хозяйства, которая, в свою очередь, входит в состав районной и областной диспетчерской служб.

Главный инженер-механик в общем случае может управлять инженерными службами и их руководителями как через диспетчерскую службу, так и непосредственно.

В качестве технических средств оперативного управления работой МТП в зависимости от размеров хозяйства могут быть использованы соответствующие виды современной связи. Возможна также установка средств оперативной связи на отдельных агрегатах и транспортных средствах,

включая средства для слежения за местонахождением каждого агрегата.

Диспетчерская служба на базе указанных технических средств выполняет следующие основные задачи: обеспечивает своевременную разработку и корректировку оперативных планов и доведение их до исполнителей; принимает, обрабатывает и систематизирует оперативные данные о ходе выполнения работ и информирует о них главного инженера и других ответственных руководителей; контролирует своевременное выполнение планов проведения технических обслуживаний и ремонтов тракторов, сельскохозяйственных машин и оборудования; обеспечивает оперативное устранение причин, нарушающих плановый ритм выполнения технологических процессов; обеспечивает непрерывную связь между руководителями хозяйств, отдельными службами и исполнителями; принимает заявки от подразделений и участков на материально-техническое обеспечение; контролирует выполнение этих заявок; ведет установленную для диспетчерской связи документацию и т. д.

***Научные методы оперативного управления работой МТП.*** На работу МТП в зависимости от природно-производственных условий влияет множество факторов, включая климат, почвенные особенности, размеры и удаленность полей, наличие соответствующих марок тракторов и сельскохозяйственных машин, обеспеченность ремонтной базой, механизаторскими кадрами и т. д.

Общей научной основой оптимального решения любых производственных и технических задач, включая задачи эффективного использования МТП, служит математическое моделирование производственных процессов. В упрощенном виде оно предусматривает представление этого процесса в формализованной форме – в виде формул или функций, достаточно полно отражающих наиболее важные принци-

пиальные особенности этого процесса с учетом влияния основных факторов.

Для оперативного оптимального решения соответствующих производственных задач по математической модели на компьютере разрабатывается соответствующая программа, учитывающая влияние всех основных факторов в заданных конкретных условиях использования МТП.

При наличии этой программы от специалиста инженерной службы требуется только введение соответствующих исходных данных, характеризующих условия выполнения производственного процесса с учетом поставленной цели решения задачи – получение наибольшей прибыли, максимальной производительности при наименьших затратах и т.д.

Математические модели, связанные с решением технико-экономических задач, называют также экономико-математическими моделями.

Типичный пример такой модели – экономико-математическая модель обоснования оптимального состава МТП хозяйства.

В качестве критерия (показателя) оптимальности или целевой функции в таких моделях наиболее часто используют минимум суммы приведенных затрат на выполнение всех работ в хозяйстве за год с учетом ограничений на объемы работы, сроки их выполнения и т.д.

На основе такой математической модели определяют: оптимальные марки и число тракторов и сельскохозяйственных машин; соответствующие сроки выполнения работ; потребность в механизаторах и т.д.

## **1.2. Анализ использования МТП по основным показателям эффективности**

При анализе использования МТП наиболее широко применяют следующие основные показатели эффективности [2].

Энергонасыщенность земледелия:

$$N_{\text{га}} = N_{\text{н}\Sigma} / F, \quad (1.5)$$

где  $N_{\text{н}\Sigma}$  – суммарная мощность всех источников энергии в хозяйстве, кВт;  $F$  – общая площадь сельскохозяйственных угодий или пашни, га.

Энерговооруженность труда при общей численности работников  $n_{\text{р.х}}$  в хозяйстве:

$$N_{\text{чел}} = N_{\text{н}\Sigma} / n_{\text{р.х}}. \quad (1.6)$$

Степень механизации всех или отдельных видов работ:

$$\tau_{\text{мех}} = F_{\text{мех}} / F_o, \quad (1.7)$$

где  $F_{\text{мех}}$  – объем механизированных работ, га (т, м<sup>3</sup> и т.д.);  $F_o$  – объем работы данного вида, га (т, м<sup>3</sup> и т.д.).

Плотность механизированных работ:

$$\omega_{\text{га}} = \Omega / F, \quad (1.8)$$

где  $\Omega$  – суммарная наработка, приходящаяся на 1 га пашни, у.э. га.

Годовой объем выполненных механизированных работ (у.э. га), приходящийся на один условный эталонный трактор:

$$F_{\text{у.тр}} = \Omega / n_{\text{у.тр}}, \quad (1.9)$$

где  $n_{\text{у.тр}}$  – число условных эталонных тракторов в хозяйстве.

Коэффициент использования МТП или машин отдельных типов:

$$k_{\text{и}} = n_{\text{р.м.-д}} / n_{\text{к.д}}, \quad (1.10)$$

где  $n_{\text{р.м.-д}}$  – общее число отработанных машино-дней за рассматриваемый период;  $n_{\text{к.д}}$  – число календарных машино-дней.

Коэффициент готовности МТП или машин отдельных типов

$$k_{\text{г}} = n_{\text{и.м.-д}} / n_{\text{к.д}}, \quad (1.11)$$

где  $n_{\text{и.м.-д}}$  – число машино-дней пребывания в исправном состоянии.

## Лекция 2. ТРАНСПОРТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

### 2.1. Транспортный процесс

**Значение транспорта в сельском хозяйстве.** Производство сельскохозяйственной продукции, как растениеводческой, так и животноводческой, связано с большим объемом транспортных работ. Транспортные расходы занимают значительное место в общем объеме затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Эти расходы в себестоимости сельскохозяйственной продукции составляют 15...40%, а затраты труда 30...70% в зависимости от природно-производственных условий и вида возделываемой сельскохозяйственной культуры. При этом на транспортных работах занято 20...25% работников сельского хозяйства.

Основной вид транспорта в сельском хозяйстве – автомобильный, на долю которого приходится до 80% всего объема перевозок. На долю тракторного транспорта в сельском хозяйстве приходится не более 20...27% объема перевозок.

Грузоподъемность автомобилей колеблется в широких пределах, поэтому в зависимости от условий работы следует выбирать такой автомобиль, который наиболее полно отвечает требованиям высокой производительности и ресурсосбережения.

**Виды транспортных средств, применяемых в сельском хозяйстве.** В сельскохозяйственном производстве используют все основные виды транспорта, включая автомобильный, тракторный, гужевой, авиационный, железнодорожный, трубопроводный, канатный.

Основную часть грузов перевозят *автомобильным* (до 80%) и *тракторным* (до 20...27%) транспортом, поэтому далее более подробно будут рассмотрены эти два вида транспорта.



*Гужевой транспорт* используют в небольшом количестве и в основном на внутриусадебных перевозках, включая подвоз кормов на фермах, перевозку молока и др.

*Авиационный транспорт* используют для подкормки растений и защиты посевов от болезней и вредителей, а также как санитарную авиацию. Однако применение авиации в сельском хозяйстве резко снижено из-за высокой стоимости работ.

*Железнодорожным транспортом* доставляют технику, удобрения и другие материалы, а также вывозят урожай в промышленные центры.

С помощью *трубопроводного транспорта* перемещают на небольшие расстояния корма, молоко, отходы животных, минеральные удобрения и другие материалы.

*Канатно-воздушный транспорт* преимущественно используют в горных районах, где отсутствуют дороги.

**Классификация сельскохозяйственных грузов.** Сельскохозяйственные грузы насчитывают более 100 наименований и классифицируют их по физико-механическим свойствам; по степени или коэффициенту использования грузоподъемности транспортных средств; по способу погрузки и разгрузки; по срочности и периодичности перевозок; по массовости и условиям перевозок.

**По физико-механическим свойствам** грузы разделяют на твердые, жидкие и газообразные.

*Твердые грузы*, в свою очередь, подразделяют по способу погрузки и разгрузки: *навалочные*, перевозимые навалом без упаковки (овощи, дрова, каменный уголь и др.), *сыпучие*, или *насыпные*, перевозимые насыпью (зерно, песок и др.).

К *жидким*, или *наливным*, грузам относят воду, молоко, жидкие нефтепродукты, аммиачную воду и др., для перевозки которых требуются специальная тара или цистерны.

Основными *газообразными* грузами являются кислород, бытовой газ и другие газы, перевозимые в специальных баллонах под большим давлением.

***По степени или коэффициенту использования грузоподъемности транспортных средств*** все сельскохозяйственные грузы делят на пять классов (табл. 2.1).

Таблица 2.1

**Классы сельскохозяйственных грузов**

Класс груза	Расчётная степень использования грузоподъемности транспортных средств	
	пределы изменения	среднее значение
1	1,00	1,00
2	0,99...0,71	0,85
3	0,70...0,51	0,60
4	0,50...0,41	0,45
5	0,40...0,30	0,35

Класс груза зависит от его плотности ( $\text{т/м}^3$ ), т.е. массы данного груза, содержащейся в одном кубическом метре. Чем больше плотность, тем соответственно больше степень использования грузоподъемности транспортных средств.

Плотность сельскохозяйственных грузов изменяется в широком диапазоне [от  $120 \text{ кг/м}^3$  (полова) до  $1800 \text{ кг/м}^3$  (каменный уголь)], что создает дополнительные трудности при организации перевозок.

Конкретные численные значения плотности и классов всех основных сельскохозяйственных грузов приведены в справочной литературе. Грузы с плотностью более  $600 \text{ кг/м}^3$  без упаковки примерно относятся к грузам первого класса.

***По способу погрузки-разгрузки*** грузы подразделяют: на *сыпучие* и *навалочные*, которые можно перевозить без тары, а грузить и выгружать *сбросом*; *наливные*; *штучные*; *тар-*

ные и бестарные. Основную часть сельскохозяйственных грузов (до 70%) составляют насыпные и навалочные.

**По срочности и продолжительности перевозок** различают *срочные* грузы, перевезти которые необходимо в сжатые сроки, определяемые агротехническими сроками, и *несрочные* грузы, перевозить которые можно в течение более длительного периода. К первой группе относят урожай большинства сельскохозяйственных культур и скоропортящуюся продукцию животноводства, включая молоко, мясо и др. К *аварийным* относятся грузы, перевозимые при стихийных бедствиях (пожар, прорыв плотины и др.).

**По массовости** грузы делят на *массовые* и *мелкопартионные*. К массовым относят грузы, перевозимые крупными партиями в течение длительного периода (зерно, сахарная свёкла, кукуруза в початках и др.). Мелкопартионные грузы перевозят небольшими партиями, включая отвоз молока после каждого удою.

**По условиям перевозок** различают *обычные* и *скоропортящиеся* грузы. Обычные грузы не требуют специальных транспортных средств. Для перевозки скоропортящихся грузов с соблюдением особых условий требуются специализированные транспортные средства (скотовозы, птицевозы и др.).

Возможна и другая классификация грузов: **по опасности при погрузке, разгрузке и перевозке** – *малоопасные* и *опасные*; **по размерам** – *габаритные*, *крупногабаритные*, *негабаритные*.

Классификация дорог. Различают классификацию автомобильных дорог и классификацию, используемую при нормировании тракторных транспортных работ.

**Классификация автомобильных дорог.** Существуют два вида классификации автомобильных дорог – государственная и техническая.

По государственной классификации дороги подразделяют по ведомственной подчиненности, включая общегосударственные, республиканские, областные, районные, курортные и ведомственные.

Техническая классификация автомобильных дорог осуществляется по назначению и интенсивности движения транспортных средств. По этой классификации имеется пять технических категорий дорог.

К дорогам местного значения относят те, по которым выполняют *внутрихозяйственные* и *внехозяйственные* перевозки. Дороги для внехозяйственных перевозок соединяют хозяйственные центры с существующей сетью автомобильных дорог. Внутрихозяйственные дороги располагают на территории самого хозяйства.

***Классификация сельскохозяйственных дорог при нормировании тракторных транспортных работ.*** Дороги в данном случае подразделяют на три группы:

*первая* – обычные грунтовые дороги, сухие, в хорошем состоянии, снежные укатанные дороги и дороги с твердым покрытием (асфальтные и гравийные);

*вторая* – гравийные и щебенчатые (разбитые), грунтовые и проселочные после дождя (мокрые), слегка оттаивающие после оттепелей, с рыхлым снежным покровом, стерня зерновых, поле после корнеклубнеплодов в сухую погоду;

*третья* – разбитые дороги с глубокой колеей, оттаивающая или просыхающая снежная целина (при перевозке санными), бездорожье в весеннюю или осеннюю распутицу.

**План перевозок и графики работы транспортных средств.** Показатели использования транспортных средств в значительной степени зависят от качества планирования перевозок и оперативной организации работы подвижного состава. При этом различают перспективное (на несколько

лет вперед), текущее (на год) и оперативное (на сезон и на каждую смену) планирование транспортных работ.

При перспективном планировании учитывают планы развития всего хозяйства и отдельных его отраслей, а также объемы перевозок основных видов грузов (семян, удобрений, урожая и др.) с учетом расстояний их доставки, а также развития дорожной сети. Определяют и перспективную потребность в транспортных и погрузочно-разгрузочных средствах соответствующих видов (табл. 2.2).

Таблица 2.2

**План работы транспортных средств на 20\_\_ г.**

Вид перевозки	Количество груза, т	Среднее расстояние, км	Объем транспортной работы, т · км	Распределение работы по видам транспортных средств				Примечание
				автомобиль марки _____		трактор _____ прицеп _____		
				т · км	число машино-смен	т · км	число машино-смен	

Далее перспективные планы уточняют при текущем планировании транспортных работ на предстоящий год, учитывая следующие конкретные исходные данные: структуру и количество грузов; расстояние перевозки каждого вида груза; состояние дорог; календарные сроки перевозок; количество и техническое состояние транспортных и погрузочно-разгрузочных средств и т. д.

На основе указанных данных разрабатывают годовой план работы транспортных средств по прилагаемой примерной форме (табл. 2.3).

Оперативные планы-графики работы каждого грузового автомобиля разрабатывают примерно на месяц по прилагаемой форме.

Таблица 2.3

План-график работы грузовых автомобилей на \_\_\_\_\_ месяц 20\_\_ года

Поряд- ковый номер	Инвен- тарный номер автомо- биля	Государ- ственный номер автомо- биля	Марка	Ф.И.О. водителя	Число месяца и предполагаемое количество груза для перевозки, т								Всего, т
					01	02	03	04	05	...	31		

Оперативный план каждого транспортного средства на конкретном маршруте составляют и в виде графика движения (рис. 2.1).

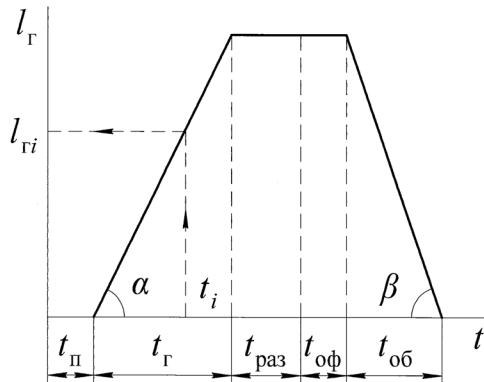


Рис. 2.1. График движения транспортного средства

По оси абсцисс в соответствующем масштабе откладывают время  $t$ , а по оси ординат – расстояние  $l_g$  от пункта погрузки до пункта назначения. Время  $t_p$  соответствует продолжительности погрузки,  $t_g$  – продолжительности ездки с грузом. Далее следуют время разгрузки –  $t_{раз}$ , время оформления документов –  $t_{оф}$  и время движения в обратном направлении –  $t_{об}$ . Затем цикл повторяют снова.

Таким образом, в любой  $i$ -й момент времени по оси абсцисс можно определить состояние транспортного средства. Проведя из  $i$ -й точки вертикальную линию до пересечения

с графиком движения, затем горизонтальную до пересечения с осью ординат, определяют местонахождение транспортного средства, как показано стрелками. Тангенсы углов наклона  $\operatorname{tg} \alpha = l_r / t_r = V_r$ ;  $\operatorname{tg} \beta = l_r / t_{об} = V_x$  с учетом расстояния до пункта разгрузки  $l_r$  соответствуют скоростям движения транспортного средства соответственно в прямом  $V_r$  и обратном  $V_x$  направлениях.

**Маршруты движения транспортных средств.** Маршрутом движения называют путь следования транспортного средства при перевозке груза. Различают три вида маршрутов: маятниковые, радиальные и кольцевые (рис. 2.2).

*Маятниковым* называют такой маршрут, при котором транспортные средства движутся по одной и той же трассе как в прямом, так и в обратном направлении. Обратное движение возможно как с грузом, так и без него. Чаще в условиях сельскохозяйственного производства обратное движение происходит без груза.

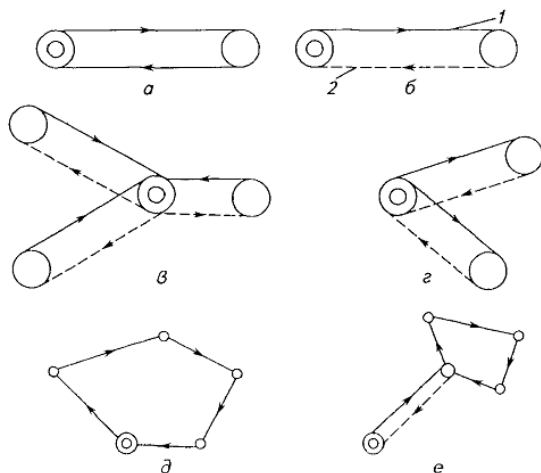


Рис. 2.2. Виды маршрутов:

а и б – маятниковые с обратным груженым и холостым пробегами: 1 – движение с грузом; 2 – движение без груза;  
в и г – радиальный собирательный и распределительный;  
д и е – кольцевые обычный и комбинированный

*Радиальным* называют маршрут, при котором груз перевозят из одного пункта в другие в разных направлениях и наоборот. Первый вариант радиального маршрута используют при доставке удобрений из мест хранения на различные поля, второй – при доставке урожая с разных участков к месту хранения или обработки.

*Кольцевым* называют маршрут, при котором движение транспортных средств между несколькими пунктами происходит по замкнутому контуру. Такие маршруты характерны при обслуживании нескольких агрегатов одним заправщиком топлива, семян и т.д. Кольцевой комбинированный включает также элемент маятникового маршрута с обратным холостым ходом.

**Производительность транспортных средств.** Сменную  $W_{г.см}$  (т·км) и часовую  $W_г$  (т·км/ч) производительности транспортных средств рассчитывают по формулам

$$W_{г.см} = Q_{г.н} K_{г} V_{г} T_{г} \tau_{г} = Q_{г.н} K_{г} V_{г} T_{г}; \quad (2.1)$$

$$W_г = W_{г.см} / T_{г} = Q_{г.н} K_{г} V_{г} \tau_{г},$$

где  $Q_{г.н}$  – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;  $K_{г}$  – статический коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств [см. табл. 2.1, формулу (2.11)];  $V_{г}$  – скорость движения с грузом, км/ч;  $T_{г}$  – время движения с грузом за смену, ч;  $\tau_{г}$  – коэффициент использования времени смены для полезной работы [формула (2.16)].

Соответствующие производительности в тоннах перевезенного груза можно получить путем деления на среднее расстояние перевозки  $L_г$ :

$$W_{г.т.см} = W_{г.см} / L_г; \quad (2.2)$$

$$W_{г.т} = W_г / L_г.$$



При упрощенных оперативных расчетах значение  $W_{г.т}$  (т/ч) с учетом формулы (2.21) можно вычислить по формуле

$$W_{г.т} = (Q_{г.н} K_{г}) / (t_{г} + t_{х} + t_{п}), \quad (2.3)$$

где  $t_{г}$ ,  $t_{х}$ ,  $t_{п}$  – среднее время соответственно движения с грузом, без груза, а также время погрузочно-разгрузочных операций, устранения отказов и др. за один рейс, ч.

Равенство (2.3) для удобства практических расчетов с учетом  $L_{г} = L_{х}$  и формул (2.14), (2.20) можно выразить также в функции  $\phi_{г}$  и  $V_{т}$  в виде

$$W_{г.т} = (Q_{г.н} K_{г}) / \left( \frac{L_{г}}{\phi_{г} V_{т}} + t_{п} \right), \quad (2.4)$$

где  $\phi_{г}$  – коэффициент использования пробега [формула (2.14)];  $V_{т}$  – средняя техническая скорость [формула (2.20)].

Производительность в тонно-километрах за один час получим умножением равенства (2.4) на расстояние перевозки  $L_{г}$ .

**Классификация погрузочно-разгрузочных средств.** Показатели использования транспортных средств в значительной степени зависят от уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Погрузочно-разгрузочные средства классифицируют по мобильности (подвижности) и по принципу действия.

**По мобильности** погрузочно-разгрузочные средства подразделяют на стационарные, полустационарные и мобильные.

*Стационарные погрузочно-разгрузочные средства* закреплены на фундаменте или каким-то другим способом и в процессе работы их рамы не могут перемещаться.

*Полустационарные средства* типа ленточных транспортеров на зернотоках могут периодически перемещаться, для чего они снабжены неприводными ходовыми колесами.

*Мобильные погрузочно-разгрузочные средства* типа автокранов, экскаваторов и т.д. имеют ходовую часть с приводом от двигателя и перемещаются самостоятельно на требуемое расстояние.

**По принципу действия** различают погрузочно-разгрузочные средства циклического и непрерывного действия.

При *циклическом принципе работы* (экскаваторы, автокраны и др.) грузят и разгружают груз отдельными порциями или штуками (твердый, крупногабаритный грузы).

Погрузочно-разгрузочные средства *непрерывного действия* имеют непрерывно движущиеся гибкие рабочие органы типа ленточных транспортеров, перемещающие груз непрерывным потоком.

Рассмотренные типы погрузочно-разгрузочных средств могут быть как *универсальными* (для нескольких видов грузов), так и *специальными* (для отдельного вида груза) – зернопогрузчик, свеклопогрузчик и т.д.

**Производительность погрузочно-разгрузочных средств.** Техническая производительность всех погрузочно-разгрузочных средств циклического действия, т/ч:

$$W_{\text{пр.ц}} = 3,6 Q_{\text{г.ц}} / t_{\text{ц}}, \quad (2.5)$$

где  $Q_{\text{г.ц}}$  – масса груза, погружаемого (разгружаемого) за один цикл, кг;  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность одного цикла, с.

Усредненное значение  $Q_{\text{г.ц}}$  можно рассчитать по формуле

$$Q_{\text{г.ц}} = \Omega_{\text{к}} K_{\text{в}} \rho, \quad (2.6)$$

где  $\Omega_{\text{к}}$  – вместимость рабочего органа, например ковша, м<sup>3</sup>;  $K_{\text{в}}$  – коэффициент наполнения (использования вместимости);  $\rho$  – плотность (насыпная) груза, кг/м<sup>3</sup>.

Техническая производительность (т/ч) любых погрузочно-разгрузочных средств непрерывного действия:

$$W_{\text{пр.н}} = 3,6 q_{\text{п}} V_{\text{л}}, \quad (2.7)$$

где  $q_n$  – масса груза на длине 1 м рабочего органа (транспортера), кг/м;  $V_n$  – линейная скорость рабочего органа (транспортера), м/с.

Численные значения  $q_n$  и  $V_n$  приводятся в технической характеристике каждой машины или их можно определить непосредственно в условиях работы.

Полученные зависимости позволяют обеспечить эффективную взаимосвязанную работу транспортных и погрузочно-разгрузочных средств.

## 2.2. Организация перевозок

**Характеристика и выбор транспортных средств.** Подвижной состав *автомобильного транспорта* в целом подразделяют на грузовой, специальный (для негрузовых перевозок, включая санитарные автомобили, агрегаты технического обслуживания, передвижные радиостанции, ремонтные мастерские и т.д.) и пассажирский. Основное внимание далее будет уделено грузовому автомобильному транспорту.

Грузовые автомобили классифицируют на автомобили общего назначения, специализированные и специальные.

*Автомобили общего назначения* имеют неопрокидывающуюся платформу и предназначены для перевозки всех видов грузов, за исключением жидких без тары, при наличии соответствующих погрузочных и разгрузочных средств.

*Специализированные автомобили* приспособлены для перевозки отдельных видов грузов с соответствующей конструкцией кузова, включая самосвалы, цистерны, специальные платформы и др.

*Специальные автомобили* предназначены для выполнения транспортно-технологических работ с помощью установленного на них специального оборудования, включая автокраны, противопожарные машины и др.

Грузовые автомобили различают по грузоподъемности, типу кузова и двигателя, виду применяемого топлива и по проходимости.

*По номинальной грузоподъёмности* различают автомобили: с особо малой полезной нагрузкой – до 1 т; малой грузоподъемности – 1...3; средней грузоподъемности – 3...5; большой грузоподъемности – 5...8; особо большой грузоподъемности – от 8 т и более.

*По типу кузова* различают автомобили: с универсальной платформой со стандартными бортами; с платформой без бортов для перевозки крупногабаритных грузов; с наращенными бортами для перевозки объемных и легковесных грузов; с дугами и тентом для защиты груза от пыли и атмосферных осадков; с кузовом-фургоном, защищающим груз от осадков и температурных воздействий; с самосвальным кузовом; с цистерной для перевозки жидких и пылевидных грузов.

*По типу двигателя* различают следующие виды автомобилей: карбюраторные, работающие на легком топливе (преимущественно автомобили малой и средней грузоподъемности); дизельные, работающие на тяжелом топливе с воспламенением от сжатия (в основном автомобили большой и особо большой грузоподъемности); газобаллонные, работающие на сжатом или сжиженном газе, перевозимом в баллонах; газогенераторные, работающие на газе, вырабатываемом путем газификации твердого топлива в специальном газогенераторе, установленном на автомобиле; газотурбинные, работающие на жидком топливе; электрические с питанием от аккумуляторных батарей, установленных на автомобиле; дизель-электрические с дизель-электрической установкой, питающей электродвигатели привода ведущих колес.

*По проходимости* все автомобили разделяют на три категории: ограниченной, повышенной и высокой проходимости.

Для перевозки сельскохозяйственных грузов наиболее часто используют бортовые автомобили УАЗ-3303-01 (4×4) грузоподъемностью 800 кг, ГАЗ-53-12 (4×2) – 4500 кг, ЗИЛ-431410 и ЗИЛ-431510 (4×2) с грузоподъемностью 6000 кг, КамАЗ-5320 (6×4) с грузоподъемностью 8000 кг, а также автомобили-самосвалы «Урал-5552» (6×6) общей грузоподъемностью вместе с прицепом 23000 кг, КамАЗ-55102 (6×4) грузоподъемностью 7000 кг, ГАЗ-САЗ-3507 и ГАЗ-САЗ-4509 (4×2) грузоподъемностью 4000 кг, ГАЗ-САЗ-3502 и ГАЗ-САЗ-3508 с предварительным подъемом кузова и грузоподъемностью 3200 и 3800 кг соответственно, ЗИЛ-ММЗ-554М (4×2) грузоподъемностью 5500 кг.

**Тракторный транспорт** используют преимущественно на внутриусадебных и внутрихозяйственных перевозках в сложных дорожных условиях.

На транспортных работах применяют в основном колесные тракторы и самоходные шасси типа Т-16М, Т-25А, Т-40М (АМ), МТЗ-80 (82) и другие модификации, а также Т-150К, К-701, которые заняты на этих работах более 50% времени в году.

Гусеничные тракторы используют на транспортных работах только в условиях бездорожья и на короткие расстояния.

Тракторные прицепы в зависимости от назначения разделяют на универсальные и специальные, а по числу осей – на одно-, двух- и трехосные.

Наибольшее распространение получили одноосные тракторные прицепы типа 1-ПТС-2 и 1-ПТС-4 грузоподъемностью соответственно 2000 и 4000 кг, а также двухосные прицепы типа 2-ПТС-4-887Б грузоподъемностью 4000 кг и 2-ПТС-6-8526 грузоподъемностью 6000 кг. Прицепы грузоподъемностью 4000 и 6000 кг агрегируют в основном с тракторами типа МТЗ-80.

Полунавесной двухосный прицеп ММЗ-771Б грузоподъемностью 9000 кг агрегатируют с тракторами типа Т-150К и К-701, а трехосные прицепы 3-ПТС-12Б грузоподъемностью 12000 кг – с трактором типа К-701. Все тракторные прицепы оборудованы гидроподъемниками для разгрузки.

**Расчёт потребности в транспортных средствах.** Требуемое число транспортных средств данного вида для перевозки груза с общей массой  $Q_{г\Sigma}$  на расстояние  $L_r$  с учетом формулы (2.4)

$$n_{та} = (Q_{г\Sigma} L_r) / (D_k \alpha_k W_r T_d) = Q_{г\Sigma} / (D_k \alpha_k W_{гт} T_d), \quad (2.8)$$

где  $Q_{г\Sigma}$  – масса груза, подлежащего перевозке [формула (2.9)], т;  $D_k$  – календарные сроки выполнения работы, сут;  $\alpha_k$  – коэффициент использования календарного времени ( $\alpha_k \approx 0,90$ );  $W_r$  – часовая производительность транспортных средств, т·км/ч [формула (2.1)];  $W_{гт}$  – часовая производительность в тоннах перевозимого груза, т/ч [формулы (2.3), (2.4)];  $T_d$  – продолжительность рабочего дня, ч.

Массу технологического груза для соответствующих полевых работ (внесение удобрений, посев и посадка сельскохозяйственных культур, защита растений, уборка урожая и др.) определяют по формуле

$$Q_{г\Sigma} = F_n U, \quad (2.9)$$

где  $F_n$  – площадь соответствующего поля, га;  $U$  – доза внесения удобрений, или норма высева, или урожайность, т/га.

При технологическом обслуживании посевных, уборочных и других агрегатов требуемое число транспортных средств упрощенно можно вычислить из равенства (2.10). Желательно при этом, чтобы вместимость кузова транспортного средства была равной или кратной вместимости бункера соответствующего технологического агрегата.

Требуемое число транспортных средств при групповой работе в составе посевных, уборочно-транспортных звеньев или комплексов

$$n = (mW_u) / W_n, \quad (2.10)$$

где  $m$ ,  $n$  – число соответственно уборочных и транспортных агрегатов;  $W_u$ ,  $W_n$  – соответственно их производительности, т/ч.

### **Показатели использования транспортных средств**

**Использование грузоподъемности.** Статический коэффициент использования грузоподъемности:

$$K_r = \sum_{i=1}^{n_p} Q_{ri} / (Q_{г.н} n_p), \quad (2.11)$$

где  $Q_{ri}$  – масса груза, перевозимая при каждом  $i$ -м рейсе, т;  $Q_{г.н}$  – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;  $n_p$  – число рейсов.

Класс груза определяют по значению  $K_r$  (см. табл. 2.1).

Динамический коэффициент использования грузоподъемности дополнительно учитывает также расстояние перевозки

$$K_{г.д} = \sum_{i=1}^{n_p} Q_{ri} L_{ri} / \left( Q_{г.н} \sum_{i=1}^{n_p} L_{ri} \right), \quad (2.12)$$

где  $L_{ri}$  – расстояние перевозки при  $i$ -м рейсе, км.

**Использование пробега.** Пробеговые показатели транспортных средств оценивают средними значениями расстояния груженой ездки  $L_r$  и коэффициента использования пробега  $\phi_r$  (для условий сельского хозяйства  $\phi_r \approx 0,5$ ), которые рассчитывают по формулам

$$L_r = \left( \sum_{i=1}^{n_p} L_{ri} \right) / n_p, \quad (2.13)$$

$$\phi_r = \frac{L_{r\Sigma}}{L_\Sigma} = \frac{L_{r\Sigma}}{L_{r\Sigma} + L_{\chi\Sigma}}, \quad (2.14)$$

где  $L_{г\Sigma}$ ,  $L_{х\Sigma}$  – общий пробег транспортного средства соответственно с грузами и без него за рассматриваемый период.

Коэффициент использования пробега  $\varphi_r$  является одним из важнейших показателей использования транспортных средств. Однако в условиях сельского хозяйства попутные грузы обычно отсутствуют, особенно при перевозке урожая, поэтому значение  $\varphi_r$  не превышает 0,5, которое и принимают при практических расчетах.

**Использование времени.** Коэффициент использования времени смены для движения отдельным агрегатом

$$\tau_d = T_d / T_{см}, \quad (2.15)$$

где  $T_d$  – время движения за смену;  $T_{см}$  – время смены.

Коэффициент использования времени смены для полезной работы

$$\tau_r = T_r / T_{см}, \quad (2.16)$$

где  $T_r$  – время движения с грузом за смену.

Коэффициент использования времени смены  $\tau_r$  учитывает все виды непроизводительных потерь времени смены, включая холостой путь транспортного средства, время погрузки и разгрузки, оформления документов и технологических простоев. В зависимости от условий работы, типа транспортного средства, а также его конструктивных особенностей реальные численные значения  $\tau_r$  изменяются до 0,5.

Эффективность работы всего парка транспортных средств оценивают коэффициентом выпуска подвижного состава на линию:

$$\alpha_b = D_9 / (n_{т.п} D_k), \quad (2.17)$$

где  $D_9$  – общее число машино-дней выпуска транспортных средств на линию за определенный период;  $n_{т.п}$  – общее число транспортных средств в парке;  $D_k$  – число календарных дней за тот же период.



**Уровень технической готовности парка.** Оценивают его общим коэффициентом технической готовности

$$\alpha_t = D_{\text{и}} / (n_{\text{т.п}} D_{\text{к}}), \quad (2.18)$$

где  $D_{\text{и}}$  – число машино-дней пребывания транспортных средств в исправном состоянии за рассматриваемый период.

Коэффициент технической готовности парка транспортных средств на данный момент

$$\alpha_{\text{т.м}} = n_{\text{т.и}} / n_{\text{т.п}}, \quad (2.19)$$

где  $n_{\text{т.и}}$  – число исправных транспортных средств в момент проверки.

**Использование скорости транспортных средств.**

Оценивают ее средней технической  $V_{\text{т}}$  и эксплуатационной  $V_{\text{э}}$  скоростями, которые вычисляют по формулам

$$V_{\text{т}} = (L_{\text{г}\Sigma} + L_{\text{х}\Sigma}) / (T_{\text{г}\Sigma} + T_{\text{х}\Sigma}), \quad (2.20)$$

$$V_{\text{э}} = (L_{\text{г}\Sigma} + L_{\text{х}\Sigma}) / (T_{\text{г}\Sigma} + T_{\text{х}\Sigma} + T_{\text{п}\Sigma}), \quad (2.21)$$

где  $T_{\text{г}\Sigma}$ ,  $T_{\text{х}\Sigma}$ ,  $T_{\text{п}\Sigma}$  – общее время движения с грузом, без груза и время простоев (погрузка, разгрузка, устранение отказов и др.).

Степень использования технической скорости транспортного средства можно оценить отношением

$$\alpha_{\text{вт}} = V_{\text{э}} / V_{\text{т}}. \quad (2.22)$$

### Лекция 3. ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Под обработкой почвы подразумевают все операции основной и предпосевной обработки, обеспечивающие наиболее благоприятные условия для получения равномерных дружных всходов и высоких урожаев соответствующих сельскохозяйственных культур.

Рассматриваемая группа операций входит в той или иной форме в технологические карты возделывания практически всех сельскохозяйственных культур.

К таким операциям в зависимости от почвенно-климатических условий относят основную обработку почвы, включая вспашку с оборотом пласта, а также безотвальную обработку почв, подверженных ветровой эрозии, плоскорезами-глубокорыхлителями. Поскольку лущение стерни обычно проводят перед вспашкой, то эту операцию также изучают в группе основных.

Основная обработка – составная часть общей системы обработки почвы, которая в зависимости от почвенно-климатических условий включает отвальную, безотвальную и минимальную системы.

*Отвальную систему* обработки почвы применяют преимущественно в условиях достаточного и избыточного увлажнения, создавая наиболее благоприятные условия для глубокой заделки и уничтожения пожнивных остатков, сорняков и возбудителей болезней.

*Безотвальная система* предусматривает глубокое рыхление почвы без оборота пласта для сохранения стерни, защищающей почву от ветровой эрозии.

*Минимальная система* обработки почвы предусматривает существенное сокращение числа обработок и проходов агрегатов по полю с целью уменьшения уплотнения почвы и сокращения сроков ее подготовки к посеву. Для этого используют комбинированные агрегаты, выполняющие несколько операций за один проход, и другие приёмы.

Находит применение и *нулевая система* обработки, при которой обрабатывают не поверхность поля, а только узкие полосы почвы для последующего посева семян.

Выбранная в зависимости от почвенно-климатических условий система обработки почвы должна в наибольшей

степени отвечать предъявляемым агротехническим требованиям защиты почвы, ресурсосбережения и охраны окружающей среды.

Составы высокопроизводительных ресурсосберегающих агрегатов определяют методами, рассмотренными в работах [1, гл. 4] и [2, ч.1].

Подготовка агрегатов предусматривает комплектование ресурсосберегающих агрегатов и проведение необходимых регулировок рабочих органов. Диапазоны ресурсосберегающих мощностей тракторов в зависимости от длины гона приведены в табл. 3.1.

*Таблица 3.1*

**Диапазоны ресурсосберегающих мощностей двигателей тракторов в зависимости от класса длины гона**

Вид работы	Класс длины гона, м			
	300...400	400...600	600...1000	более 1000
Вспашка почв				
лёгких	61...105	65...114	73...132	95...178
средних	70...124	75...135	84...156	109...213
тяжёлых	76...134	80...145	90...168	117...230
Боронование зубowymi боронами	26...41	32...52	37...61	43...75
Лущение и дискование	61...110	74...138	83...160	106...217
Сплошная культивация	55...95	67...119	84...155	99...187
Прикатывание	30...51	53...62	40...74	47...90
Узкорядный посев зерновых	54...87	59...94	62...101	69...114

*Общие агротехнические требования* к операциям основной обработки почвы связаны с обеспечением: требуемой глубины вспашки; полной заделки пожнивных остатков, сорняков и вредителей; необходимой степени рыхления почвы и выровненности поверхности поля.

**Операционная технология лущения стерни.** Под лущением стерни подразумевают обработку почвы на

сравнительно небольшую глубину (5...18 см) с целью рыхления поверхностного слоя почвы и сохранения влаги после уборки зерновых колосовых и других сельскохозяйственных культур; уничтожения вредителей и сорняков как в процессе самого лущения, так и при вспашке (после прорастания семян, заделанных лущильниками); уменьшения силы сопротивления почвы при вспашке (до 35 %) и соответствующего снижения расхода топлива, а также повышения производительности пахотных агрегатов.

*Агротехнические требования:* глубина лущения дисковыми орудиями 5...10 см с допуском  $\pm 1,5$  см и 10...18 см – лемешными лущильниками с допускаемой высотой гребней до 4 см; полное уничтожение сорняков; количество незаделанной стерни – до 4 %; перекрытие смежных проходов для дисковых лущильников – 15...20 см при полном отсутствии орехов.

*Подготовка агрегатов* предусматривает выбор соответствующего типа лущильника (дискового или лемешного); комплектование ресурсосберегающих агрегатов и настройку рабочих органов на требуемый режим работы. Выбор типа лущильника зависит от вида сельскохозяйственной культуры – предшественника, состояния почвы и ее засоренности. Лемешными лущильниками обрабатывают преимущественно уплотненные почвы после уборки кукурузы и подсолнечника, а также участки, засоренные корнеотпрысковыми сорняками. В остальных случаях используют дисковые лущильники.

Составы высокопроизводительных ресурсосберегающих агрегатов для лущения стерни и условия их эффективного использования по длине гона в соответствии с табл. 3.1 приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

**Составы агрегатов и тип лушильника для лушения стерни  
при ширине захвата, обеспечивающей эффективное использование  
агрегатов по длине гона**

Состав агрегата	Тип лушильника	Ширина захвата, м	Рекомендуемая длина гона, м
МТЗ-80 + ЛДГ-5А	Дисковый	5,0	До 300
МТЗ-80 + ППЛ-5–25	Лемешный	1,25	До 300
ДТ-75М + ЛДГ-10А	Дисковый	10,0	300...400
Т-150 + ЛДГ-10А Т-150К + ЛДГ-10А	Дисковый	10,0	400...600
Т-150 + ЛДГ-15А Т-150К + ЛДГ-15А	Дисковый	15,0	500...800
Т-150 + ППЛ-10–25 Т-150К + ППЛ-10–25	Лемешный	2,5	400...600
К-701 + ЛДГ-15А	Дисковый	15,0	700...1000
К-701 + ЛДГ-20	Дисковый	20	Более 1000

*Подготовка лушильников к работе* заключается в основном в настройке на требуемую глубину обработки почвы, а также в установке соответствующего угла атаки: 30...35° – для лушения стерни; 15...25° – для боронования (дискования); на рыхлых и малозасорённых почвах – 30°; на уплотненных и засоренных почвах – 35°.

*Подготовка поля* предусматривает удаление с поля всех возможных препятствий, включая остатки соломы, а также разбивку поля на загоны в зависимости от выбранного способа движения.

При работе дисковых лушильников применяют в основном челночный (рис. 3.1, а) и круговой (см. рис. 3.1, ж) способы движения, при которых не требуется разбивка поля на загоны. Ширину поворотной полосы при челночном способе движения определяют по табл. 3.3, принимая число проходов агрегата за целое (примерно 3...4 прохода). Основной способ движения лемешных лушильников – чередование способов всвал и вразвал (см. рис. 3.1, г).

Оптимальную ширину загонов, обеспечивающую наименьшие потери времени смены на непроизводительные холостые ходы агрегатов, определяют методами, изложенными в работах [1, гл. 5] и [2, ч. 4].

Ширина поворотной полосы соответствует примерно 8...12 проходам агрегата.

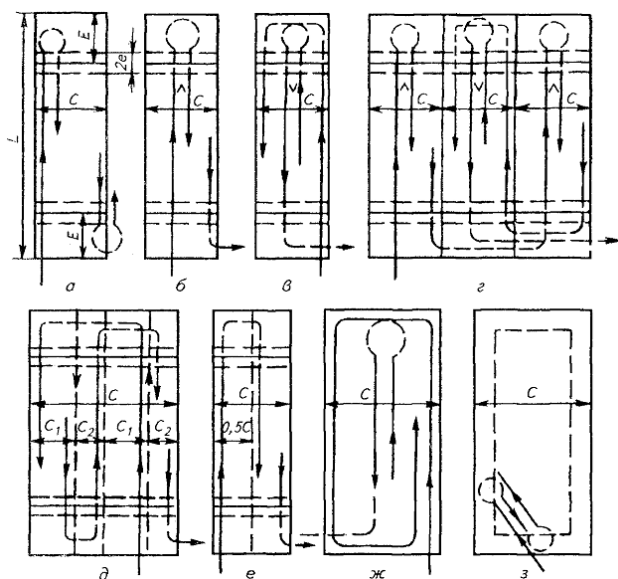


Рис. 3.1. Схемы основных способов движения МТА по направлению рабочих ходов:

гоновые петлевые: а – челночный; б – всвал; в – вразвал; г – чередование способов всвал и вразвал; гоновые беспетлевые: д – комбинированный; е – перекрытием; ж – круговой от периферии к центру; з – диагональный; V – развальная борозда; Λ – свальный гребень

*Организация работы агрегатов* для лущения стерни в соответствии с общими принципами операционной технологии предусматривает: выбор способа и схемы движения агрегата в зависимости от условий работы, определение общего требуемого числа агрегатов и состава технологического комплекса для групповой работы агрегатов.

Таблица 3.3

**Зависимости для определения общей длины поворота  
и ширины поворотной полосы**

Вид поворота	$L_n$ , м	$E$ , м
Беспетлевой круговой с прямолинейным участком угловой	$(3,2 \dots 4,0) R+2e$ $(1,4 \dots 2,0) R+x_n+2e$ $(1,6 \dots 1,8) R+2e$	$1,1R + d_k + e$ $1,1R + d_k + e$ $1,1R + d_k + e$
Петлевой с закрытой петлёй грушевидный односторонний грибовидный с открытой петлёй грибовидный с закрытой петлёй	$(5,0 \dots 6,5) R+2e$ $(6,6 \dots 8,0) R+2e$ $(6,0 \dots 7,5) R+2e$ $(4,1 \dots 5,0) R+2e$ $(5,0 \dots 5,5) R+2e$	$2R + d_k + e$ $2,8R + d_k + e$ $2,6R + d_k + e$ $1,1R + d_k + e$ $1,1R + d_k + e$

Пр и м е ч а н и е.  $x_n$  – прямолинейный участок траектории при повороте;  $e$  – длина выезда;  $R$  – средний радиус поворота агрегата;  $d_k$  – кинематическая ширина агрегата.

Общее требуемое число дисковых и лемешных лушильников рассчитывают по формуле (3.1), подразумевая под  $F_\Sigma$  площадь для соответствующего вида обработки за наиболее напряженный период:

$$m_\Sigma = \frac{F_\Sigma}{D_k \alpha_k W_m T_{cm} K_{cm}}, \quad (3.1)$$

где  $F_\Sigma$  – общая обрабатываемая площадь, га;  $D_k$  – установленные агротехническими требованиями календарные сроки выполнения работы, день;  $\alpha_k$  – коэффициент использования календарного времени,  $\alpha_k = 0,75 \dots 0,9$ ;  $W_m$  – часовая производительность основного агрегата, га/ч;  $T_{cm}$  – продолжительность смены, ч;  $K_{cm}$  – коэффициент сменности.

Для сохранения влаги, обработки каждого поля в наиболее сжатые сроки и ускоренного проведения последующих операций более эффективна поточная работа уборочных агрегатов и агрегатов для лущения стерни согласно формулам (3.2), (3.3):

$$n_{\Sigma} = \frac{m_{\Sigma} W_m U K_{\text{смм}}}{W_n K_{\text{смм}}}, \quad (3.2)$$

где  $U$  – урожайность зерна;  $n_{\Sigma}$  – общее требуемое число вспомогательных агрегатов;  $W_n$  – производительность вспомогательного агрегата, кг/ч;  $K_{\text{смм}}$  – коэффициент сменности вспомогательного агрегата.

Если агрегаты работают по непрерывному поточному принципу ( $K_{\text{смм}} = K_{\text{смм}}$ ), то следует пользоваться равенствами (3.3), (3.4):

$$n_{\Sigma} = \frac{m_{\Sigma} W_m U}{W_n}. \quad (3.3)$$

Под  $n_{\Sigma}$  и  $m_{\Sigma}$  при этом подразумевают соответственно число лушильников и уборочных агрегатов с учетом их производительностей  $W_m$  (га/ч) и  $W_n$  (га/ч) при  $U = 1$ .

Более эффективна групповая работа агрегатов в виде технологических комплексов или звеньев. Рациональное число агрегатов в одном звене вычисляют по формуле (3.4). Каждый агрегат при этом должен работать на своем загоне. Необходимо обеспечить также эффективное функционирование всех видов обслуживания, включая техническое, устранения отказов и др.:

$$m = \frac{F_{\Pi}}{D_{\text{кл}} W_m T_{\text{см}} K_{\text{см}}}, \quad (3.4)$$

где  $m$  – число агрегатов в составе ТТК;  $F_{\Pi}$  – средняя площадь одного поля, га;  $D_{\text{кл}}$  – рациональная продолжительность обработки одного поля, сут;  $W_m$  – часовая производительность основного агрегата, га/ч;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;  $K_{\text{см}}$  – коэффициент сменности.

*Контролируют качество работы* по трем основным показателям: глубине обработки, подрезанию сорняков



и выравненности поверхности поля, оценивая их в последующем в баллах [2, табл. 9.4].

*Охрану труда и технику безопасности* обеспечивают в соответствии с установленными требованиями, обеспечивающими безопасную работу механизаторов на агрегатах.

**Операционная технология вспашки.** Под вспашкой подразумевают отвальную обработку почвы (с оборотом и крошением пласта) с целью создания наиболее благоприятных условий для развития культурных растений и последующего получения высокого урожая. При этом происходит накопление, сохранение и эффективное использование влаги атмосферных осадков, а также заделка удобрений, сорной растительности и пожнивных остатков. По влиянию на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур вспашка занимает одно из первых мест среди других операций. Одновременно вспашка является одной из самых энергоемких работ, на долю которой приходится до 35 % всех затрат механической энергии и соответственно топлива по возделыванию сельскохозяйственных культур. Высоки и другие эксплуатационные затраты. При строгом соблюдении агротехнических требований и операционной технологии получают качественную вспашку при наименьшем расходе энергии и высокой производительности агрегатов.

*Основные агротехнические требования:* отклонение от заданной глубины вспашки до  $\pm 5\%$ ; полный оборот пласта; полнота заделки на требуемую глубину удобрений, пожнивных остатков и сорной растительности не менее 95...98%; требуемое крошение пласта – глыбы размером более 10 см должны занимать не более 15...20% поверхности пашни; высота гребней до 5 см, а свальных гребней не более 7 см; отклонение фактической ширины захвата плуга от конструктивной не более  $\pm 10\%$ .

*Подготовка агрегатов* заключается в выборе соответствующего типа плуга, комплектовании ресурсосберегающих высокопроизводительных агрегатов и настройке их на требуемый режим работы.

*Классифицируют плуги* по следующим основным признакам: конструкции корпусов (лемешные, дисковые, чизельные, ротационные, комбинированные); по способу агрегатирования (прицепные, навесные, полунавесные); по технологическому процессу (для свально-развальной и гладкой вспашки оборотными и фронтальными плугами).

Наиболее широко в хозяйствах используют лемешные плуги, поэтому последующее изложение осуществляется применительно к этому типу плугов. При этом из соответствующих конструкций лемешных плугов (общего назначения, кустарниково-болотных, плантажных, садовых, виноградниковых, лесных и ярусных) операционную технологию рассматривают применительно к основному типу лемешных плугов для вспашки старопахотных земель.

Ресурсосберегающие высокопроизводительные пахотные агрегаты комплектуют методами, изложенными в работах [1, гл. 4] и в [2, ч.1].

На средних почвах (удельное сопротивление плуга  $52 \text{ кН/м}^2$ ) при глубине вспашки 20...22 см и длине гона 150...300 м наиболее эффективны пахотные агрегаты типа МТЗ-80 (82) +ПЛН-3-35 и ДТ-75М+ПЛН-4-35. На длинах гона 300...700 м целесообразно использовать тракторы типа Т-150К, Т-150, Т-4А, ДТ-175С и агрегатируемые с ними плуги типа ПЛП-6-35, ППИ-6-40 (с регулируемой шириной захвата). В более тяжелых условиях тракторы Т-150, Т-150К и Т-4А можно агрегатировать и с пятикорпусными плугами типа ПЛН-5-35 и ПНИ-5-40. Длинам гона более 700 м соответствуют пахотные агрегаты, составляемые на базе трактора К-701 и плугов ПТК-9-35, ПНЛ-8-40, ПНИ-8-40.

Указанным составам пахотных агрегатов соответствуют диапазоны рабочих скоростей 6...9 км/ч. *Подготавливают и соединяют плуги* с тракторами в соответствии с имеющимися руководствами. При выборе глубины вспашки следует учитывать, что ее увеличение всего на 1 см повышает расход топлива до 5%.

*Подготовка поля* предусматривает: очистку поля от пожнивных остатков; удаление препятствий; выбор направления движения агрегата и разбивку поля на загоны в зависимости от выбранного способа движения. Наиболее эффективным (при почти вдвое меньшем числе свальных гребней и развальных борозд) для обычной свально-развальной вспашки является способ чередования загонов всвал и вразвал (см. рис. 3.1, г).

Для вспашки способами чередования загонов всвал и вразвал на основании формул (5.40) [1], (4.16) [2] получены упрощенные формулы для оперативного определения оптимальной ширины загона (9.15) ... (9.17) [1] и (9.5) ... (9.6) [2].

Ширину поворотной полосы  $E$  определяют по табл. 3.3, округляя в большую сторону до значения, кратного ширине захвата плуга или принимают значение из табл. 9.5 [1]. Приближенно ширина поворотной полосы для способа чередования загонов  $E \approx 8B$ .

При работе оборотных и фронтальных плугов применяют челночный способ движения (см. рис. 3.1, а), поэтому разбивать поле на загоны не требуется. Не образуются также свальные гребни и развальные борозды, что является основным преимуществом указанных плугов.

*Организация работы* агрегатов предусматривает: определение общего требуемого числа агрегатов; расчет состава пахотных отрядов или звеньев для групповой работы; выбор рациональных способов и схем движения агрегатов. Общее

требуемое число агрегатов вычисляют по формуле (3.1). Наиболее благоприятный период для вспашки – почва в состоянии механической спелости при влажности 18...20%. При этом имеет место меньшее тяговое сопротивление плуга и соответствующая экономия топлива. Обеспечивается также лучшее крошение пласта и в конечном итоге может быть получен более высокий урожай.

Наиболее высокие показатели производительности и ресурсосбережения получают при групповой работе агрегатов в виде пахотных звеньев или отрядов. Соответствующее число агрегатов в одном звене рассчитывают по формуле (3.4).

Производительность пахотных звеньев, составляемых на базе мощных тракторов типа Т-150, Т-150К, ДТ-175С, К-701, можно повысить за счет включения в их состав вспомогательных агрегатов типа ДТ-75М+ПЛН-4-35. Задача вспомогательных агрегатов – разбивка поля на загоны с прокладкой первых борозд, заравнивание свальных гребней и развальных борозд, обработка поворотных полос и др. Один такой вспомогательный агрегат требуется примерно на 3...4 основных пахотных агрегата или примерно на одно звено. Каждый агрегат пахотного звена должен работать на отдельном загоне.

Для исключения образования высоких свальных гребней плуг для первого прохода настраивают так, чтобы первый корпус пахал на вдвое меньшую глубину, а последний корпус – на заданную глубину. После завершения первого прохода все корпуса плуга должны пахать на одинаковую глубину при горизонтальном положении рамы. Должны быть выбраны такие схемы движения агрегатов при обработке поворотных полос, а также свальных гребней и развальных борозд, при которых исключаются холостые проходы агрегатов по загону.

*Качество вспашки* контролируют и оценивают в баллах по трем основным показателям: глубине пахоты, выровненности пашни и гребнистости [2, табл. 9.5]. Дополнительно учитывают также заделку сорняков, удобрений и пожнивных остатков, наличие огрехов, качество обработки поворотных полос.

*Охрана труда и техника безопасности* при вспашке сводятся к соблюдению установленных правил и требований безопасной работы на пахотных агрегатах. Одно из главных требований – проведение регулировочных работ, а также работ по устранению технических и технологических отказов при выключенном двигателе.

#### **Лекция 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

Основная цель предпосевной обработки почвы – создание после вспашки наиболее благоприятных условий для равномерных дружных всходов и последующего развития культурных растений, чтобы в конечном итоге обеспечить получение высокого урожая. В зависимости от вида возделываемой сельскохозяйственной культуры, физико-механических свойств почвы, климатических и других природно-производственных условий выполняют в разных сочетаниях и разной последовательности следующие основные операции предпосевной обработки почвы: сплошную культивацию; боронование; прикатывание; комбинированную обработку, включая фрезерование почвы.

**Сплошная культивация.** Основная цель сплошной культивации – рыхление почвы на заданную глубину для создания мелкокомковатой структуры, уничтожение сорняков, выравнивание поверхности почвы и сохранение влаги.

*Агротехнические требования:* отклонение от заданной глубины обработки почвы (8...10 см) не более  $\pm 1$  см;

направление обработки почвы выбирают поперек или под углом к направлению вспашки, а на склонах – поперек склона; полное уничтожение сорняков; огрехи не допускаются; высота гребней до 4 см.

Наиболее широко для предпосевной обработки почвы применяют культиваторы типа КПС-4 (ширина захвата 4 м при рабочей скорости до 12 км/ч) со стрелчатыми лапами в сочетании с боронованием. Поэтому последующие задачи операционной технологии сплошной культивации будут рассмотрены на примере культиватора КПС-4 с зубowymi боровами.

*Подготовка агрегатов* предусматривает комплектование ресурсосберегающих агрегатов рассмотренными ранее методами и проведение необходимых регулировок рабочих органов.

С учетом данных табл. 3.1 и наличия соответствующих тракторов для сплошной культивации с боронованием рекомендуют следующие составы агрегатов: МТЗ-80+КПС-4+4БЗСС-1, ДТ-75М+СП-11+2КПС-4+8БЗСС-1 при длинах гона 200...400 м; Т-150+СП-16+3КПС-4+12БЗСС-1, Т-150К+СП-11+2КПС-4+8БЗСС-1 – при длинах гона 400...800 м, К-701+СП-16+4КПС-4+16БЗСС-1 – при длинах гона более 800 м. Агрегаты на базе МТЗ-80 применяют и при длинах гона менее 200 м. Рабочие скорости указанных агрегатов составляют 6...10 км/ч, при этом обеспечивается достаточно полная загрузка двигателя. Рабочие органы культиватора настраивают на регулировочной площадке в соответствии с имеющимися рекомендациями. Для установки заданной глубины обработки с учетом усадки почвы под опорные колеса подкладывают бруски толщиной на 3...5 см меньше требуемой глубины обработки. Лапы культиватора устанавливают так, чтобы они всей режущей кромкой прилегали к горизонтальной поверхности регулировочной пло-

щадки. Другие настроечные работы выполняют в соответствии с имеющимися рекомендациями.

*Подготовка поля* заключается в удалении препятствий и разбивке на загоны в зависимости от принятого способа движения. Если агрегат состоит из одного и двух культиваторов, то рационально движение челночным способом (см. рис. 3.1, а) с петлевыми грушевидными поворотами. При большом числе культиваторов целесообразно применить беспетлевой способ движения перекрытием (см. рис. 3.1, е). Челночный способ движения применяют без разбивки поля на загоны. Движению перекрытием соответствуют следующие рациональные значения ширины загона: при одном культиваторе в составе агрегата 64 м; двух, трех и четырех культиваторах – 80, 112, 168 м. Рекомендуемая ширина поворотной полосы должна быть равна 3 и 2 проходам агрегата при движении челночным способом и способом перекрытия соответственно.

*Организация работы* агрегатов для сплошной культивации предусматривает организацию движения агрегатов на загоне, а также определение требуемого числа агрегатов с обеспечением их эффективной групповой работы. В соответствии с выбранным способом движения (челночным или перекрытием) необходимо обеспечить прямолинейность первого и последующих проходов агрегатов. Проверяют также правильность принятых технологических регулировок, которые при необходимости уточняют. Общее требуемое число агрегатов рассчитывают по формуле (3.1), для групповой работы – (3.4).

*Качество работы* контролируют, оценивая работу в баллах по трем основным показателям: глубине обработки, гребнистости и полноте подрезания сорняков, которые определяют непосредственным измерением, а результаты сравнивают с агротехническими допусками.

Дополнительно при оценке качества работы культиваторов учитывают также наличие огрехов, качество обработки поворотных полос и краёв поля, из-за которых может быть снижена общая оценка независимо от трех основных показателей.

*Требования охраны труда* должны обеспечить безопасную работу агрегатов и обслуживающего персонала.

**Боронование.** Предпосевное боронование проводят для рыхления почвы до мелкокомковатого состояния, уменьшения испарения влаги, выравнивания почвы и уничтожения проросших сорняков. В зависимости от вида сельскохозяйственной культуры и почвенно-климатических условий для предпосевной обработки почвы применяют следующие виды борон: зубовые; шлейф-бороны; ротационную мотыгу; дисковые бороны. Зубовые бороны в зависимости от давления на один зуб (определяют делением силы тяжести одного звена на число зубьев) подразделяют на тяжелые, средние и лёгкие с давлениями на один зуб соответственно 20...30, 10...20, 5...10 Н.

Шлейф-бороны типа ШБ-2,5 (ширина захвата 2,5 м при рабочей скорости до 7 км/ч) предназначены для весеннего боронования почв, вспаханных осенью под зябь, с целью выравнивания и рыхления почвы, а также сохранения влаги.

Дисковые бороны типа БДН-3,0 (ширина захвата 2 или 3 м в зависимости от числа дисков при рабочей скорости до 8 км/ч) и БД-10 (ширина захвата 10 м при рабочей скорости до 9 км/ч) применяют для предпосевной обработки зяби, а также для лущения стерни.

Зубовые бороны получили наибольшее распространение для предпосевной обработки почвы, особенно средние и скоростные типа БЗСС-1,0. Поэтому операционную технологию боронования рассмотрим на примере этих борон, а для других борон укажем только особенности использования и агрегатирования.



К зубovým боронам предъявляют следующие *агротехнические требования*: отклонение от заданной глубины рыхления (3...5 см) не более  $\pm 1$  см; высота гребней до 3 см; диаметр комков до 4 см; перекрытие смежных проходов агрегата 10...15 см; огрехи и необработанные полосы не допускаются; рабочая скорость до 12 км/ч – для тяжелых и средних скоростных борон и до 8 км/ч – для легких борон.

*Подготовка агрегатов* предусматривает выбор типа борон, комплектование агрегатов и проведение соответствующих регулировок. Тяжелые бороны типа БЗТС-1,0 применяют на плотных почвах, а средние типа БЗСС-1,0 – на мало- и среднеуплотнённых почвах. Легкие зубовые бороны типа ЗБП-0,6А (ширина захвата 1,77 м при рабочей скорости до 7 км/ч) и З-ОР-0,7 (ширина захвата 2,21 м при рабочей скорости до 8 км/ч) применяют на легких почвах для разрушения почвенной корки.

При раннем весеннем бороновании для уменьшения уплотнения почвы целесообразно использовать гусеничные тракторы. В зависимости от длины гона (см. табл. 3.1) рекомендуют следующие составы агрегатов с тяжелыми и средними боронами, которые наиболее распространены: Т-40М+СП-11+9БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) – при длине гона до 400 м; ЮМЗ-6М+СП-11+12БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) – при длинах гона 400...600 м; МТЗ-80+СП-11+12БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) – при длинах гона 600...1000 м; ДТ-75М+СГ-21+21БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0), Т-150 (150К) +СП-16+32БЗСС-1,0 (БЗТС-1,0) в два следа – на длинах гона 1000 м и более. Агрегаты с легкими боронами на базе тракторов Т-40М используют при длинах гона до 400 м.

Ресурсосберегающие агрегаты для боронования дисковыми боронами, включая луцильники с уменьшенным углом атаки (25...30°), составляют по табл. 3.1. Составы агрегатов с дисковыми луцильниками типа ЛДГ-5А, ЛДГ-

10А, ЛДГ-15А, ЛДГ-20 в зависимости от длины гона были приведены в табл. 3.2.

Агрегаты с дисковыми боронами рекомендуют использовать при следующих длинах гона: МТЗ-80+БДН-3,0 (ширина захвата 2 м) – при длине гона до 300 м: ДТ-75М+БДН-3,0 (ширина захвата 3 м) – 300...400; Т-150 (150К) +БД-10–600... 1000; К-701+БД-10 – при длинах гона более 1000 м.

Агрегаты с зубовыми боронами настраивают на регулировочной площадке в таком порядке: размечают на сцепке места для присоединения борон; проверяют исправность и длину зубьев и при необходимости выравнивают или заменяют; соединяют бороны между собой планками и цепями.

У дисковых лушильников и дисковых борон устанавливают требуемый угол атаки. Глубину обработки регулируют изменением угла атаки в допустимых пределах и балластными грузами.

*Подготовка поля* зависит от типа бороны и принятого способа движения. Основной способ движения для всех агрегатов – челночный (см. рис. 3.1, а), а также круговой (см. рис. 3.1, ж) при малых длинах гона и сложной конфигурации полей. Ширину поворотной полосы в общем случае определяют по табл. 3.3. Ориентировочно она соответствует 3...4 проходам агрегата.

*Организация работы* агрегатов предусматривает организацию движения, а также выбор как общего требуемого числа агрегатов, так и числа агрегатов в составе одной группы. Бороновальные агрегаты для обеспечения равномерного рыхления почвы должны двигаться поперек пахоты или под углом к ней. Односледное боронование зубовыми боронами целесообразно вести челночным или диагональным способом, а двухследное – диагонально-перекрёстным способом. Общее требуемое число агрегатов рассчитывают по формуле (3.1), а в составе одного звена при групповой работе – по формуле (3.4).

*Качество работы* бороновальных агрегатов контролируют, оценивая три основных показателя – глубину рыхления, гребнистость и глыбистость (по диаметру комков). При наличии огрехов работу бракуют независимо от значений других показателей.

*Охрана труда* аналогична предыдущим случаям и предусматривает обеспечение безопасных условий работы агрегатов и механизаторов.

***Прикатывание почвы.*** Проводят его как до, так и после посева. Цель предпосевного прикатывания – разрушение глыб, разрушение верхнего и уплотнение предповерхностного слоёв почвы, частичное выравнивание поверхности поля. Прикатывание посевов улучшает контакт семян с почвой и увеличивает приток влаги из нижних горизонтов, что способствует более быстрому появлению дружных и равномерных всходов. Прикатывание поля повышает также равномерность хода агрегатов на последующих операциях при более высокой скорости.

*Агротехнические требования:* уплотнение почвы на глубину до 7 см и рыхление верхнего слоя на глубину 2...3 см; размер оставшихся комков не более 5 см; огрехи и пропуски не допускаются; перекрытие следов отдельных катков 7...10 см, а между смежными проходами агрегата – 10 см.

*Подготовка агрегатов* предусматривает выбор соответствующих типов катков, комплектование ресурсосберегающих агрегатов и проведение необходимых регулировок. По конструкции рабочих органов различают кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые, борончатые и водоналивные катки.

Кольчато-шпоровые катки типа ЗККШ-6 (прицепной, ширина захвата 6,1 м, рабочая скорость 9...12 км/ч) применяют для предпосевного рыхления верхнего слоя почвы и уплотнения подповерхностного слоя при одновременном разрушении комков и частичного выравнивания вспаханно-

го поля. За счет массы балласта можно изменять удельное давление на почву от 27 до 47 Н/см<sup>2</sup>.

Кольчато-зубчатые катки прицепные односекционные ККН-2,8, двухсекционные 2ККН-2,8 и трёхсекционные 3ККН-2,8 (ширина захвата соответственно 2,8; 5,6; 8,4 м при рабочей скорости до 8 км/ч) предназначены для предпосевного и послепосевного прикатывания почвы.

Навесной борончатый каток типа КБН-3 (ширина захвата 3,25 м при рабочей скорости до 9 км/ч) служит для предпосевного прикатывания почвы, а также для разрушения почвенной корки на посевах.

Гладкие прицепные водоналивные катки типа 3КВГ-1,4 (ширина захвата 4 м при рабочей скорости до 12 км/ч) применяют для уплотнения поверхностного слоя почвы до и после посева. Давление на почву изменяется от 23 до 60 Н/см<sup>2</sup> в зависимости от количества воды в цилиндре общей вместимостью 500 л.

Лёгкие водоналивные унифицированные катки типа СКГ-2, СКГ-2-1, СК-2-2, СКГ-2-3 применяют для прикатывания почвы до и после посева сахарной свеклы при вместимости одного цилиндра 100 л воды. Последние цифры в марке каждого катка соответствуют числу секций с шириной захвата 2,7 м при рабочей скорости до 9 км/ч. Лёгкие водоналивные катки используют как самостоятельно, так и со свекловичными сеялками.

Составы ресурсосберегающих агрегатов для прикатывания почвы определяют по табл. 3.1 в зависимости от длины гона. При малых длинах гона (до 400 м) целесообразно использовать агрегаты Т-30+3ККШ-6, Т-40М+3ККШ-6, Т-30+ККН-2,8, Т-40М+С-11У+2ККН-2,8, Т-30+3КВГ-1,4, Т-40М+3КВГ-1,4. При больших значениях длины гона (до 600 м) рекомендуют агрегаты: МТЗ-80+С-11У+2х3 ККШ-6, МТЗ-80+С-11У+2ККН-2,8 (3ККН-2,8), МТЗ-80+С-

11У+2КВГ-1.4 (ЗКВГ-1,4). При длинах гона более 600 м применяют широкозахватные агрегаты на базе тракторов ДТ-75М, Т-150, Т-150К и К-701 с использованием сцепок СП-16 или СГ-21.

Операции *подготовки агрегатов к работе* предусматривают надежное соединение катков с брусом сцепки и между собой. Требуемое удельное давление катков типа ЗККШ-6 и водоналивных катков на почву устанавливают соответственно массой балласта и количеством воды в цилиндре.

*Подготовка поля* предусматривает удаление препятствий и соответствующую подготовку загонов. Для прикапывания используют в основном челночный (при больших длинах гона) и круговой способы движения, поэтому разбивка поля на загоны не требуется. При необходимости отбивают также поворотные полосы.

*Организация работы агрегатов* предусматривает организацию движения агрегатов на загоне, а также определение как общего требуемого числа агрегатов, так и числа агрегатов в составе одного звена при групповой работе. Направление движения агрегата выбирают поперек направления предшествующей обработки или под углом к ней. Общее требуемое число агрегатов и рациональный состав звена для групповой работы рассчитывают по формулам (3.1) и (3.4).

*Качество работы* контролируют, оценивая наличие комков диаметром более 5 см на площади 0,5 м<sup>2</sup>, степень уплотнения верхнего слоя почвы и наличие огрехов.

*Охрана труда* предусматривает проведение необходимых мероприятий по обеспечению безопасной работы агрегатов и механизаторов.

***Комбинированная предпосевная обработка почвы.*** Комбинированными, как указано ранее, называют агрегаты, которые за один проход выполняют несколько технологических операций. Основные их преимущества: сокращение

числа проходов агрегатов по полю и, как следствие, меньшее уплотнение почвы; сокращение сроков проведения технологических операций, уменьшение затрат труда.

Комбинированные агрегаты одновременно могут выполнять только те операции, которые можно совмещать во времени без нарушения агротехнических требований по качеству и срокам проведения работ.

В целом современные комбинированные машины и агрегаты классифицируют по типу используемых рабочих машин или рабочих органов и по набору выполняемых технологических операций.

По первому признаку выделяют три типа комбинированных машин и агрегатов: агрегаты, составляемые из нескольких рядов простых машин; машины с несколькими рядами разнотипных рабочих органов, закрепленных на общей раме; машины с комбинированным рабочим органом для одновременного выполнения нескольких операций.

В зависимости от видов совмещаемых технологических операций комбинированные машины и агрегаты разделяют на четыре группы: совмещающие основную и дополнительную обработку почвы типа АКП-2,1; совмещающие операции предпосевной обработки; совмещающие основную или предпосевную обработку почвы с внесением удобрений типа МКП-4; совмещающие операции предпосевной обработки почвы и посев типа КА-3,6 и КФГ-3,6.

Цель предпосевной комбинированной обработки почвы – рыхление почвы на требуемую глубину, уничтожение сорняков, измельчение глыб и комков, а также прикатывание почвы, обеспечивающие создание благоприятных условий для получения равномерных дружных всходов и в итоге высокого урожая.

Основные *агротехнические требования*: качественное рыхление почвы на требуемую глубину (8...16 см) с допу-

стимым отклонением  $\pm 2$  см при глубине обработки более 12 см и  $\pm 1$  см – при меньшей глубине обработки; полное подрезание сорняков; частицы размером до 4 см должны составлять не менее 80 % общей массы рыхлой почвы; высота гребней и глубина борозд не более 4... 5 см; плотность почвы на глубине заделки семян 1...1,3 г/см<sup>3</sup>; перекрытие смежных проходов не менее 15 см; огрехи и пропуски не допускаются.

*Подготовка агрегатов* предусматривает выбор соответствующего заданным условиям типа комбинированной машины, комплектование ресурсосберегающих агрегатов и проведение соответствующих регулировок.

Наиболее широкое применение для предпосевной обработки почвы получили однотипные прицепные комбинированные машины РВК-3,6 (ширина захвата 3,6 м при рабочей скорости 6...8 км/ч), РВК-5,4 (ширина захвата 7,2 м при рабочей скорости 8...11 км/ч), производящие за один проход рыхление почвы, выравнивание микрорельефа и прикатывание. Соответствующие рабочие органы закреплены на общей раме. Применяют также прицепную комбинированную машину ВИП-5,6, включающую три секции, в каждую из которых включены игольчатая ротационная мотыга, выравнивающий брус и кольчатый каток (ширина захвата 5,5 м при рабочей скорости 6...9 км/ч).

Рабочие органы всех рассмотренных машин относятся к пассивному типу. Навесная комбинированная машина АКР-3,6 (ширина захвата 3,6 м при рабочей скорости до 10 км/ч) в качестве рабочих органов имеет пассивные стрельчатые культиваторные лапы и активный фрезерный барабан с приводом от ВОМ. За один проход рыхлит почву на глубину до 12 см, фрезерует с измельчением растительных остатков и мульчирует ими поверхность поля, а также выравнивает почву.

Применяют также навесной фрезерный культиватор КФГ-3,6–01 (ширина захвата 3,6 м при рабочей скорости до 7 км/ч) с приводом от ВОМ, обеспечивающий за один проход предпосевную подготовку почвы.

Все рассмотренные комбинированные машины агрегируют с тракторами конкретных тяговых классов, поэтому задачи комплектования сводятся к соединению машины с конкретным трактором с указанием примерных условий их эффективного использования. При этом рекомендуют следующие составы агрегатов: МТЗ-80+РВК-3,6 – при длинах гона до 400 м; (ДТ-75М, Т-150, Т-150К) +РВК-5,4–300...600; К-701+РВК-7,2 – более 600; ДТ-75М+ВИП-5,6–300...600; (ДТ-75М, Т-150, Т-150К) +АКР-3,6–200...600; Т-150 (Т-150К) +КФГ-3,6–01 – при длинах гона 200...600 м. Естественно, что указанные комбинированные агрегаты могут быть использованы и при других длинах гона, но с несколько меньшей эффективностью.

*Регулировочные работы* сводятся к правильному соединению машины с трактором и настройке рабочих органов в соответствии с имеющимися рекомендациями.

*Подготовка поля* предусматривает удаление препятствий и подготовку загонов в соответствии с предполагаемым способом движения. Все рассматриваемые агрегаты имеют сравнительно небольшую ширину захвата при малой кинематической длине, поэтому наиболее эффективен челночный способ движения (см. рис. 3.1, а), при котором разбивка поля на загоны не требуется. Ширину поворотных полос выбирают кратной ширине захвата агрегата.

*Организация работы* агрегатов по аналогии с предыдущими случаями предусматривает выбор направления движения (поперек или под углом к предшествующей операции) и определение общего требуемого числа агрегатов по формуле (3.1) и состава звена при групповой работе по



формуле (3.4). Каждый агрегат группы при этом должен работать на отдельном загоне.

*Качество работы* комбинированных агрегатов оценивают по балльной системе с учетом основных показателей: количество комков диаметром более 5 см, глубина рыхления, высота гребней и глубина борозд.

*Охрана труда* предусматривает комплекс требований и правил по обеспечению безопасной работы агрегатов и механизаторов.

## **Лекция 5.**

### **ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

**Операционные технологии внесения удобрений.** Внесение удобрений под основную обработку почвы повышенными дозами рассматривают как основную. Цели основного внесения удобрений – обеспечение растений элементами питания в течение всего вегетационного периода и улучшение физико-механических свойств самой почвы, включая ее структуру. Наибольшее положительное влияние на структуру почвы оказывают органические удобрения, поэтому потребность в них постоянно будет возрастать независимо от количества вносимых минеральных удобрений. К органическим удобрениям относятся навоз (твердый, жидкий и полужидкий), торф, компосты, а также заделываемая в почву растительная масса. Минеральные удобрения также подразделяют на твердые (гранулированные и пылевидные) и жидкие (аммиачная вода, безводный аммиак). Для их внесения применяют сплошной (разбросной) способ, припосевное внесение удобрений вместе с семенами при посеве и посадке сельскохозяйственных культур, а также подкормку растений в определённых фазах их развития.

Дозы внесения удобрений зависят от вида удобрений, почвенно-климатических условий, а также от выноса питательных веществ возделываемых сельскохозяйственных культур, под которые их вносят (табл. 5.1). Органические и минеральные удобрения чаще вносят в дозах 10...60 т/га и 0,1...1,5 т/га соответственно. Однако возможны и более высокие дозы внесения, примерно до 100 и 2 т/га соответственно.

Таблица 5.1

**Урожайность зерновых культур и вынос ими  
питательных веществ из почвы**

Культура	Урожайность, т/га		Вынос из почвы питательных веществ, кг/га		
	зерна	соломы	азота	фосфора	калия
Зерновые	3	4,5...5,0	36	36	84

*Агротехнические требования.* В качестве основных агротехнических требований в операционных технологических картах указывают конкретные дозы внесения удобрений из приведенных ранее, а также допустимое отклонение от заданной дозы внесения до +10%; неравномерность распределения удобрений по поверхности поля до  $\pm 25\%$  и перекрытие предыдущего прохода по ширине захвата – до 5%.

*Подготовка агрегатов.* В соответствии с операционной технологией она предусматривает обоснование состава и скоростного режима агрегатов, а также проведение соответствующих настроечных и регулировочных работ, включая настройку на заданную норму внесения удобрений. Агрегаты для сплошного внесения органических и минеральных удобрений являются одномашинными. Агрегаты, отвечающие требованиям ресурсосбережения и высокой производительности, приближенно можно выбрать из табл. 5.2.

Таблица 5.2

**Характеристики и состав основных агрегатов для внесения органических и минеральных удобрений**

Состав агрегата	Грузо-подъёмность, т	Ширина разбрасывания, м	Радиус эффективного использования, км
<b>Органические удобрения</b>			
МТЗ-80 + РОУ-6	6	5...6,5	1...2
Т-150К + ПРТ-10	10	6...7	2...4
К-701 + ПРТ-16	15	6...7	4...8
К-701 + МТТ-23	23	6...7	8...22
<b>Минеральные удобрения</b>			
МТЗ-80 + 1РМГ-4	4	6...14	2...12
МТЗ-80 + РУМ-5	5	7...14	4...18
Т-150К + РУМ-8	8	7...14	7...26
К-701 + РУМ-16	16	14...22	16...30

Меньшие значения радиусов эффективного использования соответствуют более высоким дозам внесения удобрений и наоборот. Приведенные в табл. 5.2 данные с достаточной точностью могут быть использованы при всех возможных длинах гона и группах дорог.

Для разбрасывателей удобрений различают три скорости движения: скорость движения с грузом  $V_r$  при переезде до поля, рабочая скорость при внесении удобрений  $V$  и скорость обратного движения  $V_x$  без груза.

Усредненные нормативные значения указанных скоростей для дорог второй группы, которые являются наиболее распространёнными в сельском хозяйстве, приведены в табл. 5.3.

*Подготовка поля* для работы разбрасывателей органических и минеральных удобрений в соответствии с общими правилами операционной технологии предусматривает удаление препятствий, включая копны соломы и другие остатки непродуктивной части урожая, и соответствующую

Таблица 5.3

**Скорости движения агрегатов для внесения удобрений, км/ч**

Состав агрегата	С грузом	Без груза	При внесении удобрений
МТЗ-80 + РОУ-6	18,5	19,5	8,2
Т-150К + ПРТ-10	19,0	26,0	8,2
К-701 + ПРТ-16	21,0	28,5	8,2
К-701 + МТТ-23	21,0	28,5	8,2
МТ 3–80 + 1РМГ-4	19,0	20,0	8,5
МТЗ-80 + РУМ-5	18,0	19,0	8,1
Т-150К + РУМ-8	21,0	26,0	10,4
К-701 + РУМ-16	21,0	28,5	11,3

подготовку участка. Все рассматриваемые агрегаты в процессе разбрасывания удобрений движутся челночным способом (см. рис. 3.1, а), поэтому разбивать поле на загоны не требуется. Необходимо определить только ширину поворотной полосы в соответствии с данными табл. 3.3 и согласовать длину гона с грузоподъемностью разбрасывателя по формулам

$$\frac{B \cdot L_p \cdot U}{10^4} = Q_{\text{гн}}; \quad (5.1)$$

$$L_p = \frac{10^4 \cdot Q_{\text{гн}}}{B \cdot U}, \quad (5.2)$$

где  $Q_{\text{гн}}$  – грузоподъемность разбрасывателя, т;  $L_p$  – длина рабочего пути агрегата за время опорожнения технологической емкости, м;  $U$  – доза внесения удобрений, т/га.

Если органические удобрения вносят в две фазы с использованием роторного разбрасывателя типа РУН-15А, навешиваемого на трактор типа ДТ-75М, то одной из основных операций подготовки поля является правильное расположение куч удобрений по поверхности поля в зависимости от их массы, обеспечивающее требуемую дозу внесения [2, рис. 9.1].

Организация работы агрегатов предусматривает: выбор рациональной технологической схемы внесения удобрений; определение общего требуемого числа основных и вспомогательных агрегатов; расчет состава транспортно-технологических комплексов и обоснование режима взаимосвязанной работы агрегатов; обеспечение необходимых видов обслуживания агрегатов и механизаторов.

В зависимости от наличия техники в хозяйстве, расстояния перевозки и дозы внесения удобрений различают следующие технологические схемы внесения удобрений: прямоточную, перегрузочную, перевалочную и двухфазную (рис. 5.1).

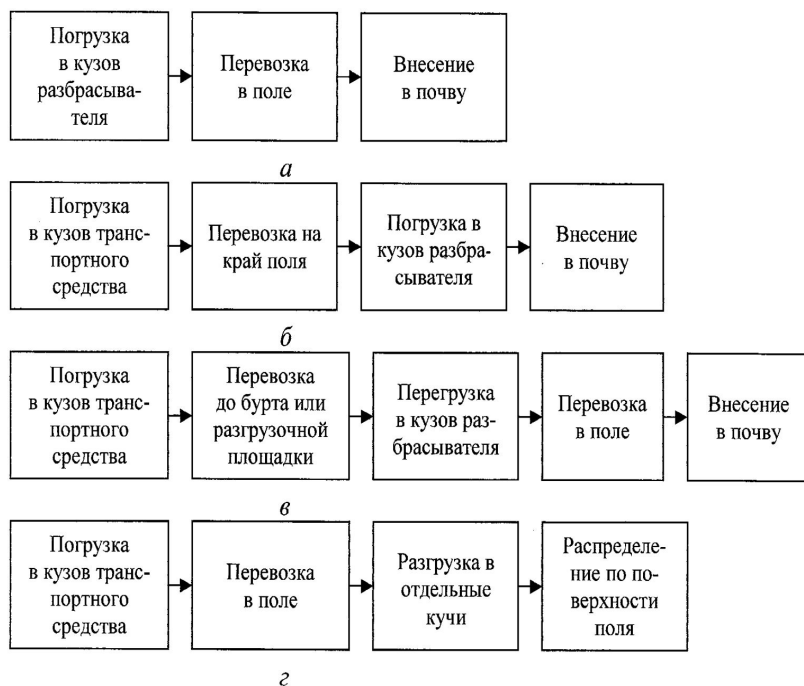


Рис. 5.1. Технологические схемы внесения удобрений:

*a* – прямоточная; *б* – перегрузочная; *в* – перевалочная; *г* – двухфазная

Прямоточная, перегрузочная и перевалочная технологические схемы при наличии соответствующей системы машин принципиально применимы при внесении как органических, так и минеральных удобрений. Однако для применения перегрузочной технологии требуются специальные самосвальные транспортные средства с предварительным подъемом кузова на соответствующую высоту (типа автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-3508). Для использования обычных самосвальных транспортных средств, наоборот, необходимы низкорамные разбрасыватели удобрений. С учетом указанных особенностей перегрузочная технология внесения удобрений не находит широкого применения в хозяйствах, особенно при внесении органических удобрений.

Для использования перевалочной технологии при внесении минеральных удобрений требуются специальные крытые перегрузочные площадки.

Двухфазную технологическую схему применяют только при внесении органических удобрений.

Таким образом, в хозяйственных условиях с учетом изложенных особенностей наибольшее распространение получили прямоточная технология для внесения как органических, так и минеральных удобрений, а также перевалочная и двухфазная технологии – для внесения органических удобрений.

Для погрузки твердых органических удобрений наиболее часто используют погрузчики типа ПЭ-0,8Б, ПЭА-1,0, ПФП-1,2, ТЛ-3А и другие с производительностью более 60 т/ч, а для погрузки минеральных удобрений – ПЭ-0,8Б, ПФП-1,2, ПФ-0,75. Перевозят и вносят удобрения в почву по прямоточной технологии агрегатами, приведенными в табл. 5.2 и 5.3.

Общее требуемое число основных агрегатов – разбрасывателей удобрений рассчитывают по формуле (3.1), если производительность  $W_m$  определяют в гектарах за час, а если

в тоннах за час, то общую удобряемую площадь  $F_{\Sigma}$  умножают на соответствующую дозу внесения удобрений  $U$ , т/га.

Вспомогательными агрегатами при прямоточной технологической схеме внесения удобрений являются погрузчики, общее число которых  $n_{\Sigma}$  вычисляют по формуле (3.3). По этой же формуле определяют число погрузчиков и транспортных средств при перегрузочной, перевалочной и двухфазной технологических схемах внесения удобрений.

Если удобрения вносят по перевалочной и двухфазной технологическим схемам с разрывом технологической цепи по времени, то на первом участке (погрузка и перевозка удобрений) за основные следует условно принимать транспортные агрегаты, в соответствии с формулами (3.1), (3.3), а за вспомогательные – погрузчики. Затем на втором участке технологической цепи основными будут разбрасыватели удобрений [формула (3.2)].

Состав транспортно-технологического комплекса при внесении удобрений в основном определяется числом разбрасывателей удобрений или транспортных средств, обслуживаемых одним погрузчиком, которое находят по формуле (5.3), подразумевая под  $t_{\text{уп}}$  – продолжительность цикла разбрасывателя или транспортного средства, а под  $t_m$  – продолжительность одной погрузки. Для разбрасывателя удобрений под  $t_{\text{уп}}$  следует подразумевать время одного опорожнения кузова, включая холостые повороты, а для транспортных средств – время разгрузки.

$$n_1 = \frac{t_{\text{уп}}}{t_m} = \frac{L_r / V_r + L_r / V_x + t_{\text{пр}}}{t_m}. \quad (5.3)$$

При отсутствии более точных хронометражных данных продолжительность одной погрузки (ч) можно вычислить по формуле

$$t_m = \frac{Q_{\text{гн}} K_r}{W_{\text{п}}}, \quad (5.4)$$

где  $Q_{\text{гн}}$  – грузоподъемность разбрасывателя или транспортного средства, т;  $W_{\text{п}}$  – эксплуатационная производительность погрузчика, т/ч [(формулы (2.5), (2.7)];  $K_r$  – коэффициент использования грузоподъемности [см. табл. 2.1, формулу (2.11)]. Минеральные удобрения и большую часть органических удобрений относят к грузам первого класса, для которых принимают  $K_r = 1$ .

*Контроль качества работы* агрегатов для сплошного внесения органических и минеральных удобрений сводится к проверке соответствия фактических показателей качества работы предъявляемым агротехническим требованиям.

Основной показатель качества работы разбрасывателей в полевых условиях – заданная доза внесения удобрений, которую необходимо соблюдать [2, формула (9.4)].

*Охрана труда и техника безопасности* предусматривают проведение необходимых мероприятий по обеспечению безопасной работы как механизаторов, так и самих машин и агрегатов, поскольку органические и особенно минеральные удобрения являются веществами повышенной вредности.

Отдельные виды минеральных удобрений при соприкосновении с другими веществами становятся пожаро- и взрывоопасными. Например, бумажные мешки из-под аммиачной селитры воспламеняются под воздействием солнечных лучей. Хранение той же аммиачной селитры с торфом, соломой, опилками и другими органическими материалами может стать причиной взрыва. Остатки органических и минеральных удобрений на механизмах и деталях разбрасывателей вызывают интенсивную коррозию и последующее увеличение числа аварийных поломок. Повышенные дозы удобрений, особенно минеральных, оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду.

С учетом указанных особенностей необходимо в операционных картах давать четкие указания по правилам без-



опасной работы на агрегатах по внесению органических и минеральных удобрений.

### **Внесение удобрений при производстве корнеплодов.**

Корнеплоды по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами выносят из почвы относительно большое количество питательных веществ [2, табл. 12.2]. Поэтому под корнеплоды требуется вносить повышенные дозы как органических, так и минеральных удобрений.

Основную массу удобрений вносят в различных сочетаниях с операциями обработки почвы в зависимости от почвенно-климатических условий и вида культуры.

Лучшим из органических удобрений является навоз, который при дозах внесения 30...40 т/га обеспечивает прибавку урожая от 5 до 25 т/га. Навоз рекомендуется вносить под предшествующую культуру или непосредственно под корнеплоды.

На глинистых и черноземных почвах навоз вносят осенью под зяблевую вспашку. На легких почвах навоз вносят весной или осенью незадолго до заморозков, чтобы он не успел разложиться. Основные минеральные удобрения – азотные, фосфорные и калийные.

Азотные удобрения рекомендуется вносить под предпосевную культивацию, а также при посеве и подкормках.

Фосфорные удобрения в виде гранулированного суперфосфата вносят под зяблевую вспашку или под сплошную культивацию весной.

Калийные удобрения необходимы для нормального роста и развития корнеплодов. Эти удобрения особенно эффективны на лёгких почвах. Наиболее ценным из калийных удобрений для свеклы является хлористый калий.

Примерные дозы внесения минеральных удобрений под корнеплоды в зависимости от природно-климатических условий составляют 120... 180 кг д.в. на 1 га.

Важное значение, как для повышения урожайности, так и для качества корнеплодов, имеет также внесение микроудобрений. При недостатке в почве бора, меди, марганца и других микроэлементов корнеплоды заболевают. Рекомендуются следующие дозы внесения отдельных микроудобрений, кг/га: бора – до 1,5 (чаще всего под свеклу); медного купороса – 20...25; марганцевого шлама – 300...400. Применение микроудобрений улучшает также лежкость корнеплодов.

Из жидких органических удобрений под корнеплоды вносят жидкий навоз, чаще под зяблевую вспашку или под лущение стерни, до 100 т/га.

Жидкие минеральные удобрения подразделяют на жидкие азотные (жидкий безводный аммиак, аммиакаты, аммиачная вода – водный аммиак) и жидкие комплексные удобрения, содержащие азот и фосфор. Эти удобрения быстро усваиваются растениями и имеют высокий коэффициент использования.

Жидкие азотные удобрения в зонах недостаточного увлажнения рекомендуют вносить при вспашке с помощью специального приспособления. В зонах достаточного увлажнения жидкие азотные удобрения предпочтительно вносить поздней осенью при обязательной обработке зяби. Для этого плуги оборудуют специальными приспособлениями. Глубина заделки жидких удобрений 10...12 см на суглинистых почвах и 12...15 см – на супесчаных.

Доза внесения жидких минеральных удобрений составляет 400...500 кг/га под глубокую вспашку и 200...400 кг/га – при безотвальном рыхлении зяби. Жидкие комплексные удобрения рекомендуют вносить при посеве в дозе 50...70 кг/га, при подкормке – 100...200 кг/га.

**Внесение удобрений при производстве кукурузы.** Получение высоких урожаев кукурузы связано с выносом из

почвы большого количества питательных веществ. В среднем на 1 т зеленой массы кукурузы приходится 2,53 кг азота, 0,83 кг фосфора и 3,44 кг калия.

Система внесения удобрений при возделывании кукурузы по интенсивной технологии включает основное (под вспашку) и в рядки (при посеве) внесение, а также подкормку растений в период вегетации.

Во всех зонах возделывания кукурузы основным видом удобрений являются органические, которые вносят в основном под зяблевую вспашку. Доза их внесения при этом определяется почвенно-климатическими условиями. На дерново-подзолистых и на других малоплодородных почвах вносят до 40...50 т/га, а на выщелоченных черноземах – 15...20 т/га (табл. 5.4).

При выращивании кукурузы на силос и зеленый корм ценным органическим удобрением является также жидкий бесподстилочный навоз, содержащий азот, фосфор, калий и микроэлементы.

*Таблица 5.4*

**Примерные дозы минеральных удобрений, вносимых под кукурузу, т/га**

Почвы	Аммиачная селитра	Гранулированный суперфосфат	40 % калийная соль
Карбонатные и обыкновенные черноземы	0,27	0,30...0,45	0,075...0,15
Типичные черноземы	0,27	0,30	0,15
Выщелоченные черноземы, бурые и серые лесные почвы	0,36	0,30...0,45	0,15

Минеральные удобрения вносят также при посеве и в период ухода за растениями кукурузы.

**Внесение удобрений под однолетние и многолетние травы.** Одна из самых ценных и распространенных одно-

летних трав – вика яровая, в сухой массе которой содержится до 19% протеина, 1,8...2,4 – кальция, 0,61...0,96% – фосфора. В 1 кг зеленой массы содержится 56...78, а в 1 кг сена – 37 мг каротина. В условиях Центрального района Нечерноземной зоны получают в среднем 16,1 т/га зеленой массы и 1,56 т/га семян.

Для систематического получения высокого урожая необходимо ежегодное внесение соответствующих органических и минеральных удобрений, примерные дозы которых для основных видов однолетних трав приведены в табл. 5.5.

Органические и минеральные удобрения вносят одновременно под зяблевую вспашку.

Таблица 5.5

**Примерные дозы внесения удобрений под основные виды однолетних трав, кг д.в./га**

Удобрения	Горох кормовой	Вика яровая	Бобы кормовые	Люпин
Органические, т/га	20...30	20...30	40...50	20...30
Азотные	30...40	30...40	50...60	30
Фосфорные	45...60	30...45	60...90	60...70
Калийные	60...90	45...60	90...120	90...120

*Многолетние травы* обычно высевают под покров других озимых и зерновых культур, лучшими из которых являются озимая пшеница, яровая пшеница и ячмень. Органические и минеральные удобрения обычно вносят под покровные культуры, так как при этом получают наибольшую прибавку урожая многолетних трав. Дозы внесения удобрений зависят от зональных почвенно-климатических условий. Например, в Нечерноземной зоне рекомендуется вносить 30...40 т/га навоза, а в Черноземной зоне – 15...20 т/га. Фосфорные и калийные удобрения вносят из расчета 45...60 кг д.в./га.

Из многолетних бобовых трав наибольшее распространение имеет клевер луговой. Новые интенсивные сорта этой

культуры (Московский 1, ВИК-7 и др.) при благоприятных условиях дают до 10 т/га, а при орошении – до 16 т/га сухого вещества и до 2,5 т/га белка.

## **Лекция 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЕВА И ПОСАДКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Технология посева зерновых, зернобобовых, крупяных и масличных культур.** Зерновые культуры, возделываемые по высокой технологии (А) [2, с.179], высевает комбинированными агрегатами с одновременным внесением стартовой дозы азотных удобрений и гербицидов почвенного действия, оставляя технологическую колею 1800 мм, которая необходима для выполнения операций по уходу за посевами. Для этого оставляют незасеянными рядки семян с двумя полосами шириной 450 или 600 мм в зависимости от имеющегося комплекса машин через 10,8 или 14,4 м.

Первому варианту соответствует ширина захвата опрыскивателей ОБТ-1, ОПШ-15–01, разбрасывателя минеральных удобрений РУМ-5. Для этой схемы посева используют гусеничный трактор класса 3 в агрегате с тремя сеялками шириной захвата 3,6 м со сцепкой СП-11А. Составы агрегатов и условия их эффективного применения приведены в табл. 6.1. Перед посевом отключают высевальные аппараты сошников 6, 7 и 18, 19 путем установки специально изготовленных крышек над высевальными катушками.

*Таблица 6.1*

**Рекомендуемые составы посевных агрегатов**

Трактор	Сцепка	Число сеялок	Длина гона, м	Передача трактора
К-701, 700А	СП-16А	4...7	Более 800	II... III
Т-150, Т-150-К, ДТ-175С	СП-11А	3	600...800	II... IV
ДТ-75М	СП-11А	3	300...600	IV... VI
МТЗ-80/82	–	1	До 300	VI... VII

При посеве четырёхсеялочным агрегатом с шириной захвата 14,4 м для создания колеи с незасеянными полосами 600 мм отключают 17, 18, 19-й аппараты второй сеялки и 6, 7, 8-й аппараты третьей сеялки. После посева этим агрегатом для ухода за посевами используют машины для внесения минеральных удобрений РУМ-8, РЖТ-8 со штанговым приспособлением для ЖКУ в агрегате с трактором Т-150К.

На полях с малой длиной гона рекомендуют использовать группу из трех односеялочных агрегатов на базе трактора класса 1,4. Первый и третий агрегаты работают не оставляя колею, а у сеялки второго агрегата отключают высевающие аппараты 6, 7 и 18, 19-го сошников, идущих по следу трактора с колеей 1800 мм.

Зерновые, зернобобовые, крупяные и масличные культуры высевают с помощью технологического адаптера Р-АТП-1,2. Транспортировку и загрузку семян осуществляют во всех зонах производства товарного зерна механизированными загрузчиками (ЗАУ).

Для рядового и узкорядного посева с внесением минеральных удобрений используют сеялки СЗ-3,6А с соответствующими модификациями. Сеялкой СЗП-3,6А одновременно с посевом прикатывают засеянные рядки. Зерновые и травы под покров зерновых высевают с внесением удобрений сеялкой СЗТ-3,6А. Для зон, подверженных ветровой эрозии, посев проводят по стерне сеялками СЗС-2,1, СТС-2 с тракторами класса 1,4, СЗС-6 – класса 3 и СЗС-12, СТС-12 – класса 5. Кулисы засевают сеялкой СКН-3 с трактором класса 1,4.

При посеве важно обеспечить прямолинейность хода агрегата, поэтому для первого прохода агрегата обязательно провешивают вешками прямую линию. Последующие проходы агрегата ориентируют по следу маркера. Отклонение ширины стыковых междурядий двух смежных проходов – не более 5 см.

При посеве озимых важно выбрать *сроки проведения работ*. К зимовке необходимо обеспечить образование трех-четырёх продуктивных побегов к моменту перезимовки. Ориентировочные сроки посева: нечерноземная зона – 15...20.08, лесостепная – 20.08...01.09, южная степная, Нижнее Поволжье – 01...20.09.

*Подготавливают сеялки* на регулировочной площадке со специальной разметкой для расстановки сошников в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

При посеве озимых зерновых в оптимальные сроки при хорошей подготовке почвы норма высева должна обеспечить 4,5...5 млн всходов семян на 1 га. Норма высева на 1 га площади, кг:

$$U = \frac{ГМ \cdot 100}{X}, \quad (6.1)$$

где Г – густота стояния растений, млн на 1 га; М – масса 100 семян, г; X – хозяйственная годность, %.

Для высева озимой пшеницы Безостая 1 с массой 1000 семян 45 г для обеспечения густоты стояния 5,0 млн семян на 1 га при хозяйственной годности 95 % норма высева  $U = (5,0 \cdot 45,0 \cdot 100) / 95 = 236,8$  кг/га.

Норму высева, длину правого и левого маркера устанавливают и проверяют в соответствии с имеющимися рекомендациями [2, с. 187].

Качество высева проверяют в поле. Глубину заделки семян проверяют при первом проходе агрегата, затем 2...3 раза в смену измеряют линейкой в раскопанных 5...6 рядах. Отклонение глубины от заданной не более  $\pm 1$  см. Ширину стыковых междурядий измеряют в 10 местах по длине гона, отклонение на ровных участках не более  $\pm 5$  см, на склонах до  $6^\circ$  – не более 10 см.

Способ движения посевных агрегатов выбирают с учетом длины гона и ширины захвата агрегата. При работе

одно- или двухсеялочных агрегатов на полях с длиной гона более 200 м основной способ движения – *челночный* (см. рис. 3.1, а); для многосеялочных агрегатов на больших полях прямоугольной формы – *вразвал* или *всвал* (см. рис. 3.1, б, в); на полях квадратной формы при гоне 200 м и на участках шириной до 60...80 м – *перекрытием* (см. рис. 3.1, е).

Для челночного способа поворотные полосы отмечают вешками с двух сторон и провешивают линию первого прохода. Для гоновых способов на поле отмечают границы загонов.

Заправляют сеялки семенами и удобрениями в конце гона после полного поворота агрегата автопогрузчиками. Требуемое число заправщиков определяют методами, изложенными в работе [2, разд. 8.3], по аналогии с формулами (3.3), (3.4), (5.3), в зависимости от нормы высева, числа сеялок в агрегате, плеча подвоза, грузоподъемности и размеров поля.

При организации работ необходимо соблюдать точность. Длину гона согласовывают с вместимостью семенного бункера по формулам (6.2) ... (6.4).

$$\frac{L_p BU}{10^4} = \Omega_6 \rho_6 \gamma_6, \quad (6.2)$$

где  $L_p$  – длина рабочего пути агрегата за время опорожнения технологической емкости (длина пути разбрасывания удобрений или высева семян), м;  $B$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;  $U$  – норма внесения (высева или посадки семян), кг/га;  $\Omega_6$  – номинальная вместимость технологической емкости, м<sup>3</sup>;  $\rho_6$  – плотность технологического материала в бункере, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_6$  – коэффициент использования технологической емкости.

Значение  $\gamma_6$  одновременно учитывает как заполнение, так и опорожнение технологической емкости. Например,



при посеве семян для обеспечения равномерности высева не допускается полное опорожнение семенного бункера (ящика).

На основании равенства (6.2) сначала вычисляют

$$L_p = \frac{10^4 \Omega_6 \rho_6 \gamma_6}{BU}, \quad (6.3)$$

затем рассчитывают соответствующее число рабочих ходов агрегата в зависимости от длины гона  $L$ :

$$n_p = L / L_p. \quad (6.4)$$

Для определения состава посевного комплекса машин используют табл. 3.1, 6.1.

**Технология посева кукурузы.** Нормы высева кукурузы зависят от почвенно-климатических условий, сорта, способа высева и назначения урожая. При возделывании кукурузы на зерно число растений на 1 га должно составлять, тыс.: в засушливых юго-восточных районах с годовой суммой осадков 300...400 мм – 20...25; в степных районах с устойчивым увлажнением при сумме осадков 400...450 мм – 30...40; в районах достаточного увлажнения – 40...60 при массе семян 10...25 кг/га.

Густота высева для скороспелых сортов и гибридов кукурузы должна быть на 20...25 % больше по сравнению со среднеспелыми сортами и на 15...20 % меньше для позднеспелых сортов.

При возделывании кукурузы на силос с уборкой в фазе молочно-восковой и восковой спелости густота растений должна быть на 10...15 % больше. Густота стояния растений при возделывании кукурузы на зеленый корм должна составлять, тыс.: в засушливых районах – 100...120; в увлажненных районах – 120...200 (в Нечерноземной зоне – 100...120).

Организуют посевные работы в полном соответствии с принципами операционной технологии выполнения механизированных работ, изложенными выше.

*Основные агротехнические требования* при посеве кукурузы: посев семян в оптимальные сроки при среднесуточной температуре почвы 10...12 °С при общей продолжительности посевных работ до 5...6 дней, а на одном поле – 1...2 дня; глубина заделки семян 5...7 см при достаточной влажности и 12...13 см – в засушливых районах; отклонение от заданной глубины заделки семян – до 1,0 см; отклонение от заданной нормы высева  $\pm 5\%$  при норме 25...60 тыс. и  $+8\%$  – при норме более 60 тыс. растений на 1 га; отклонение от заданной ширины междурядий (70 см) не более 1 см для основных и не более 5 см – для стыковых междурядий; отклонение от заданной нормы (10...15 кг/га) вносимых минеральных удобрений – до 10%; отклонение семян от осевой линии рядка не более 5 см на длине 50 м.

*Подготовку агрегатов* начинают с выбора эффективных посевных машин. Кукурузу высевают восьмирядными пунктирными пневматическими сеялками СУПН-8 с шириной междурядий 70 см и шестирядными пунктирными сеялками точного высева (одно-два зерна в гнездо) СПЧ-6М. Ширина междурядий – 70 см. При возделывании кукурузы на силос ширина междурядий может быть 60 и даже 45 см. Агрегатируют сеялки с тракторами типа МТЗ-80/82. Основные операции подготовки агрегатов предусматривают: установку длины вылета маркеров; расстановку сошников на заданную ширину междурядий; установку заданной глубины заделки семян; установку заданной нормы высева и дозы удобрений. Длина вылета маркеров у сеялки СУПН-8: 2450 мм – при вождении трактора по следу маркера поочередно правым и левым колесом; 3150 мм – при вождении по следу маркера серединой трактора (пробкой радиатора), а СПЧ-6М – 1750 и 2450 мм соответственно.

К навесному механизму трактора присоединяют рамку автосцепки. Сеялка СУПН-8 оборудована приборами контроля и сигнализации за качеством технологического процесса (уровень семян в бункерах, работа высевających аппаратов), которые должны находиться в исправном состоянии.

*Подготовку поля и организацию работы агрегатов* осуществляют с учетом применения челночного способа движения. Для обеспечения прямолинейности рядков вешками высотой 2,5...3 м отмечают линию первого прохода при расстоянии между вешками 50...80 м, чтобы одновременно было видно не менее трех вешек.

При отсутствии свободного выезда на концах загона отбивают поворотные полосы шириной, равной 3...4 захватам сеялки. Посев сеялками СУПН-8 рекомендуется проводить на скоростях не более 8 км/ч, а сеялками СПЧ-6М – до 6 км/ч. Длину гона согласовывают с вместимостью семенного бункера по формулам (6.2) ... (6.4).

Число посевных и транспортных агрегатов рассчитывают по формулам (3.1) ... (3.3), а число агрегатов в группе при работе каждого посевной агрегата на отдельном загоне – (3.4).

Качество работы контролируют по трем основным показателям: отклонение от заданной глубины заделки семян; отклонение числа семян на 1 м рядка от заданного; отклонение семян от оси рядка.

*Охрана труда* по аналогии с ранее рассмотренными операциями предусматривает проведение необходимых мероприятий по обеспечению безопасности людей и работы агрегатов.

**Особенности посева трав.** Норма высева семян и способ посева определяются почвенно-климатическими условиями и сортом культуры. Семена трав в зависимости от назначения посевов высевают как в чистом виде, так и в смеси

с семенами поддерживающих культур. Например, семена наиболее распространенной однолетней травы вики в отдельных районах Нечерноземной зоны сеют в чистом виде, а в более северных районах – на семена в смеси с поддерживающими культурами, включая овес, ячмень, горчицу.

Норма высева по числу семян в чистом виде составляет 2,0...2,5 млн/га всхожих семян. В смеси с ячменем – 140 кг/га (3,5 млн/га всхожих семян), при среднем фоне плодородия высевают 60 кг/га (1 млн/га всхожих семян) вики.

Численное соотношение между семенами вики и поддерживающей культуры существенно зависит также и от назначения посевов. Например, в смеси с овсом рекомендуют следующие численные соотношения между семенами (вика: овес): 3: 1 – на зеленый корм; 1: 1 – на силос; 2: 1 – на сено.

Семена многолетних трав, как указано ранее, высевают в чистом виде, а также в травосмеси. Соответственно с учетом зоны изменяется и норма высева. Например, норма высева семян клевера лугового в лесной и лесостепной зонах составляет 15...17 кг/га в чистом посеве и 11...14 кг/га – в двойной травосмеси.

Семена трав высевают сеялками типа СЗТ-3,6 и СЛТ-3,6, агрегатируемыми с тракторами типа МТЗ-80/82. В зависимости от сорта, назначения урожая и почвенно-климатических условий семена как однолетних, так и многолетних трав высевают, как указано ранее, осенью, весной и летом. Викоовсяные смеси на зеленый корм высевают в различные сроки, начиная с ранней весны и заканчивая первой декадой июля.

## **Лекция 7. ТЕХНОЛОГИЯ УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Методы защиты.** Эффективная борьба с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур является важной составной частью современных интенсивных технологий.

Современные интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают широкое применение интегрированной системы защиты растений, которая состоит из взаимосвязанного комплекса агротехнических, биологических, физических и химических методов борьбы в сочетании с организационно-хозяйственными мероприятиями.

**Агротехнический метод** предусматривает применение прогрессивных севооборотов и систем обработки почвы, а также внесение оптимальных доз удобрений; выбор устойчивых к болезням сортов; подготовку семенного материала.

**Биологический метод** основан на использовании против вредителей и болезней их естественных врагов и бактериальных препаратов.

**Физический метод** защиты связан с воздействием на семена и растения высоких или низких температур, ультразвука, магнитных полей, токов высокой частоты, лазерных лучей и т. д.

**Химический метод** наиболее распространен и связан с применением соответствующих химических средств защиты (пестицидов) растений.

Пестициды по принципу воздействия на вредителей и болезни культурных растений подразделяют на: *инсектициды* – для защиты от вредных насекомых; *фунгициды* – для защиты от болезней; *гербициды* – для защиты от сорняков; *дефолианты* – для опадания листьев растений; *десиканты* – для подсушки растений. Наибольшее распространение получили следующие основные способы химической защиты растений: протравливание семян; опрыскивание и опыливание пестицидами почвы и растений; нанесение аэрозолей на растения; фумигация почвы, растений и семян; разбрасывание отравленных приманок. При этом важно подчеркнуть, что все рассмотренные мероприятия по интегрированной

защите растений необходимо проводить с учетом требований охраны окружающей среды.

*Агротехнические требования:* обработка семян и посевов в оптимальные сроки в соответствии с указаниями службы химической защиты растений; обеспечение однородной концентрации рабочей жидкости с допустимым отклонением  $\pm 5\%$  от заданной; равномерное покрытие семян пестицидами с отклонением от заданной дозы до  $\pm 3\%$ ; соблюдение заданной нормы распределения пестицидов по площади поля с отклонением до  $\pm 10\%$  при опрыскивании и  $\pm 15\%$  – при опылинии; неравномерность распределения рабочих жидкостей по поверхности поля и по ширине захвата агрегата до  $\pm 30\%$  и до  $\pm 25\%$  – по длине гона; неравномерность расхода жидкости отдельными распылителями до  $\pm 5\%$ ; скорость ветра до 5 м/с при опрыскивании и до 3 м/с – при опылинии; при температуре воздуха до 23 °С рабочие скорости движения соответствующих агрегатов по полю 1,7...3,3 м/с (6...12 км/ч); химическую обработку не рекомендуется проводить перед ожидаемыми осадками и во время дождя; нельзя проводить опрыскивание в период цветения растений.

*Подготовка агрегатов для химической защиты растений* предусматривает выбор соответствующих типов машин, комплектование ресурсосберегающих агрегатов и настройку их на требуемый режим работы. Комплекс операций по химической защите растений начинают с протравливания семян для уничтожения возбудителей болезней. При этом используют сухой, полусухой, мокрый, мелкодисперсный и термический способы протравливания семян. При сухом способе семена смешивают пылевидным ядохимикатом. Если перед протравливанием семена увлажняют, то имеет место полусухой способ. Семена при мокром способе протравливания увлажняют раствором формалина, затем высушивают. При термическом способе семена погружают в воду, нагретую до 50 °С, затем

высушивают. Мелкодисперсный способ связан с обработкой семян суспензией в виде механической смеси распыленного ядохимиката с водой.

Составы основных типов агрегатов для опрыскивания полевых культур и их основные технико-экономические показатели приведены в табл. 7.1.

На соответствующий режим работы указанные машины и агрегаты настраивают в соответствии с имеющимися рекомендациями. Агрегат К-701+ОП-3200 рекомендуется использовать на полях с длиной гона более 500 м. Остальные агрегаты на базе трактора МТЗ-80 используют практически на всех полях хозяйств. Для мелкоконтурных полей предназначен агрегат МТЗ-80+ОМ-630–2.

*Подготовка поля* связана с операциями предварительного осмотра и удаления препятствия. При использовании челночного способа движения поля на отдельные загоны разбивать не требуется. Отбивают только поворотные полосы шириной 5 м для вентиляторных опрыскивателей и 10...12 м – для штанговых опрыскивателей. Оставляют также защитные полосы для исключения сноса гербицидов на соседние посевы.

*Организация работы* агрегатов предусматривает определение общего требуемого числа агрегатов, состава отдельных технологических комплексов для групповой работы и организацию движения агрегатов. Дополнительно рассчитывают также требуемое количество химических средств защиты растений (фунгицидов, гербицидов и др.) и воды для составления соответствующих растворов.

Общее требуемое число агрегатов каждого вида рассчитывают для наиболее напряженного периода по формуле (3.1).

Требуемое общее число транспортных средств для перевозки химикатов, воды и других вспомогательных агрегатов определяют по формуле (3.2) или (3.3).

Таблица 7.1

Технико-экономические показатели агрегатов для опрыскивания полевых культур

Состав агрегата	Назначение	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, м/с (км/ч)	Производительность за основное время, га/ч	Расход рабочей жидкости, л/га
МТЗ-80+ОП-200-2-01 (штанговый)	Опрыскивание полевых культур пестицидами и поверхностное внесение жидких минеральных удобрений	18,0...22,5	1,7...3,3 (6...12)	13,5...27,0	75...300
МТЗ-80+ОПШ-15-03 (штанговый)	Борьба с вредителями, сорной растительностью и болезнями растений	10,8...16,2	1,7...2,8 (6...10)	7,72...16,2	45...180
МТЗ-80+ОП-3200 (штанговый)	То же	21,6	2,2...3,3 (8...12)	17,0...25,9	75...300
МТЗ-80+ОМ-630 (вентиляторный)	Малообъемное опрыскивание направленным потоком многолетних насаждений и полевых культур	15...20 (1...2 в садах)	1,7...3,3 (6...12) 1,7...2,2 (6...8)	40...120 (4,8...6,4 в садах)	10...50
МТЗ-80+ОМ-630-2 (штанговый)	Опрыскивание полевых культур на мелкоконтурных полях	16,2	1,7...2,8 (6...10)	9,7...16,2	75...200
МТЗ-80+ОМ-320 (вентиляторный)	Опрыскивание многолетних насаждений и полевых культур направленным потоком	30 (1...2 в садах)	1,7...2,8 (6...10)	18...30 (4,8...8 в садах)	1...40
МТЗ-80+ ОМ-320-2 (штанговый)	Опрыскивание полевых культур	10...14	1,7...2,8 (6...10)	6...14	1...25
К-701+ОП-3200 (с приспособлением)	Внесение гербицидов с одновременной обработкой почвы боронами типа БМШ-15 (20), БИГ-3А со сцепкой СП-16	15...20	1,7...2,8 (6...10)	9...12	75...300



При групповой работе агрегатов число опрыскивателей рассчитывают по формуле (3.4).

Общее требуемое количество химикатов и воды для всей обрабатываемой площади полей  $F_{\Sigma}$  вычисляют по формуле

$$Q_{x.v} = F_{\Sigma} U_{x.v} Z_{оп}, \quad (7.1)$$

где  $U_{x.v}$  – расход химиката или воды, л/га;  $Z_{оп}$  – кратность опрыскивания.

Движение опрыскивателей организуют челночным способом. При этом для обеспечения требуемого качества работы агрегат должен двигаться под углом  $45...135^{\circ}$  к направлению ветра.

*Качество работы* контролируют по качеству приготовления рабочей жидкости и по качеству работы самих опрыскивателей. Контроль осуществляют агроном по защите растений, бригадир или другие специалисты. Качество работы оценивают в баллах, а качество приготовления рабочей жидкости – по отклонению концентрации жидкости от заданной (%) и по неравномерности перемешивания (%).

Качество работы самих опрыскивателей оценивают: по отклонению расхода жидкости от нормы,%; неравномерности поступления жидкости через распылители,%; отклонению от заданной скорости движения,%; отклонению от заданной ширины захвата, м.

*Охрана труда и окружающей среды* предусматривает комплекс мероприятий по безопасному использованию средств защиты растений. Соответствующие работы необходимо производить в строгом соответствии с утвержденными инструкциями. При работе с пестицидами строго соблюдают меры предосторожности, изложенные в «Санитарных правилах по хранению, транспортировке и применению пестицидов в сельском хозяйстве». Способы и порядок обезвреживания и уничтожения химических средств защиты растений определены «Инструкцией по сбору, под-

готовке и отправке пришедших в негодность и запрещенных к применению в сельском хозяйстве пестицидов и тары из-под них». Ответственность за строгое соблюдение всех правил и инструкций по безопасному применению средств защиты растений возлагают на руководителей соответствующих сельскохозяйственных предприятий.

**Уход за посевами зерновых культур и интегрированная система защиты растений.** Уход за посевами озимых начинают с осеннего боронования легкими или средними зубowymi боровами в фазе 3...4 листьев для уничтожения сорняков. Зимой для технологий А и Б [2, с. 179, 180] в южных районах лесостепной зоны проводят снегозадержание для сохранения растений от вымерзания. В течение зимы не менее 2 раз (зимой и до начала весенней вегетации) отбирают почвенно-растительные монолиты размером 50×70 см и глубиной 15 см для определения сохранности растений во время перезимовки. Весной, если наблюдается вымирание растений, то при поспевании почвы вместо весеннего боронования посеvy прикапывают. Ранневесеннее боронование проводят для сохранения влаги в почве.

Защиту посевов от сорняков, болезней и вредителей проводят в весенне-летний период на основе прогноза появления вредителей и болезней. Для оценки фитосанитарной обстановки, выявления потенциальной опасности поражения растений и необходимости проведения защитных мероприятий проводят визуальное обследование посевов.

Интегрированная система защитных мероприятий включает: агротехнические мероприятия, направленные на повышение устойчивости растений и снижение популяции вредителей (система удобрений, возделывание устойчивых сортов, агротехнические способы борьбы с сорняками и вредителями) и применение пестицидов с учетом фактического

распространения и экономических порогов вредоносности болезней, вредителей и сорняков.

Экономический порог вредоносности – плотность популяции вредителя или степень повреждения растений, при которых может быть причинен экономически ощутимый вред урожаю. Экономически ощутимым вредом в сельскохозяйственной практике принято считать потери 3...5% урожая.

Для химического уничтожения сорняков применяют гербициды. При возделывании озимых зерновых после чистого пара (технологии А, Б) [2, с.179, 180] в фазе кущения посевы опрыскивают аминной солью 2,4Д (40%) – 2 кг/га. При этом расход воды составит 300 л/га. По непаровым предшественникам (технологии Б, В) гербициды вносят осенью в ходе предпосевной обработки во влажную почву, а при возделывании зерновых по технологии В [2, с. 180] – весной.

Почвенные гербициды вносят только штанговыми опрыскивателями по выровненной почве в тихую погоду. При этом следят, чтобы препараты не попадали на другие культуры.

Основные болезни, поражающие зерновые культуры, возможные потери урожая и экономический порог поражения приведены в работе [2, табл. 10.4].

Вредители зерновых культур и фазы, при которых происходит наибольшее поражение, требующее химической обработки, также приведены в работе [2, табл. 10.5]. Растения от болезней кроме операций по протравливанию семян защищают опрыскиванием, например хлорофосом (80%) – 1 кг/га с учетом порога вредоносности.

Для проведения работ по химической защите растений используют технологический адаптер Р-АТ-3. Он включает следующие технологические процессы: наблюдение,

определение ЭПВ, обработку семенного материала, внесение гербицидов, инсектицидов, фунгицидов, БАБ (биологически активных веществ), биологические методы защиты растений.

**Протравливание семян** включает следующие операции; приготовление рабочей жидкости; подачу семян в камеру протравливания; протравливание; выгрузку в отсек хранилища или затаривание. Расход рабочей жидкости до 10 л/т, полнота протравливания 100...200%. Для протравливания применяют протравливатели ПСШ-5, ПС-10А или КПС-10. При инкрустировании семян для их смачивания и лучшего прилипания пестицидов используют жидкие полимеры.

**Полнообъёмное опрыскивание** сельскохозяйственных культур включает: приготовление рабочей жидкости; транспортировку и заправку опрыскивателей и опрыскивание. Обработку проводят водными растворами, эмульсиями или инсектицидами, гербицидами, фунгицидами и биопрепаратами. Расход рабочей жидкости: гербицидов, инсектицидов – 200...300 л/га, а фунгицидов – 300...400 л/га. Для приготовления рабочей жидкости и транспортировки применяют машины типа АПЖ-12 или ЗЖВ-3,2.

Приготавливают раствор вблизи обрабатываемых участков на определенном в соответствии с санитарными нормами расстоянии от жилых и животноводческих помещений. Агрегат для приготовления рабочей жидкости АПЖ-12 забирает воду и препараты, смешивает их и выкачивает рабочую жидкость. Привод от ВОМ трактора или от электродвигателя. Производительность не менее 600 л/мин. Неравномерность концентрации не более 5%. Для транспортировки и заправки опрыскивателей рекомендуют использовать заправщик ЗЖВ-3,2, имеющий бак вместимостью 3200 л. Он работает с трактором класса 1,4 или 0,9.

Опрыскивание проводят в утренние, вечерние или ночные часы при скорости ветра до 3 м/с. Неравномерность расхода жидкости через распылители – не более 5 %, густота покрытия листовой поверхности каплями не менее 70 на 1 см<sup>2</sup>, медианно-массовый диаметр капель 200...300 мкм. Применяют распылители щелевого типа РЩ 110–1,6; РЩ 110–2,5; опрыскиватели типа ОП-2000–2–01, ОМ-630–2, ОПШ-15–01 или ПОМ-630.

Для *малообъемного опрыскивания* служат те же агрегаты, но с меньшим расходом рабочей жидкости, л/га: гербицидов, инсектицидов – 50...100, фунгицидов – 150...200. При этом густота покрытия листовой поверхности каплями не менее 30 на 1 см<sup>2</sup> и медианно-массовый размер капель 150...350 мкм. Для этого применяют распылители РЩ 110–0,6; РЩ 110–1,0 или РЩ 110–1,6.

**Ультрамалообъемные опрыскиватели (УМО)** имеют расход жидкости 1...20 л/га и густоту покрытия поверхности листьев не менее 20 на 1 см<sup>2</sup>, размер капель 60...150 мкм. При этом используют дисковые или пневматические распылители и препараты, не разбавляемые водой.

**Уход за посевами кукурузы, система защиты растений.** Борьбу с вредителями и болезнями растений, а также с сорняками начинают с подготовки почвы, семян и посева и продолжают в процессе ухода за посевами. Как указывалось ранее, семена кукурузы перед посевом протравливают против вредителей и болезней. До посева почву опрыскивают высокоэффективными гербицидами для уничтожения сорняков. Гербициды заделывают в почву в течение 10...15 мин с момента начала опрыскивания. Для этого используют одновременно опрыскиватель и культиватор или комбинированный агрегат – опрыскиватель-культиватор.

Посевы кукурузы на 4...5-й день боронуют поперек рядков легкими или средними боронами для разрушения

почвенной корки и уничтожения прорастающих сорняков. Аналогичное боронование проводят в фазе 2...3 листьев. Последующие мероприятия по уходу предусматривают междурядные культивации в сочетании с подкормками минеральными удобрениями культиваторами-растениепитателями КРН-5,6 при восьмирядных посевах и КРН-4,2 – при шестирядных. Культиваторы агрегируют с тракторами типа МТЗ-80/82.

Первую междурядную культивацию проводят в фазе образования 4-го листа на глубину до 10 см, а затем вторую и, если необходимо, третью на глубину 6...7 см. В фазе 3...5 листьев, если требуется, посевы обрабатывают гербицидами в сухую безветренную погоду при температуре воздуха 14...22 °С. Более ранняя обработка гербицидами может повредить растения и, как следствие, снизить урожайность. Отмечено, что если растения кукурузы защитить от сорняков в течение первых 30 суток, то последующее их появление практически не влияет на урожайность.

Важнейшее мероприятие по уходу за посевами кукурузы в засушливых районах – орошение. Первый полив проводят в фазу 5...7 листьев при температуре воздуха 15 °С, второй – в начале вымётывания метелки, третий – в фазе цветения. Для орошения кукурузы применяют среднеструйные широкозахватные машины «Фрегат» и «Днепр», а также короткоструйный агрегат ДДА-100МА.

**Особенности ухода за посевами трав.** Одна из первых операций по уходу за *однолетними травами* – боронование с целью рыхления почвы и уничтожения проросших сорняков.

Затем проводят боронование по всходам в фазе 2...3 настоящих листьев легкими и сетчатыми боронами во вторую половину суток, когда растения менее ломки. Для борьбы с однолетними сорняками используют гербициды. В частности, сразу после посева вносят прометрин в дозе

2,5...3 кг/га. При обработке смешанных посевов вики с ячменем или овсом дозу гербицида снижают до 1...1,5 кг/га на легких и до 1,5...2 кг/га на тяжелых суглинистых и серых лесных почвах. Если необходимо, то посевы опрыскивают против вредителей и болезней.

Уход за посевами *многолетних трав* заключается в рыхлении почвенной корки ротационными мотыгами и кольчатыми катками до появления всходов.

Важная операция – своевременная уборка покровной культуры, чтобы создать благоприятные условия для развития трав до ухода под зиму. Оптимальной считают высоту среза покровной культуры 15...20 см.

Весной стерню покровной культуры удаляют путем боронования и сгребания. Весеннее боронование проводят для заделки удобрений, рыхления верхнего слоя почвы и уничтожения сорняков. Возможно также скашивание сорняков весной без подкашивания стеблей отрастающих многолетних трав.

В условиях недостатка влаги важнейшая операция ухода за посевами – орошение, позволяющее получать сочный зеленый корм в течение всего вегетационного периода. Полив обычно проводят после первого скашивания.

## **Лекция 8. ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**Созревание и характеристика убираемых культур.** Процесс формирования зерна имеет три характерные фазы: формирование зерна – 10...12 дней от начала цветения и оплодотворения; налив зерна – 12...18 дней от начала молочной спелости; созревание зерна – 10...20 дней от начала молочно-восковой спелости до полного созревания зерна. Спелое зерно имеет влажность 14...20%. При перестое

хлебов на корню или длительной лежке в валках влажность зерна снижается до 8...7%, оно становится хрупким и легко дробится. Переспелое зерно теряет товарные, биологические и хлебопекарные качества, самоосыпается, а при дождливой погоде начинает прорастать.

Каждая сельскохозяйственная культура имеет свои особенности генеративного периода. Неравномерность и растянутость созревания различных культур обусловлены недружным появлением всходов, нарушением правил и агротехнических требований, операций по уходу за растениями, неблагоприятными погодными условиями. Созревание убираемых культур оценивают в каждую фазу спелости по 70...75%-й выборке зерен.

Оценивают спелость органолептическим способом. Для этого по диагонали поля отбирают не менее 100 стеблей. Вручную обмолачивают, перетирая колосья в ладонях. Затем крестообразным делением выделяют 150...200 зерен и, не выбирая, отделяют 100 зерен. По этой выборке устанавливают соотношение фаз между собой и преобладающую фазу развития стеблестоя на данном поле. Момент готовности хлебов к раздельной уборке или прямому комбайнированию характеризуется содержанием 70...75% зерен в фазе восковой или начале полной спелости. Момент уборки должен быть обоснован с биологической и хозяйственной точек зрения.

Легкообмолачиваемые культуры: овес, горох, озимая рожь – требуют быстрой (в течение 3...5 дней) уборки. Для средне- и труднообмолачиваемых культур сроки уборки могут быть увеличены до 8...10 суток. Затягивание сроков уборки способствует существенному увеличению потерь зерна от осыпания.

Для выбора режимов работы и регулировки уборочной техники важно оценить общее состояние стеблестоя. Каждый вид состояния хлебов оценивают количественно.



Общую влажность хлебной массы считают повышенной, если зерно имеет влажность более 20%, стебли – 25, а сорняки – 50%. Засоренность хлебной массы оценивают по степени засоренности: начальная – 6...15%, средняя – 16...25, повышенная – 26...50 и преобладающая – более 50%.

Полеглость и пониклость снижают высоту стеблестоя, в результате чего стебли перепутываются, что при уборке приводит к неравномерной загрузке жаток комбайнов.

При повышенной влажности, засоренности и полеглости хлебов производительность уборочных машин резко снижается по сравнению с нормальными условиями. Норму выработки корректируют с учётом поправочных коэффициентов [2, табл. 10.6–10.8].

Стеблестой считают изреженным при наличии на 1 м<sup>2</sup> поля менее 280 стеблей, низкорослым – при длине стебля менее 0,5 м, а длинносоломистым – при длине стебля более 1,2 м.

**Агротехнические требования к уборке.** Определяют их потерями урожая и его качеством. Нормальная высота среза зерновых культур 15...18 см, для высокостебельных и густых хлебов – 18...25 см. При уборке полеглых хлебов высоту среза уменьшают до 10...12 см. Для хлебов с нормальной высотой и густотой стеблей, но имеющих подсев многолетних трав, высота среза соответствует высоте подсева. Отклонение высоты среза от заданной не более  $\pm 1$  см.

При скашивании зерновых в валки стерня должна хорошо поддерживать срезанную массу для обеспечения ее просыхания и проветривания. Оптимальная толщина валака для юга России – 20...25 см и 10...18 см – для остальных районов. Стебли в валках укладывают параллельно линии движения жатки под небольшим (10...30°) углом к ней. Наклон стеблей должен обеспечивать стекание воды от колоса к корню. Хорошо уложенный валок обеспечит равномерное поступление массы колосьями вперед. При

объезде препятствий валок укладывают не далее 1,5 м от необработанной части поля. Потери зерна за жаткой (свободным зерном и в колосе) на скашивании хлебов не должны превышать 1 %, а при скашивании полёглых хлебов – 1,5 %. Потери зерна за подборщиком не более 0,5 %, а за молотилкой не более 1,5 %. Чистота зерна в бункере должна быть не менее 96 %, дробление семенного зерна не более 2 %. Потери соломы при уборке не более 5 %, загрязнение соломы землей не более 2 %.

**Основные технологии уборки.** Эффективность уборки определяется способом уборки, выбора и подготовки техники, подготовки полей, организации уборочных работ и уровнем профессиональной подготовки, заинтересованностью исполнителей. Поток убираемого зерна по схеме «поле – ток – элеватор» снижает транспортные расходы и простои техники. При этом фуражное зерно и кормовые отходы остаются в хозяйствах. Уборку проводят прямым комбайнированием или раздельным (двухфазным) способом.

**Раздельное комбайнирование.** Применяют на 55...60 % площади зерновых. При раздельном (двухфазном) способе хлебную массу вначале скашивают и укладывают в ориентированный валок рядковыми жатками, а затем подбирают и обмолачивают валки зерноуборочными комбайнами, оборудованными подборщиками. Площадь для скашивания стеблестоя в валки должна быть такой, чтобы уложенные на стерню валки были подобраны и обмолочены до начала прямого комбайнирования.

Оптимальный срок начала скашивания хлебов в валки для озимой пшеницы и ячменя – начало восковой спелости, яровой пшеницы и ячменя – середина, а озимой ржи и овса – конец восковой спелости. Оптимальная продолжительность скашивания хлебной массы в валки составляет 3...5 дней для всех культур во всех зонах страны. Скашивание в вал-

ки начинают в середине фазы восковой спелости зерна при влажности 25...35 %.

Раздельным способом убирают засоренные, неравномерно созревающие участки, легкоосыпающиеся культуры (озимый ячмень, вику, фасоль и чечевицу, чину и др.). Только раздельным способом убирают поля, подверженные опасности поражения клопом-черепашкой.

В валках зерно дозревает за счет оттока пластических веществ из стеблей. Обмолот валков начинают при полной спелости хлебной массы, которая наступает через 3...6 дней после скашивания. Оптимальный срок уборки раздельным способом ограничен и составляет 6...8 дней в зависимости от зоны и погодных условий.

При неблагоприятных погодных условиях формируют более тонкий валок за счет уменьшения ширины захвата жатки или увеличивают ширину валка. Это улучшает созревание зерна и ускоряет просыхание хлебной массы.

Направление движения уборочного агрегата выбирают таким, чтобы хлебная масса поступала колосом вперед.

**Прямое комбайнирование.** Его осуществляют зерноуборочным комбайном, оборудованным фронтальным хедером. В процессе работы агрегат скашивает хлебную массу, обмолачивает ее и выделяет зерно. При этом зерно поступает в бункер-накопитель, а незерновая часть урожая в зависимости от принятой технологии – в копнитель, укладывается или измельчается и разбрасывается по полю.

Прямое комбайнирование эффективно при уборке равномерно созревших посевов, полей с подсевом трав. Уборку начинают в фазе полной спелости 70...75 % зерен. Различают выборочное и сплошное комбайнирование. Выборочную уборку проводят на раньше поспевающих участках. Это позволяет раньше на 3...5 суток начинать уборочные работы, что снижает напряженность уборочного периода и умень-

шает потери зерна от осыпания. По мере созревания хлебной массы переходят на сплошное комбайнирование низкорослых, изреженных и неполёглых культур, а также в том случае, если скашивание стеблестоя в валки недопустимо.

Для скашивания хлебной массы жатки комбайна оборудуют торпедными делителями. При уборке длинностебельных культур, ячменя, овса на жатку устанавливают центральные стеблеотводы без наружных делителей. В зависимости от состояния хлебостоя применяют другие различные приспособления, улучшающие качество работы комбайна. Особое внимание уделяют обеспечению качества копирования рельефа поля жаткой комбайна. Оптимальный скоростной режим на прямом комбайнировании 3...5 км/ч.

Сочетание раздельной уборки и прямого комбайнирования позволяет снизить общие потери урожая, сократить сроки уборки, повысить производительность агрегатов и качество зерна.

**Уборка незерновой части урожая.** Это одна из наиболее трудоемких и дорогостоящих производственных операций. Затраты труда и денежных средств на уборку соломы и половы в 2...3 раза больше, чем на уборку зерна. Для уборки соломы на практике используют *копенную, поточную* или *валковую* технологии.

Для уборки незерновой части урожая (соломы, половы) применяют различные технологии. В этом случае комбайн комплектуют в зависимости от способа уборки незерновой части. Для *копённой технологии* комбайн оборудуют копнителем, который собирает солому и полове и по мере заполнения выгружает копны в поле. Копны собирают толкающей волокушей ВНК-11 в стожок либо стягивают тросовой волокушей ВТУ-10 в агрегате с двумя тракторами к месту скирдования. Скирдуют копны погрузчиками ПФ-0,5 в агрегате с трактором класса 1,4. В зонах повышенного увлажнения с малыми размерами полей для уборки копен применяют на-

весные копновозы типа КНУ-11 и КУН-10, которые свозят копны на край поля и укладывают их в основание скирды. Затем копны оформляют погрузчиком ПФ-0,5.

Копённая технология отличается небольшими затратами труда и средств на уборку соломы. Однако указанная технология имеет и существенные недостатки. Применение копнителers на 10...12% снижает сменную производительность комбайна и на 30...40% увеличивает потери зерна при заполнении копнителя комбайна на 75...100%. Неудобная форма копен и их небольшая масса, разбросанность по полю усложняют проведение работ. Кроме этого, из-за больших потерь соломы затягиваются сроки и затрудняется обработка полей под урожай будущего года, что приводит к снижению урожайности.

Более эффективная технология для уборки незерновой части – *поточная*. Для ее выполнения комбайн СК-5 «Нива» оборудуют приспособлением ПУН-5, СК-6, «Колос» – приспособлением 65–136. Это позволяет подавать незерновую часть в сменные тракторные тележки 2ПТС-4887А. При удаленности полей от ферм не более 3 км убранную массу отвозят к фермам и укладывают в скирды. При большем расстоянии перевозки тележку используют как копнитель большой емкости.

Эффективна *раздельная технология* уборки половы и соломы. Для этого полову собирают в прицеп и отвозят к половохранилищу, а солому укладывают в *валок* за комбайном. Валки убирают с использованием пресс-подборщиков. Если нет острой необходимости в соломе для хозяйственных нужд, ее измельчают и равномерно разбрасывают по поверхности поля. Затем разбросанную солому и стерню запахивают. Этот агротехнический прием улучшает структуру почвы и способствует накоплению гумуса, что сказывается на увеличении урожайности последующих культур.

**Зональные особенности уборки зерновых.** По природно-климатическим особенностям возделывания и уборки зерновых выделяют три зоны: Нечерноземная, Южно-Степная и Урало-Сибирская.

*Нечерноземная зона* отличается более сложными условиями. Вероятность благоприятных погодных условий во время уборки колеблется от 20...30% в северной части зоны и 40...60% в центральной части. Большое количество осадков, высокая относительная влажность воздуха и низкие температуры обуславливают малую вероятность кондиционной влажности зерна. Около 50...70% валового сбора зерна требует сушки. Неблагоприятные производственные условия (сложный рельеф, малая длина гона и сложная конфигурация полей) приводят к снижению суточной и сезонной выработки зерноуборочных комбайнов.

*Южно-Степная зона* более благоприятна для возделывания зерновых. Вероятность благоприятных погодных условий колеблется от 60...80% для Поволжского и Центрально-Черноземного районов до 80...90% для Северо-Кавказского района. Влажность зерна в период уборки в этих районах находится в пределах 8...20%. Сушка зерна требуется только для 30...40% валового сбора.

Для *Урало-Сибирской зоны* вероятность благоприятных условий 40...60%. В неблагоприятные по погодным условиям годы созревание зерновых затягивается и иногда не успевает закончиться до наступления осенних заморозков. Вероятность кондиционной влажности зерна в Сибири не превышает 0,35, на Южном Урале – 0,65, при этом влажность зерна в Сибири до 30%, на Урале – 22%. Высокая влажность соломы (до 60%) ухудшает обмолот и сепарацию зерна. Невысокая урожайность (в среднем до 1,2 т/га) способствует недогрузке комбайнов. Возможная длительность уборочного сезона составляет около 40 дней. Общая про-

должительность уборочного периода в благоприятные годы на подборе и обмолоте валков 16...25 дней, а в неблагоприятные годы – 8...12 дней. В зоне предпочтительней использовать прямое комбайнирование, а раздельный способ применять в благоприятные годы.

Зональные условия уборки необходимо учитывать для правильного выбора класса и типа комбайна, ширины захвата жатки и хедера. В районах с высокими урожаями и благоприятными условиями уборки пропускная способность комбайна может быть реализована полностью за счет варьирования ширины захвата жатки 6...8 м и скорости движения 2...8 км/ч. Для этих зон перспективны комбайны с пропускной способностью 8...9 и 10... 12 кг/с.

В Поволжье, Западной Сибири, на Южном Урале при урожайности зерна 1,5 т/га пропускная способность комбайна может быть полностью реализована при ширине захвата жатки до 10...12 м и скорости комбайна до 6 м/ч. Для этих зон более экономичны комбайны класса 6...6,5 и частично 8...9 кг/с.

В нечерноземной зоне и других регионах со сложными условиями уборки реализация пропускной способности сдерживается из-за ограничения скорости движения 2,5...4 км/ч и ширины захвата 4...6 м, а также по условиям агрофона (малые размеры полей, неровный рельеф, полёглость, повышенная засоренность). Из-за низкой несущей способности почвы более предпочтительны самоходные комбайны с малой массой и прицепные комбайны.

**Выбор и подготовка агрегатов.** Для скашивания хлебной массы в валки используют специально разработанные валковые жатки, навешиваемые на зерноуборочный комбайн или самоходную машину КПС-5Г или, в прицепном варианте, агрегатируемые с трактором класса 1,4. Типоразмер жаток обеспечивает полную загрузку комбайна в различных зонах с учетом урожайности хлебов. Для *Южного* и *Центрально-Черноземного* районов с урожайностью хле-

бов до 4,0 т/га рекомендуют жатки с шириной захвата 6 м. Для регионов *Поволжья*, целинных районов *Сибири* с урожайностью менее 2,0 т/га предпочтительны сдваивающие и широкозахватные жатки. Технические характеристики жаток приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

**Технические характеристики жаток**

Марки жаток	Ширина захвата, м	Рабочая скорость (не более), км/ч	Энергетическое средство	Производительность, га/ч
Зерновые ЖВН-6А	6,0	8	Зерноуборочный комбайн, самоходная косилка КПС-5Г	4
ЖНС-6–12 (сдваивающая)	6,0	8	Комбайн	4
ЖШН-6 (широковалковая)	6,0	10	Комбайн	4
ЖВР-10	10,0	7	Комбайн, косилка КПС-5Г	6,7
ЖВС-6	6,0	12	Трактор класса 1,4	5,0
Зернобобовые ЖРБ-4,2А	4,2	7	Комбайн, косилка КПС-5Г	1,2
Рисовые ЖРК-5	5,0	7	Комбайн	3,0
ЖНУ-4	4,0	6	Гусеничный трактор класса 3	1,6

Малоурожайный, низкорослый или разреженный стеблестой убирают способом «валок на валок», а хлебную массу средней урожайности – способом «валок к валку». Высокоурожайные длинностебельные культуры убирают способом укладки скошенной массы в один валок через левое выбросное окно. При этом жатка работает челночным



или загонным способом. Формировать вдвоенные валки позволяет и широкозахватная жатка ЖВР-10.

Выбирают жатвенный агрегат в зависимости от урожайности и пропускной способности молотилки зерноуборочного комбайна [1, формулы (9.31), (9.32)], [2, с.200].

Зерновые жатки ЖВН-6А, ЖНС-6–12, ЖШН-6, ЖВР-10, зернобобовые ЖБР-4,2А навешивают на самоходные зерноуборочные комбайны, а отдельные модификации этих жаток – на самоходную косилку КПС-5Г. Жатку рисовую ЖНУ-4 навешивают фронтально на гусеничный трактор класса 3, а жатки ЖРС-4,9А, ЖВС-6 и ЖВП-6 агрегатируют с колесным трактором класса 1,4. Жатка ЖНС-6–12 формирует одинарный или вдвоенный валок по схеме «валок на валок» или «валок к валку».

Краткая техническая характеристика основных моделей зерноуборочных комбайнов приведена в табл. 8.2.

Таблица 8.2

**Техническая характеристика зерноуборочных комбайнов**

Марка комбайна	Пропускная способность $q_{п.н}$ , кг/с	Мощность $N_e$ , кВт	Вместимость бункера, м <sup>3</sup>	Масса $m_k$ , т	Ширина захвата жатки $B_k$ , м
КЗС-3	3,0...3,5	57,4	2,5	5,8	3,2; 4,1
«Енисей-900»	3,0...3,5	59,0	2,5	6,25	3,2
«Енисей-950»	6,5...7,0	136,0	5,0	10,5	5,0; 6,0; 7,0
«Енисей-1200-1М»	6,0...6,6	106,0	4,5	9,0	5,0; 6,0
СК-5М «Нива»	5,0...5,5	103,0	3,0	8,1	4,1; 5,0; 6,0
«Дон-1200»	6,0...7,0	118,0	6,0	11,9	6,0; 7,0; 8,6
«Дон-1500А»	8,0...9,0	162,0	6,0	12,9	6,0; 7,0; 8,6
«Дон-2600»	9,0...10,0	204,0	6,0	14,8	6,0; 7,0; 8,6
СК-10 «Ротор»	10,0...12,0	184,0	6,0	14,3	6,0; 7,0; 8,6

Уборочные работы проводят с соблюдением «Правил по охране труда при производстве продукции растениеводства» ПОТРО-97300–01–95.

## Лекция 9. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ

**Агротехнические особенности заготовки силоса и сенажа.** Силосование – способ консервирования кормов, позволяющий сохранить их исходные свойства с наименьшими потерями. Сохранность *силоса* обеспечивается путем тщательной его изоляции от воздуха и консервирования молочной кислотой, образующейся в результате жизнедеятельности молочно-кислых бактерий.

Для образования молочной кислоты бактерии используют сахар, содержащийся в силосуемой массе, соответственно силосуемость сельскохозяйственных культур определяется содержанием сахара в измельченной массе.

Оптимальная влажность силосуемой массы 60...70%, при такой влажности теряется наименьшее (5... 10%) количество питательных веществ.

Качество силоса зависит от степени измельчения растений с учетом влажности силосуемой массы. Рекомендуют следующие сочетания влажности и длины частиц силосуемой массы: 65% и менее – 2...3 см; 70...75% – 4...5 см; 80% – 8...10 см; кукуруза в молочно-восковой спелости – 3...4 см.

Для исключения поступления воздуха в силосную массу необходимо ежедневно увеличивать толщину уплотненной силосной массы в траншеях на 80 см, а в башнях – на 2 м. Траншеи глубиной 2,5 и 3,5 м следует заполнять соответственно не более чем за три и пять дней, а башни – до пяти дней. Траншеи заполняют уплотненной массой на 1...1,5 м выше краев, герметично укрывают полиэтиленовой пленкой, которую прижимают к силосной массе землей, опилками, торфом или соломой.

При использовании химических консервантов потери питательных веществ уменьшаются в 2...3 раза по сравнению

с обычным силосованием. Такой силос рекомендуется скормить животным не ранее двух месяцев после закладки.

Общепризнанным показателем хорошего качества силоса является содержание в нем свободных кислот в пределах 2%, из которых 50...70% приходится на молочную кислоту и 30% – на уксусную при полном отсутствии масляной кислоты.

**Сенаж** представляет собой консервированный корм из трав, хранящийся в анаэробных (без доступа воздуха) условиях при оптимальной влажности массы 45...55%. Сенаж по кормовым качествам близок к зеленой траве и при хорошем качестве может заменить сено, солому, а также силос.

Процесс заготовки сенажа состоит из следующих последовательно выполняемых операций: скашивание трав; плющение бобовых и бобово-злаковых трав; провяливание; подбор, измельчение и погрузка в транспортные средства; перевозка и загрузка в хранилище; трамбовка; укрытие.

Самый высококачественный сенаж получают из многолетних трав, включая клевер, люцерну и их смеси со злаковыми, а также из однолетних сеяных трав.

Готовность травяной массы для сенажирования определяют с учетом того, что при средней влажности 55...60% стебли и листья мягкие, не обламываются и не крошатся. При этом сок из сжатой в руке массы не выделяется.

В измельченной сенажируемой массе количество частиц длиной 3 см должно составлять не менее 80%. Сенажные башни или траншеи должны быть заполнены за 3...5 дней с ежедневной укладкой утрамбованного слоя толщиной не менее 0,7 м.

Рекомендуются сенажные траншеи вместимостью 500...600 т уплотненной массы с размерами, м: длина – 35...40, ширина – 8...10, глубина – 2,5...3. Качество уплотнения сенажа определяют по температуре, которая не должна превышать 37 °С. Связано такое требование с тем,

что при превышении этой температуры на каждые 5 °С переваримость протеина в сенаже уменьшается на 9%.

После заполнения траншеи уплотненную массу закрывают слоем свежескошенной травы толщиной 30...50 см и трамбуют так, чтобы в центре траншеи образовалось некоторое превышение. Затем траншею плотно закрывают склеенной в полотнище полиэтиленовой пленкой, края которой тщательно заправляют. Траншею после этого укрывают тюками соломы.

Приготовленный по описанной технологии сенаж готов к скармливанию животным через 10... 15 дней после закладки.

**Организация уборочно-транспортного процесса заготовки силоса и сенажа.** При заготовке *силоса* необходимо соблюдать ряд агротехнических требований: уборка силосных культур в оптимальные для силосования сроки с учетом влажности и содержания питательных веществ; обеспечение необходимых, указанных выше, сочетаний длины резки и влажности убираемой культуры; высота среза тонкостебельных растений 5...6 см, а толстостебельных – 8... 10 см; продолжительность уборки силосных культур, посеянных одновременно, не более 10 дней; общие потери зеленой массы при уборке и перевозке не более 3 % урожая; закладка силосуемой массы в одно хранилище без перерывов не более 3...4 дней.

Для уборки силосных культур предназначены следующие типы машин и агрегатов:

– прицепной силосоуборочный комбайн КС-1,8 «Вихрь» с шириной захвата 1,8 м, агрегатируется с тракторами типа МТЗ-80/82 и ДТ-75М; прицепной силосоуборочный комбайн скоростной КСС-2,6А с шириной захвата 2,6 м, агрегатируется также с тракторами МТЗ-80/82, ДТ-75М и Т-150К;

– прицепной кормоуборочный комбайн КПИ-2,4 с жатками разной ширины захвата (1,4; 1,8; 2,4 м), агрегатируется с тракторами типа МТЗ-80/82 и МТЗ-100/102; прицепная

жатка двухручьева для уборки кукурузы ЖКР-Ф-2, агрегируется с теми же тракторами типа МТЗ;

- самоходный кормоуборочный комбайн КСК-100А с шириной захвата жатки для трав 4,2 м и 3,4 м – для кукурузы;

- самоходный кормоуборочный комплекс «Полесье» с шириной захвата жатки для трав 3,4 м и 3 м – для грубостебельных культур;

- самоходный кормоуборочный комбайн Е-281-С (изготовитель – Германия) с шириной захвата жатки 4,27 м для низкостебельных культур и 2,78 м – для высокостебельных культур; самоходный кормоуборочный комбайн Е-282 (изготовитель – Германия) с шириной захвата жатки 4,2 и 5,2 м для скашивания трав и 3,6 м – для высокостебельных культур.

Для уплотнения силосной массы в траншеях рекомендуют гусеничные тракторы типа ДТ-75М и Т-150. Настраивают указанные агрегаты на соответствующий режим работы на основании имеющихся инструкций и рекомендаций.

Для перевозки силосной массы от уборочных агрегатов к местам силосования наиболее часто используют тракторные прицепы типа 2ПТС-4–887, ПСЕ-12,5, агрегируемые с тракторами типа МТЗ-80/82, а также автомобили-самосвалы ГАЗ-САЗ-53Б и ЗИЛ-ММЗ-554М.

*Подготовка поля и организация работы агрегатов* предусматривают разбивку поля на загоны в соответствии с выбранным способом движения и обеспечение взаимосвязанной эффективной работы уборочных агрегатов, транспортных средств и средств для закладки измельченной массы в траншеи.

Для уборки широкорядных силосных культур типа кукурузы и других культур при правильной конфигурации полей рекомендуют способ движения вразвал (см. рис. 3.1, в), а при сложной конфигурации полей – круговой (см. рис. 3.1, ж) способ движения. Методы подготовки полей аналогичны ранее описанным при уборке кукурузы на зерно, включая

обкосы, разделение загонов прокосами и прокладку разгрузочных и транспортных магистралей.

При организации работы агрегатов предварительно рассчитывают общее требуемое число уборочных агрегатов, транспортных средств, а также уплотнителей силосной массы по формулам (3.1) ... (3.4), (5.3) с учетом установленных календарных сроков уборки.

Оптимальные составы УТК для наиболее распространенных силосоуборочных и транспортных средств приведены в работе [2, табл. 15.1].

Требуемое число гусеничных тракторов типа ДТ-75М или Т-150 для уплотнения силосной массы зависит от общей сменной производительности  $W_{\text{см.о}}$  группы силосоуборочных агрегатов:  $W_{\text{см.о}} = 250 \text{ т, } n_{\text{т}} = 2$ ;  $W_{\text{см.о}} = 500 \text{ т, } n_{\text{т}} = 4$ ;  $W_{\text{см.о}} = 750 \text{ т, } n_{\text{т}} = 6$ ;  $W_{\text{см.о}} = 1000 \text{ т, } n_{\text{т}} = 8$ .

*Качество работы силосоуборочных агрегатов* оценивают в баллах по следующим показателям: высота среза; потери листостебельной массы,%; степень измельчения частиц до заданной длины,%. Всю работу бракуют, если потери превышают 10% урожая.

*Качество закладки силосуемой массы* в хранилище оценивают по продолжительности закладки в днях и по плотности ( $\text{т/м}^3$ ). Хорошая плотность – более  $0,6 \text{ т/м}^3$ .

*Охрана труда* предусматривает обеспечение безопасной работы людей и агрегатов на всех стадиях уборки, включая уборочные агрегаты, транспортные средства и агрегаты, участвующие в закладке измельченной массы в силосохранилище.

При заготовке *сенажа* необходимо соблюдать следующие агротехнические требования: оптимальные сроки скашивания трав по фазе развития растений и по продолжительности до 10 дней; высота среза 4...5 см – на естественных степных сенокосах, 5...6 см – на заливных лугах, занятых однолетними и многолетними травами; 6...7 см – отавы; пол-

нота плющения бобовых трав и бобово-злаковых смесей не менее 90%; длительность проявливания в различных зонах 2...48 ч; влажность травы в конце периода проявливания до 60...70% в прокосах, до 55...60% – в валках; плотность валка 4...5 кг/м при умеренном климате, 6...7 кг/м – в южных районах; подбор валков при влажности до 55...60% в южных районах и до 50...55 – в остальных районах; измельченные частицы длиной до 20 мм должны составлять при закладке на хранение не менее 75% всей массы; потери при перегрузке массы до 1%; продолжительность закладки измельченной массы в траншеи до 4 дней, а в сенажные башни – до 3...4 дней без перерывов; при перерыве более 10 ч хранилище временно герметизируют; температура внутреннего слоя при заполнении траншеи не более 37 °С; плотность массы после заполнения хранилища при влажности 50% 450...550 кг/м<sup>3</sup> – в траншее и 350...450 кг/м<sup>3</sup> – в башне.

В технологическом процессе заготовки сенажа участвуют агрегаты для скашивания, а также одновременного *скашивания и плющения* трав, агрегаты для сгребания в валки и подбора валков, измельчения и загрузки массы в транспортные средства, сами транспортные средства и агрегаты для закладки измельченной массы в хранилище и уплотнения.

Одновременному плющению при скашивании подвергают бобовые травы, наиболее распространенные из которых – клевер луговой и люцерна, а также бобово-злаковые смеси, например клевер луговой и тимофеевка.

Наиболее распространены следующие агрегаты:

- косилка однобрусная КС-2,1А с тракторами Т-25А и Т-40М/40АМ;
- косилка ротационная однобрусная КРН-2,1 с тракторами Т-40М/40АМ и МТЗ-80/82;
- косилка двухбрусная КД-Ф-4,0 (взамен КПД-4,0) с тракторами Т-40М/40АМ и МТЗ-80/82;

- косилка прицепная трехбрусная КП-Ф-6,0 или КТП-6,0 с трактором МТЗ-80/82;
- косилка-плющилка ротационная КПРН-3,0А с трактором МТЗ-80/82;
- косилка-плющилка самоходная КСП-5Б; косилка-плющилка самоходная Е-301 (Германия); грабли-ворошилка ГВР-6,0 с трактором МТЗ-80/80М;
- грабли-валкообразователи ГВК-6,0Г с трактором МТЗ-80/82;
- грабли-валкообразователи ГП-14Г с трактором МТЗ-80/82;
- валкооборачиватель к самоходной косилке-плющилке КПС-5Б;
- валкооборачиватель Е-318 к самоходной косилке-плющилке Е-301 (Германия);
- комбайн самоходный КСК-100А для подбора валков с измельчением;
- комбайн самоходный кормоуборочный Е-281С (Германия) для подбора валков с измельчением;
- комбайн прицепной кормоуборочный для подбора валков с измельчением КПКУ-75 с трактором Т-150К;
- косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик КУФ-1,8 с трактором МТЗ-80/82;
- тракторные прицепы типа 2ПТС-4-887А и ПСЕ-12,5 с тракторами МТЗ-80/82, а также автомобили-самосвалы типа ГАЗ-САЗ-53Б и ЗИЛ-ММЗ-554М для перевозки измельченной массы; сенажные башни типа БС-9,15 или траншеи.

Настраивают указанные агрегаты на требуемый режим работы в соответствии с имеющимися рекомендациями.

*Подготовка поля и организация работы агрегатов* в основном аналогичны таковым при уборке силосных культур. Основные способы движения агрегатов – вразвал (см. рис. 3.1, в) и круговой (см. рис. 3.1, ж). Расчет составов УТК выполняют по формулам (3.1) ... (3.4), (5.4) с учетом установленных календарных сроков уборки.



Рекомендуют следующее усредненное число  $n_{т.с}$  транспортных средств МТЗ-80+ПСЕ-12,5 для обслуживания одного самоходного кормоуборочного комбайна Е-281С в зависимости от расстояния перевозки  $L_r$ :  $L_r = 2$  км,  $n_{т.с} = 4$ ;  $L_r = 4$  км,  $n_{т.с} = 6$ ;  $L_r = 8$  км,  $n_{т.с} = 9$ ;  $L_r = 12$  км,  $n_{т.с} = 12$ .

При обслуживании этого же комбайна Е-281С автомобилем-самосвалом типа ГАЗ-САЗ-53Б рекомендуют следующие сочетания:  $L_r = 3 \dots 5$  км,  $n_{т.с} = 3$ ;  $L_r = 7$  км,  $n_{т.с} = 4$ ;  $L_r = 9 \dots 10$  км,  $n_{т.с} = 5$ ;  $L_r = 15$  км,  $n_{т.с} = 6$ ;  $L_r = 20$  км,  $n_{т.с} = 8$ . При двух комбайнах указанные значения  $n_{т.с}$  увеличивают в 1,85 раза, а при трех комбайнах – в 2,66 раза.

Для применения всех указанных данных по транспорту к самоходному комбайну КСК-100А их необходимо увеличить в 1,25 раза.

*Качество контролируют* при скашивании и плющении, ворошении и сгребании, при закладке измельченной массы в хранилище и в заключение оценивают качество сенажного корма. При скашивании проверяют высоту среза растений, которая не должна отклоняться от заданной более чем на 1 см. Степень плющения проверяют 2...3 раза за смену на ощупь. Качество ворошения и сгребания оценивают визуально и на ощупь, а равномерность валка – по массе 1 м взвешиванием. Допустимое отклонение  $\pm 0,5$  кг от заданного значения. Качество закладки в хранилище оценивают по температуре, измеряемой термометром, а также по герметичности. Качество сенажного корма проверяют за 10 дней до начала скармливания взятием проб из разных мест хранилища, определяя следующие показатели: содержание сухого протеина в сухом веществе трав, сырой клетчатки, наличие свободной и связанной масляной кислоты, запах и цвет сенажа. По значениям указанных показателей сенаж относят соответственно к первому, второму и третьему классам. Сенаж с неприятным запахом навоза или плесневелый бракуют.

*Охрана труда* предусматривает по аналогии с silosованием проведение мероприятий, обеспечивающих безопасность людей и агрегатов.

**Технология заготовки сена.** Основная задача заготовки сена и других видов кормов из трав заключается в сохранении наибольшего количества питательных веществ в заданных условиях.

Различают сено рассыпное, прессованное и измельченное. Высококачественное сено любого вида можно получить только при скашивании трав в оптимальные сроки: бобовых трав – при бутонизации – начале цветения; злаковых – при вымётывании метелки – начале цветения.

*Технология приготовления рассыпного сена* предусматривает последовательное выполнение следующих операций: кошение трав; ворошение бобовых и бобово-злаковых трав; ворошение злаковых; сгребание массы в валки при влажности 35...45%; сбор валков в копны при влажности 22...30%; сволакивание копен и погрузка в транспортные средства; перевозка копен к местам скирдования; скирдование. Масса и размеры скирды зависят от зональных условий. Например, в Нечерноземной зоне рекомендуют скирды массой 30...50 т с размерами, м: 4...4,5 – ширина у основания; 5,5...6,5 – высота; 15...20 – длина. При этом скирду располагают длинной стороной в направлении господствующих ветров. Для скашивания трав, плющения и сгребания в валки используют те же агрегаты, что и для приготовления сенажа.

Собирают валки в копны подборщиком-копнителем типа КУН-10, а грузят копны в транспортные средства погрузчиками ПФ-0,5.

*Технология заготовки прессованного сена* включает: скашивание; плющение бобовых и бобово-злаковых трав; ворошение, подбор валков с прессованием в тюки при влажности 22...24% в северных и 28...30% – в южных районах.

Если предполагается досушивание сена активным вентилированием, то при прессовании допускается влажность 30...35%. Подбирают и прессуют проявленную массу в обычные тюки пресс-подборщиками ППЛ-Ф-1,6М, агрегатируемыми с тракторами типа МТЗ-80/82 (плотность прессования 80...200 кг/м<sup>3</sup>, размеры тюка 0,5...1,0×0,5×0,36 м при массе 32...36 кг). С учетом конкретных условий используют и рулонный пресс-подборщик ПР-Ф-750, агрегатируемый с тракторами МТЗ-80/82 и Т-142. Масса рулона 450...750 кг при диаметре 1,8 м и длине 1,5 м, плотность прессования 120...200 кг/м<sup>3</sup>. Применяют также пресс-подборщик крупногабаритных тюков прямоугольной формы ПКТ-Ф-2,0, агрегатируемый с тракторами МТЗ-100/102 и Т-142. Масса тюка до 500 кг при плотности 70...150 кг/м<sup>3</sup>.

*Заготовка измельченного сена* отличается от заготовки рассыпного сена тем, что подбор валков осуществляют при влажности 35...40% с одновременным измельчением по аналогии с заготовкой сенажа теми же агрегатами, включая КСК-100А.

Измельченную массу перевозят к месту хранения кормораздатчиками, оборудованными оградительной сеткой. Хранят измельченное сено в сараях и в хранилищах башенного типа.

Из описанных трех технологий заготовки сена применяют тот, который больше отвечает местным требованиям надежного обеспечения животных высококачественным сеном с наименьшими затратами труда и средств.

При неблагоприятных условиях для досушивания сена до требуемой влажности используют активное вентилирование. Для надежного хранения сена необходимо поддержание влажности 17...18%.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зангиев А. А.* Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. – М.: Колос, 1996. – 320 с.

2. *Зангиев А. А.* Эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, А. В. Шпилько, А. Г. Левшин. – М.: КолосС, 2004. – 320 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Лекция 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА МТП. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ .....	5
Лекция 2. ТРАНСПОРТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	24
Лекция 3. ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	41
Лекция 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ.....	53
Лекция 5. ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ.....	65
Лекция 6. ТЕХНОЛОГИЯ ПОСЕВА И ПОСАДКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	77
Лекция 7. ТЕХНОЛОГИЯ УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	84
Лекция 8. ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР .....	95
Лекция 9. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ КОРМОВ .....	106
Библиографический список .....	116

Составитель  
Патрин Алексей Васильевич

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА**

Курс лекций

Редактор *Т. К. Коробкова*  
Компьютерная верстка *В. Н. Зенина*

Подписано в печать 9 апреля 2014 г. Формат  $60 \times 84^{1/16}$   
Объем 5,5 уч.-изд.л., 7,4 усл. печ. л.  
Тираж 100 экз. Изд. № 22. Заказ № 1055.

---

Отпечатано в Издательском центре «Золотой колос»  
Новосибирского государственного аграрного университета  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.  
Тел./факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru