

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца,  
Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина

***ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СПРАВОЧНОГО  
МАТЕРИАЛА ПРИ ОБОСНОВАНИИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В АПК***

*Учебное пособие*

Благовещенск  
Дальневосточный ГАУ  
2023

УДК 631.3  
ББК 39.34  
П69

**Рецензент** – *Сергей Николаевич Воякин, доктор технических наук,  
доцент, декан электроэнергетического факультета  
Дальневосточного государственного аграрного университета*

*Рекомендовано к печати методическим советом  
электроэнергетического факультета  
Дальневосточного государственного аграрного университета*

**Практическое применение справочного материала при обосновании  
использования средств механизации в АПК** : учебное пособие /  
П69 С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина ; Дальне-  
вост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2023. –  
121 [1] с.

ISBN 978-5-9642-0585-2

В учебном пособии обоснованы современные подходы к использованию справочного материала при обосновании средств механизации в АПК. Авторами собран справочный материал, наиболее востребованный при обосновании эффективности использования средств механизации в сельскохозяйственном производстве, что позволяет сократить затраты времени и трудоемкость расчетов при решении практических задач.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов и предназначено для обучающихся по инженерным направлениям бакалавриата, специалитета, магистратуры и аспирантуры.

УДК 631.3  
ББК 39.34

ISBN 978-5-9642-0585-2

© Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Кузнецов Е. Е.,  
Поликутина Е. С., 2023  
© ФГБОУ ВО Дальневосточный  
государственный аграрный университет, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1 Энергоносители, используемые в производстве продукции.....	6
1.1 Краткая характеристика наиболее используемых энергоносителей.....	6
1.2 Элементарный состав твердого и жидкого топлива.....	8
1.2.1 Краткий обзор твердого и жидкого топлива.....	8
1.2.2 Характеристика твердых и жидких видов топлива.....	9
1.2.3 Основные горючие компоненты горючей массы твердого и жидкого топлива.....	10
1.3 Газообразное топливо.....	11
1.3.1 Состав газообразного топлива.....	11
1.3.2 Состав сухого газового топлива.....	11
1.4 Влажность топлива.....	12
1.5 Зольность топлива.....	13
1.6 Теплота сгорания.....	14
2 Краткая характеристика мобильных энергетических средств.....	15
2.1 Классификация тракторов.....	15
2.2 Распределение энергетических средств по классам тяги.....	17
3 Средства механизации для основной обработки почвы.....	31
4 Оценка эффективности работы средств механизации.....	36
4.1 Оценка работы машинно-тракторных и транспортных агрегатов.....	36
4.2 Энергетические затраты на выполнение технологического процесса...	41
4.3 Прямые затраты энергии.....	42
4.4 Овеществленные затраты энергии.....	42
4.5 Энергозатраты живого труда.....	43
4.6 Энергоемкость средств механизации.....	43
4.7 Энергоемкость автомобилей.....	44

---

5	Примеры использования предлагаемого справочного материала .....	46
5.1	Практическая оценка работы котельного аппарата.....	46
5.2	Практическая оценка работы паросиловых установок с использованием $h-S$ диаграммы .....	49
5.3	Практическое определение теплотерь в окружающую среду .....	51
5.4	Практическое определение необходимого воздухообмена в животноводческом помещении .....	52
5.5	Подбор калорифера.....	53
5.6	Практическое использование $h-d$ диаграммы при сушке продуктов .....	55
5.7	Практическое определение эффективности использования новых или модернизированных средств механизации .....	56
5.7.1	Эффективность использования машинно-тракторных агрегатов.....	56
5.7.2	Эффективность использования транспортных средств .....	60
	Список рекомендуемой литературы.....	64
	Приложение А. Данные для расчета котельных агрегатов.....	65
	Приложение Б. Диаграмма $h-S$ .....	67
	Приложение В. Данные для расчета теплотерь .....	68
	Приложение Г. Данные для подбора калорифера.....	82
	Приложение Д. Диаграмма $h-d$ .....	83
	Приложение Е. Энергетические эквиваленты.....	84
	Приложение Ж. Данные для расчета энергоемкости энергетических средств и сельскохозяйственных машин .....	88
	Приложение И. Данные для расчета расхода топлива автомобилей .....	93
	Приложение К. Нормы амортизационных отчислений и энергоемкость автомобилей .....	102
	Приложение Л. Формирование шлейфа сельскохозяйственной техники .....	104

## **ВВЕДЕНИЕ**

Для успешного развития различных отраслей агропромышленного комплекса основополагающим фактором является конкурентоспособность полученной продукции, которая во многом зависит от вложенных в ее производство затрат. При этом значительная роль отводится подготовке будущих специалистов для агропромышленного комплекса, которые, обладая заложенными знаниями и компетенциями, смогут правильно рассчитать и оптимизировать производственные затраты предприятий. В настоящее время на рынке реализации продукции в более прерогативном положении находится то предприятие, которое сумеет добиться снижения себестоимости производства. Это возможно только в случае комплексного и верного подхода к правильному расчету и выбору технологии растениеводства, а также подбору шлейфа средств механизации при производстве выбранной продукции.

В настоящее время известно значительное количество справочных материалов, предоставляющих важную производственную информацию. Вместе с тем, она не всегда ориентирована на относительно невысокий научный уровень специалиста-производственника, что не позволяет осуществить ее качественное использование.

Предлагаемое учебное пособие предназначено для подготовки специалистов технических направлений инженерного профиля, ориентировано на практическую подготовку будущих специалистов производства при обосновании шлейфа и выбора средств механизации, направлено на расширение и закрепление соответствующих навыков и практических умений.

Авторами пособия решена задача создания курса практического использования имеющегося производственно-справочного материала, который позволит специалистам выбрать наиболее оптимальный вариант сочетания современных технологий и средств механизации с целью достижения максимальной экономии затрат на производство и эффективности реализации полученной продукции.

## **1 ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ**

### **1.1 Краткая характеристика наиболее используемых энергоносителей**

В настоящее время основным источником энергии, используемой в производстве, являются различные виды топлива (горючее вещество, используемое в качестве источника получения теплоты в различных технологических процессах), которые классифицируются по состоянию, происхождению и способу выделения тепла.

**По состоянию различают (рис. 1):**

- 1) твердое топливо;*
- 2) жидкое топливо;*
- 3) газообразное топливо.*

**По происхождению можно выделить:**

- 1) естественное топливо;*
- 2) искусственное топливо.*

**По способу выделения тепла различают:**

- 1) органическое топливо;*
- 2) ядерное топливо.*

В органическом топливе теплота выделяется в результате химической реакции окисления его горючих частей при участии кислорода.

В ядерном топливе теплота выделяется в результате распада деления ядер тяжелых элементов (урана, плутония и т. д.).

Для удобства сравнения между собой различных видов топлива в качестве эквивалента используется условное топливо.

**Условное топливо** – принятая при расчетах единица учета органического топлива.



Рисунок 1 – Классификация органических видов топлива

Используются следующие единицы условного топлива:

1) в России за единицу условного топлива (у. т.) принимается *теплотворная способность одного килограмма каменного угля*, что составляет 29,3 МДж или 7 000 ккал;

2) международным энергетическим агентством (IEA) принята за единицу условного топлива (ТОЕ) *теплотворная способность одной тонны нефти* (41,868 ГДж или 11,63 МВт·ч);

3) применяется также единица – *баррель нефтяного эквивалента* (ВОЕ).

## **1.2 Элементарный состав твердого и жидкого топлива**

### **1.2.1 Краткий обзор твердого и жидкого топлива**

Выделяют следующие основные **направления использования топлива:** *в качестве энергетического сырья в производстве электрической и тепловой энергии; в качестве энергетического сырья, непосредственно используемого в производстве различных продуктов, кроме электроэнергии, пара и горячей воды (топливо прямого использования); как сырье для создания различных продуктов неэнергетического производства.*

В топливе различают:

- 1) рабочую массу;
- 2) сухую массу;
- 3) горючую массу;
- 4) органическую массу.

**Рабочая масса топлива** – *это масса и состав топлива, которое поступает к потребителю и подвергается сжиганию:*

$$C^p + H^p + S^p + N^p + O^p + A^p + W^p = 100\% \quad (1)$$

В формуле (1) индекс  $p$  означает рабочее топливо, то есть топливо в том виде, в каком оно поступает для сжигания в топку. К горючим элементам топлива относятся: углерод ( $C^p$ ), водород ( $H^p$ ) и летучая (горючая) сера ( $S^p$ ). Углерод является основным горючим элементом, определяющим энергетическую ценность топлива. В топливе содержится от 50 до 95 % углерода, от 1 до 11 % – водорода и от 0 до 8 % – горючей серы.

Кислород ( $O^p$ ) не горит, но способствует горению горючих элементов топлива. В процессе горения топлива азот ( $N^p$ ) не участвует и с кислородом

образует *внутренний балласт*. Содержание их в топливе уменьшает его горючую часть и снижает тепловую ценность. Содержание в топливе золы и влаги также снижает тепловую ценность. Зола ( $A^p$ ) и влага ( $W^p$ ) не являются химическими элементами топлива и составляют его *внешний балласт*.

Рабочая масса в составе топлива является неустойчивой, так как для одного и того же сорта топлива в зависимости от способа его добычи, хранения, содержания в нем серы, золы и влаги, она имеет значительные колебания. В связи с этим, для определения качества топлива пользуются также составом, пересчитанным на сухую, горючую и органическую массы топлива, каждая из которых имеет свой состав компонентов. Сухая масса топлива получается при удалении влаги; горючая масса – при удалении золы и влаги; органическая масса – при удалении золы, влаги и серы.

**Сухая масса топлива** – состав топлива, высушенного при температуре 105–110 °С, то есть обезвоженная масса (2):

$$C^c + H^c + S_d^c + N^c + O^c + A^c = 100\% \quad (2)$$

**Горючая масса топлива** – состав топлива, используемый как горючий материал (обезвоженная и обеззоленная масса):

$$C^g + H^g + S_d^g + N^g + O^g = 100\% \quad (3)$$

**Органическая масса** – состав топлива, который содержит только органическую и не включает колчеданную серу:

$$C^o + H^o + S_{орг}^o + N^o + O^o = 100\% \quad (4)$$

### 1.2.2 Характеристика твердых и жидких видов топлива

**Твердые и жидкие виды топлива состоят из следующих элементов:**

- 1) *горючие;*
- 2) *негорючие;*

3) балласт.

**Горючие элементы включают:**

- 1) углерод;
- 2) водород;
- 3) летучую серу;
- 4) органические соединения;
- 5) колчеданные соединения.

**Негорючие элементы** представлены азотом и кислородом.

**Балласт** составляют зола и влага.

### **1.2.3 Основные горючие компоненты горючей массы твердого и жидкого топлива**

**Основные горючие компоненты горючей массы твердого и жидкого топлива представлены:**

1) *углеродом* (от 40 % в древесине до 93 % в антраците); он обеспечивает наибольшую теплоту сгорания – 32,8 МДж/кг;

2) *водородом* (от 2 % в антраците до 10,5 % в мазуте); при сгорании водорода выделяется 143,64 МДж/кг;

3) *серой* (0,5–9 %); при сгорании серы выделяется 10,92 МДж/кг, а также сернистый газ (токсичный и коррозионно-активный);

Азот выступает негорючим элементом и является внутренним балластом топлива (от 2 % в антраците до более чем 35 % в торфе). При его сжигании образуются вредные оксиды.

### 1.3 Газообразное топливо

#### 1.3.1 Состав газообразного топлива

**Газообразное топливо** представляет собой смесь разных горючих и негорючих составляющих, а также малого количества водяного пара.

**В состав газообразного топлива входят:**

- 1) горючие составляющие;
- 2) негорючие составляющие.

**Горючие составляющие** включают химические компоненты  $CO$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C$ .

**Негорючие составляющие** представлены химическими компонентами  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ .

#### 1.3.2 Состав сухого газового топлива

**В состав сухого газообразного топлива входят (5):**

$$CO + H_2 + \sum C_m H_n + H_2S + CO_2 + N_2 + O_2 = 100\% \quad (5)$$

где  $CO$ ,  $H_2$ ,  $\sum C_m H_n$ ,  $H_2S$  – горючая смесь газообразного топлива, %;

$CO_2 + N_2 + O_2$  – негорючая часть газообразного топлива, %;

$\sum C_m H_n$  – суммарное содержание углеводородов, %.

**Метан ( $CH_4$ )** – основная составляющая часть многих природных газов. При сгорании  $1 \text{ м}^3$  метана выделяется 35 800 кДж теплоты. Метана в природных газах может содержаться до 93–98 %.

**Этилен ( $C_2H_4$ )** – при сгорании  $1 \text{ м}^3$  этилена выделяется 59 000 кДж теплоты. В газах может содержаться небольшое его количество.

**Водород ( $H_2$ )** – при сгорании  $1\text{ м}^3$  водорода выделяется  $10\,800$  кДж теплоты. Многие горючие газы, кроме коксового, содержат относительно небольшое количество водорода. Однако в коксовом газе его содержание может достигать  $50\text{--}60\%$ .

**Пропан ( $C_3H_8$ ), бутан ( $C_4H_{10}$ )** – при горении этих углеводородов выделяется большее количество теплоты, чем при сгорании этилена, но в горючих газах их содержание незначительно.

**Оксид углерода ( $CO$ )** – при сгорании  $1\text{ м}^3$  этого газа выделяется  $12\,770$  кДж теплоты. Оксид углерода – основная горючая составляющая доменного газа. Этот газ не имеет ни цвета, ни запаха, очень ядовит.

**Сероводород ( $H_2S$ )** – при горении  $1\text{ м}^3$  сероводорода выделяется  $23\,400$  кДж теплоты. При наличии в газообразном топливе сероводорода повышается коррозия металлических частей печи и газопровода. При одновременном присутствии в газе кислорода и влаги коррозирующее воздействие сероводорода усиливается. Сероводород – тяжелый газ с неприятным запахом, обладает высокой токсичностью.

**Остальные газы ( $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ) и пары воды** – балластные составляющие. Их присутствие в топливе приводит к понижению температуры его горения. При повышении содержания этих газов снижается содержание горючих составляющих. Содержание в топливе более  $0,5\%$  свободного кислорода считается опасным по условиям техники безопасности.

#### **1.4 Влажность топлива**

Различают внешнюю и гидратную влажность топлива.

**Внешняя влажность топлива** – это влага атмосферного воздуха, а также поверхностные и грунтовые воды, проникшие в поры топлива. Она удаляется подсушкой топлива.

**Гидратная влажность топлива** – это коллоидная влага топлива и влага, входящая в гидратную структуру химических соединений минеральной части топлива.

Средняя влажность топлива в рабочем состоянии: для торфа – 50 %; сланцев – 13–17 %; каменного угля – 5–14 %; антрацита – 5–8 %.

**Бурые угли в зависимости от влажности делят на три группы:** группа Б1 – более 40 %; группа Б2 – 30–40 %; группа Б3 – менее 30 % влажности.

### **1.5 Зольность топлива**

**В состав золы входят соли щелочных и щелочно-земельных металлов, окислы железа, алюминия, а также сульфатная сера.**

Содержание золы в различных видах топлива следующее: древесина – 1 %; торф – 10 %; кузнецкий уголь – 10–20 %; подмосковный бурый уголь – 30 %; сланцы – 60 %. Жидкое топливо (мазут) содержит 0,2–1 % минеральных примесей.

**Истинная зольность рабочей массы определяется формулой (6):**

$$A_{и}^p = A^p - [2,5(S_a^p - S_c^p) + 0,375S_k^p] [(100 - W^p)/100] \quad (6)$$

где  $S_a^p$  – содержание серы в лабораторной золе в процентах к массе топлива, %;  
 $S_c^p$  – содержание сульфатной серы в топливе, %.

**Летучие вещества** – продукты распада сложных органических веществ, содержащихся в органической массе топлива, при нагревании твердого топлива до температуры 870–1 100 К без доступа окислителя.

*Состав летучих веществ: кислород, водород, окись углерода, углеводородные газы (метан, этан и т. д.), а также водяные пары.*

**Кокс** – твердый остаток, который получается после нагревания топлива (без доступа окислителя) и выхода летучих веществ.

## 1.6 Теплота сгорания

**Теплота сгорания** – количество теплоты, которое может быть получено при полном сгорании единицы массы или объема топлива.

**Удельной теплотой сгорания топлива** выступает количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы количества вещества топлива.

**Полное сгорание топлива** – это сгорание, при котором горючие компоненты топлива  $C$ ,  $H$  и  $S_L$  полностью окисляются кислородом.

Теплоту сгорания твердого и жидкого топлива относят к одному килограмму, а газового – к одному кубометру при нормальных условиях.

Различают следующие виды теплоты сгорания:

- 1) низшая теплота сгорания топлива;
- 2) высшая теплота сгорания.

**Высшая теплота сгорания** – количество теплоты, которое может быть выделено при конденсации водяных паров, находящихся в продуктах сгорания топлива.

Для твердого и жидкого топлива она определяется выражениями (7) и (8):

$$Q_H^p = 340C^p + 1035H^p - 109(O^p - S_L^p) - 25W^p, \quad (7)$$

$$Q^B = 340C^p + 1260H^p - 109(O^p - S_L^p) \quad (8)$$

**Низшая теплота сгорания** – количество теплоты, которая выделяется в обычных практических условиях, то есть когда водяные пары не конденсируются, а выбрасываются в атмосферу:

$$Q_H^p = 358CH_4 + 640C_2H_6 + 915C_3H_8 + 1190C_4H_{10} + \\ + 1465C_5H_{12} + 126,5CO + 107,5H_2 + 234H_2S \quad (9)$$

## **2 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

### **2.1 Классификация тракторов**

*Трактор – энергетическое средство, предназначенное для выполнения различных работ с применением разных сельскохозяйственных машин-орудий, с которыми он образует машинно-тракторный агрегат (МТА).*

Тракторы классифицируют по ряду признаков.

**По области применения различают:**

- 1) сельскохозяйственные тракторы;*
- 2) промышленные тракторы;*
- 3) лесопромышленные тракторы;*
- 4) лесохозяйственные тракторы.*

**По назначению и специализации выделяют сельскохозяйственные тракторы:**

- 1) общего назначения;*
- 2) универсальные;*
- 3) универсально-пропашные;*
- 4) специализированные (по видам культур и производственных условий).*

По этому же признаку различают промышленные тракторы общего назначения и болотоходные; лесопромышленные тракторы – трелевочные, болотоходные и плавающие; лесохозяйственные тракторы – общего назначения и болотоходные (для работы на грунтах с низкой несущей способностью).

**По типу ходовой системы выделяют:**

- 1) колесные тракторы;*
- 2) гусеничные тракторы.*

2 Краткая характеристика  
мобильных энергетических средств

При проведении расчетов очень часто возникает вопрос перевода в эталонный трактор или условный эталонный гектар. Соответствующие коэффициенты перевода приведены в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1 – Сменная эталонная выработка тракторов основных марок**

Марка трактора	Класс тяги	Мощность, кВт	Сменная эталонная выработка, га	
			за час сменного времени	за 7-часовую смену
К-701М	5	224	3,00	–
К-701	5	198	2,70	18,9
К-700А	5	154	2,20	15,4
К-700	5	150	2,10	14,7
Т-250	5	184	2,51	17,6
Т-4А	4	96	1,31	9,2
Т-4.02	4	112	1,53	10,7
Т-150, Т-150К	3	121	1,65	11,6
ДТ-175М	3	110	1,50	10,5
ДТ-175МС	3	88	1,20	8,4
ДТ-75Т	3	66	1,10	7,7
ДТ-75, Т-75, Т-74	3	55	1,00	7,0
Т-70 СМ	2	52	0,90	6,3
ЛТЗ-155	2	110	1,50	10,5
МТЗ-100/102	1,4	74	0,95	6,7
МТЗ-82	1,4	60	0,73	5,1
МТЗ-80	1,4	55	0,70	4,9
ЮМЗ-6 АК	1,4	45	0,60	4,2
ЛТЗ-60	1,4	45	0,60	4,2
ЛТЗ-60 АВ	1,4	44	0,58	4,1
ЛТЗ-55/55А	0,9	37	0,50	3,5
Т-30/30А	0,6	22	0,43	3,0
Т-25А	0,6	18	0,30	2,1
СШ-28/28А	0,6	22	0,36	2,5
СШ-25	0,6	16	0,27	1,9

**Таблица 2 – Коэффициенты перевода физических тракторов**

Марки тракторов	Коэффициенты перевода
<b>Гусеничные тракторы</b>	
Т-150	1,65
ДТ-75М	1,10
ДТ-75	1,00
Т-70С	0,90
<b>Колесные тракторы</b>	
К-701	2,70

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы 2

<b>Марки тракторов</b>	<b>Коэффициенты перевода</b>
К-744	2,20
К-700А	2,20
К-700	2,10
Т-151К, Т-150К	1,65
МТЗ-1522	1,56
МТЗ-1221	1,30
МТЗ-1005, МТЗ-1025	1,05
МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-900, МТЗ-920	0,80
МТЗ-570, МТЗ-572, МТЗ-510Е, МТЗ-512Е, МТЗ-520, МТЗ-522	0,62
МТЗ-550Е, МТЗ-552Е	0,57
Т-40, Т-40А	0,50
Т-25А, МТЗ-320, МТЗ-310	0,30
Т-16М, МТЗ-210, МТЗ-220	0,22
Мерседес МБ-трак 700	0,65
МБ-трак 800	0,75
МБ-трак турбо 900	0,85
МБ-трак 1000	0,95
МБ-трак 1100	1,10
МБ-трак 1300	1,25
МБ-трак 1500	1,50
Джон-Дир 6400	1,00
Джон-Дир 8100	1,85
Урсус П34	0,97
Джон-Дир 8100	1,85
Урсус П34	0,97
Урсус 1614	1,52
Зетор 11245	1,00
Зетор 16245	1,60
Масей Фергюсон МФ 39	1,04
МФ8150	1,80
Дойтц-Фар 6.05	1,05
Дойтц-Фар 6.71	1,65

## **2.2 Распределение энергетических средств по классам тяги**

По номинальному тяговому усилию сельскохозяйственные и лесохозяйственные тракторы делят на десять тяговых классов, а промышленные и лесопромышленные тракторы – на восемь (табл. 3 и 4) .

**Таблица 3 – Тяговые классы сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов**

Тяговый класс	Номинальное тяговое усилие, кН	Тяговый класс	Номинальное тяговое усилие, кН
0,2	от 1,8 до 5,4	3	свыше 27 до 36
0,6	свыше 5,4 до 8,1	4	свыше 36 до 45
0,9	свыше 8,1 до 12,6	5	свыше 45 до 54
1,4	свыше 12,6 до 18	6	свыше 54 до 72
2	свыше 18 до 27	8	свыше 72 до 108

**Таблица 4 – Тяговые классы промышленных тракторов**

Тяговый класс	Конструкционная масса, т	Тяговый класс	Конструкционная масса, т
2	от 4 до 6	25	свыше 25 до 35
6	свыше 6 до 10	35	свыше 35 до 50
10	свыше 10 до 15	50	свыше 50 до 70
15	свыше 15 до 25	75	свыше 70 до 90

**Тяговый класс 0,1.** Мотоблоки с воздушным охлаждением.

**Тяговый класс 0,2.** Тяжелые мотоблоки с водяным охлаждением массой от 200 кг: Скаут 81D (Е), Скаут 101D (Е), Скаут 15DE; малогабаритные тракторы: Беларусь-082, Беларусь-08К, Беларусь-112, Беларусь-132Н, КМЗ-012, Т-0,2 (Уралец), ХТЗ-8 (Прикарпатец); самоходное шасси: Беларусь-084; полупрофессиональные мини-тракторы: Скаут Т-15, Скаут Т-18.

**Тяговый класс 0,4.** Колесные тракторы: ХЕЗ-7; полупрофессиональные мини-тракторы: Скаут Т-25.

**Тяговый класс 0,6.** Универсальные самоходные шасси Т-16М и последующие модификации с двигателем мощностью 25–30 л. с.: Т-25, Т-30; Агротех-30ТК (ВТЗ-2032), Беларусь-310, Беларусь-320, Беларусь-321; Xingtai ХТ-244С, Zoomlion RD-244.

**Тяговый класс 0,9.** Колесные: ВТЗ-45АТ, Т-40 (трактор), ЛТЗ-55/А/АН, ТТЗ-80.10 и Т-28Х4М производства Ташкентского тракторного завода; Zoomlion RK-504С, Xingtai ХТ-504С.

**Тяговый класс 1,4.** Колесные: ЛТЗ-60АВ, МТЗ-50/52, МТЗ-80/82 и модификации Беларусь-921, ЮМЗ-6.

**Тяговый класс 2.** Колесные: Беларус-1221 (1222), ЛТЗ-155; гусеничные: Т-54В, Т-70С.

**Тяговый класс 3.** Колесные: Т-150К, ХТЗ-150К-09, ХТЗ-150К-09-25, ХТЗ-17021, ХТЗ-17221, ХТЗ-17221-09, ХТЗ-17221-18, ХТЗ-17221-19, ХТЗ17221-21, ХТЗ-242К, ХТЗ-246К, МТЗ-2022 и модификации; Terrion АТМ 3180 и АТМ 4200; гусеничные: Т-150, Т-150-05-09, Т-150-05-09-25, Т-150-05-09-25-04, Агромаш 90, Т-74, ДТ-75, ДТ-7.

**Тяговый класс 4.** Колесные: Беларус-2022, Terrion АТМ 4200, Кировец К-424; гусеничные: Беларус-2103, Т-4А, ХТЗ-181, ХТЗ-181-04.

**Тяговый класс 5.** Колесные: К-700, К-701, К-702, К-703, К-744, Terrion АТМ 5280, Беларус-3023, 3022, 2822, 2522; гусеничные: Т-404, Т-250, Т-501.

**Тяговый класс 7.** Колесные: Terrion АТМ 7360.

**Тяговый класс 8.** Колесные: Вакула, Беларус-4522.

**Тяговый класс 9.** Колесные: К-745, серия К-9000; гусеничные: ZOOMLION ZD160, Т100, Shehwa Т140-1, Shehwa SD6G, ЧЕТРА Т9, ДСТ-УРАЛ ТМ10 ГСТ9.

**Тяговый класс 10.** Гусеничные: SEM 816, ЧТЗ Б10М, Б11, Liebherr PR724L, ЛД-4А, Б-170М1, ЧЕТРА Т11, Shehwa ТУ165-2, ДСТ-УРАЛ ТМ10 ГСТ10.

**Тяговый класс 15.** Гусеничные: SEM 822, ЧТЗ Б12, ZOOMLION ZD220, SHENWA SD7, ЧЕТРА Т15, ДСТ-УРАЛ ТМ10 ГСТ15.

**Тяговый класс 25.** Гусеничные: SHANTUI SD32, ДЭТ-320, Т-330; бульдозер ДЭТ-250М2Б1Р1, ZOOMLION ZD320, SHENWA SD8В, ЧЕТРА Т25, ДСТ-УРАЛ ТМ10 ГСТ20.

**Тяговый класс 75.** Гусеничные: Т-800.

При этом также существует распределение тягового класса по мощности двигателя (табл. 5).

2 Краткая характеристика  
мобильных энергетических средств

**Таблица 5 – Распределение тягового класса по мощности двигателя**

Класс	Усилие, т·с	Мощность, л. с.	Средняя масса, т	Модели тракторов	
				колесные	гусеничные
0,1	–	–	–	мотоблоки	–
0,2	0,18–0,54	10–14	до 0,53	тяжелые мотоблоки; мини-тракторы; самоходные шасси	–
0,6	0,54–0,81	22–25	1,5	Т-25, Т-30, 300 серия «Беларус»	–
0,9	0,81–1,26	40–50	2,6	Т-40	–
1,4	1,26–1,8	55–75	2,9	МТЗ-80/82, ЮМЗ-6, 900 серия «Беларус»	–
2	1,8–2,7	75–90	до 5	1200 серия «Беларус»	Т-54, Т-20 (специальных версий)
3	2,7–3,6	до 90	6,3	1500 серия «Беларус», Т-150К	Т-150, ДТ-75
4	3,6–4,5	130–165	до 7,9	«Беларус 2022»	ХТЗ-201, Т-4А
5	4,5–5,4	–	–	«Беларус 3023», К-700	Т-501
6	5,4–6,3	300–400	до 11,6	John Deere 9430	Т-130М
7	6,3–7,2	–	–	Terrion ATM 7360	–

Приведем в качестве примера распределение по классу тяги тракторов марки МТЗ.

**Тяговый класс 0,1 (мотоблоки марки МТЗ)**

Общий вид мотоблока тягового класса 0,1 приведен на рисунке 2. Краткая характеристика данного тягового класса представлена в таблице 6.

**Таблица 6 – Краткая характеристика мотоблоков**

Модель мотоблока	Мощность, л. с.	Двигатель	Диапазон скорости, км/ч	КПП, вперед/назад
Беларус 09Н	8,2	GX270	2,6–11,4	4/2
Беларус Н-09Н-02	13,0	WEIMA WM188F	2,6–11,4	4/2
Беларус 06 МКР	9,0	WEIMA	4–15	2/1
Беларус 08Н	11,0	GX390UT2-SHQ4 (HONDA)	2,6–11,4	4/2
Беларус 012WM	13,0	WEIMA WM188F	2,6-11,4	4/2



**Рисунок 2 – Общий вид мотоблока 09Н-02**

**Тяговый класс 0,2 (мини-трактора марки МТЗ)**

Общий вид мини-трактора тягового класса 0,2 приведен на рисунке 3.  
Краткая характеристика данного тягового класса приведена в таблице 7.



**Рисунок 3 – Общий вид мини-трактора МТЗ 152**

*2 Краткая характеристика  
мобильных энергетических средств*

**Таблица 7 – Краткая характеристика мини-тракторов**

<b>Модель мини-трактора</b>	<b>Мощность, л. с.</b>	<b>Двигатель</b>	<b>Диапазон скорости, км/ч</b>	<b>КПП, вперед/назад</b>
132H	13,0	HONDA GX390	2,83–18,46	4/3
152H	13,0	HONDA GX390	2,96–18,46	4/3
112H	13,0	HONDA GX390	2,83–18,46	4/3

**Тракторы тягового класса 0,6**

Общий вид трактора тягового класса 0,6 приведен на рисунках 4 и 5; его технические характеристики представлены в таблице 8.



**Рисунок 4 – Общий вид трактора МТЗ-310**

Трактор Беларус-310 имеет следующие технические характеристики:

- 1) двигатель – LDW1503CHD;
- 2) тип – дизель, четырехтактный;
- 3) номинальная частота вращения – 3 000 об./мин;
- 4) трансмиссия механическая, ступенчатая, с шестернями постоянного зацепления; с зубчатыми муфтами легкого включения; шести диапазонная (4/2); число передач – 16/8;

5) скорость – вперед/назад: 1,0–25,0/1,83–13,37 км/ч;

6) колесная формула – 4×2.



**Рисунок 5 – Общий вид трактора МТЗ-320**

**Таблица 8 – Технические характеристики тракторов тягового класса 0,6**

<b>Характеристики</b>	<b>MMZ-3LD</b>	<b>LOMBARDINI LDW1603/B3</b>
Модель комплектации	320.4M, 321M	320.4, 321, 320,5
Мощность, л. с	35,3	36,0
Номинальная частота вращения, об./мин	до 3 000	до 3 000
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	310	329

### **Тракторы тягового класса 0,9**

Общий вид мини-трактора тягового класса 0,9 приведен на рисунке 6.  
Краткая характеристика данного тягового класса приведена в таблице 9.

### **Тракторы тягового класса 1,4**

Общий вид трактора тягового класса 1,4 приведён на рисунке 7. Краткая характеристика данного тягового класса представлена в таблице 10.



Рисунок 6 – Общий вид трактора МТЗ-422

Таблица 9 – Краткая характеристика тракторов класса 0,9

Модель трактора	Мощность, л. с.	Двигатель	Диапазон скорости, км/ч	КПП, вперед/назад
320	36,0–35,3	4-тактный ММЗ-3LD	1–25	16/8
320.4М газодизельный	35,4	4-тактный ММЗ-3LD	1–25	16/8
321	36,0	3-цилиндровый LOMBARDINI LDW1603/B3	1–25	16/8
421	49,8	4-цилиндровый LOMBARDINI LDW-2204 (Tier 3A)	1–25	16/8
410М	49,8	4-цилиндровый LOMBARDINI LDW-2204 (Tier 3A)	3,1–25	16/8
211	24,0	дизель Laidong KM385T	1–25	8/4
311	33,0	дизель Laidong 3T30	3–25	8/4
311М	35,4	4-тактный ММЗ-3LD	3–25	8/4
422.1	49,8	4-цилиндровый LOMBARDINI LDW 2204(Tier 3A).	1–25	16/8
422М	49,8	4-цилиндровый LOMBARDINI LDW 2204(Tier 3A).	1–31,7	16/8



**Рисунок 7 – Общий вид трактора МТЗ-570**

**Таблица 10 – Краткая характеристика тракторов класса 1,4**

<b>Модель трактора</b>	<b>Мощность, л. с.</b>	<b>Двигатель</b>	<b>Диапазон скорости, км/ч</b>	<b>КПП, вперед/назад</b>
80.1	82	Д 243	1,9–34,5	18/4
82.1	82	Д 243	1,9–34,5	18/4
90	90	Д 243.1	1,94–34,3	18/4
92	90	Д 243.1	1,94–34,3	18/4
92П	89	Д 245.5	2,15–15,5	9/8
100 (102)	100	Д 245	1,9–35	16/8
622	62,2	LOMBARDINI LDW 2204T	1,23–36,8	16/8
510	57	Д-244	1,45–26,8	9/2
512	57	Д-244	1,45–26,8	9/2
520	62	Д-242	1,45–26,8	9/2
522	62	Д-242	1,45–26,8	9/2
570	57	Д-242	1,45–26,8	18/4

2 Краткая характеристика  
мобильных энергетических средств

Продолжение таблицы 10

Модель трактора	Мощность, л. с.	Двигатель	Диапазон скорости, км/ч	КПП, вперед/назад
570	57	Д-242	1,45–26,8	18/4
572	57	Д-242	1,45–26,8	18/4
592.2	64,6	Д-242С	1,45–26,8	14/4
826	82	Д-243.С	1,9–34,3	18/4
1220.1	122,4	Д-245.2S2	2,19–40	16/8
1221.2	130	Д-243.С	2,1–33,8	16/8
1221.2 газодизель	123	MT05.14-50 (Sinomach)	2,1–33,8	16/8
1221.3	131,7	Д 260.2S2	1,54–35	16/8
1221.2 сжиженный газ	140	ГД 260.2-846	1,54–35	16/8
900	84,3	Д245.43S2	2,78–39,9	14/4
1222.4	136	Д-260.2S3A	1,98–39,44	16/8
1222.5	136	Д-260.2S2	2,02–36,6	16/8
921	89	Д-245.5	1,8–35	18/4
920	81	Д-243	2,4–34,3	14/4
920.3	84,3	Д245.43S2	2,78–39,9	14/4
920.4	84,3	Д245.43S3A Д245.43S3AM	2,78–39,9	14/4
923	95	Д-245.5S2	1,8–38	14/4
952	89	Д-245.5С	2,1–30	14/4
892	89	Д-245.5	2,6–33,8	18/4
820	81	Д-243	1,9–33,4	18/4
1021	105	Д-245	2,6–36,6	14/4
1021.3	110	Д-245S2	2,6–36,6	14/4 (синхронизирующая) 20/6 (гидромеханическая)
1021.4	110	Д-245S3A Д- 245S3AM	2,6–36,6	14/4 (синхронизирующая) 20/6 (гидромеханическая)

Продолжение таблицы 10

<b>Модель трактора</b>	<b>Мощность, л. с.</b>	<b>Двигатель</b>	<b>Диапазон скорости, км/ч</b>	<b>КПП, вперед/назад</b>
1021.5	110	Д-245S3B	2,6–36,6	14/4 (синхронизированная) 20/6 (гидромеханическая)
1021.6	110	Д-245S4	2,6–36,6	14/4
1025 базовая	105	Д-245	2,3–37	14/4
1025.5	110	Д-245S3B	2,3–36,6	16/8

### **Тракторы тягового класса 2**

Общий вид трактора тягового класса 2 приведен на рисунке 8. Тракторы тягового класса 2,0 представлены:

- 1) МТЗ-1021 Беларус ММЗ Д-245 (дизель с турбонаддувом) 105 л. с., 4×4;
- 2) МТЗ-1025.2 Беларус ММЗ Д-245С (дизель с турбонаддувом) 107 л. с., 4×4.



**Рисунок 8 – Общий вид трактора МТЗ-1021 Беларус**

### **Тракторы тягового класса 3**

Общий вид колесного моноблочного трактора тягового класса 3 приведен

на рисунке 9. Тракторы данного тягового класса имеют следующие технические характеристики:

- 1) ММЗ Д-260.4S2 (дизель с турбонаддувом) 212 л. с., 4×4;
- 2) Deutz TDC2013L06-2V (дизель с турбонаддувом) 228 л. с., 4×4.



**Рисунок 9 – Общий вид трактора МТЗ-2022.3 Беларусь**

#### **Тракторы тягового класса 4**

Общий вид гусеничного трактора тягового класса 4 приведен на рисунке 10. Краткая характеристика тракторов тягового класса 4 дана в таблице 11.

#### **Тракторы тягового класса 5**

Общий вид колесного трактора тягового класса 5 приведен на рисунке 11. Краткая характеристика данного тягового класса дана в таблице 12.

**Таблица 11 – Краткая характеристика тракторов класса 4**

<b>Марка трактора</b>	<b>Мощность, л. с.</b>	<b>Двигатель</b>	<b>Диапазон скорости, км/ч</b>	<b>КПП, вперед/назад</b>
2103	212	Д-260.1S2	3,08–26,12	16/8
1502	158	Д-260.1S2	3,08–26,12	12/6
3522 на гусеничном ходу	264	Caterpillar C9CPXL08.8ESK	0,34–40	36/24



**Рисунок 10 – Общий вид трактора МТЗ-2103**



**Рисунок 11 – Общий вид трактора МТЗ-3522С**

2 Краткая характеристика  
мобильных энергетических средств

Таблица 12 – Краткая характеристика тракторов класса 5

Марка трактора	Мощность, л. с.	Двигатель	Диапазон скорости, км/ч	КПП, вперед/назад
1523	158	Д-260.1S	1,86–32,38	16/8
2022	212	Д-260.4C2	1,86–39,70	24/12
1822.3	180	Д-260.9S2	1,14–39,70	24/12
2122.4	202	Д-260.4S3A	2,83–39,57	16/8
2522	265	Detroit Diesel S40E	2,10–37,70	24/12
3022	303	Deutz BF06M1013FC	1,86–32,38	36/24
3522	355	Deutz TCD2013L 064V C3UT261	2,40–40,00	36/24
3522C	364	Caterpillar C9	2,40–40,00	36/24
4522	431	Caterpillar C13	3,40–38,00	16/8

Краткие характеристики тракторов других заводов можно найти на следующих Интернет-ресурсах:

1. Интернет-журнал о сельскохозяйственной технике, <https://tractorreview.ru>.
2. Портал «Агро-база», <https://www.agrobase.ru/catalog>.
3. Сельскохозяйственное оборудование и техника, <https://xn--90ahamsxciv.xn--plai>.
4. Российские заводы техники и оборудования, <https://productcenter.ru/producers/catalog-sielkhoztekhnika-i-oborudovaniie-258>.
5. Российский агропромышленный сервер, <https://agroserver.ru>.
6. Компания Джон ДИР, <https://www.deere.ru/ru>.
7. Сельскохозяйственная техника компании CLAAS, [https://www.promintel-agro.ru/catalog/by\\_brand/1](https://www.promintel-agro.ru/catalog/by_brand/1).
8. МТЗ-холдинг (трактор Беларусь), <https://www.belarus-tractor.com/catalog/tractors>.

### 3 СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Одной из наиболее трудоемких операций при возделывании сельскохозяйственных культур является подготовка почвы, включающая в себя поверхностную и глубокую обработку.

**Поверхностная обработка почвы** включает следующие технологические операции: *культивация, лушение, боронование, прикатывание, планировка поверхности поля, фрезерование, шлейфование и некоторые другие способы механического воздействия на почву.*

**Глубокая обработка почвы** включает следующие технологические операции: *глубокая вспашка, безотвальное рыхление, чизельная обработка, щелевание, вспашка плугами с почвоуглубителями, комбинированная агрегатная обработка, ступенчатая разноглубинная вспашка.*

На рисунке 12 представлены основные операции обработки почвы.



Рисунок 12 – Основные операции обработки почвы

Алгоритм подбора основных агрегатов для обработки почвы для основных типов почв Амурской области представлен на рисунках 13–18.

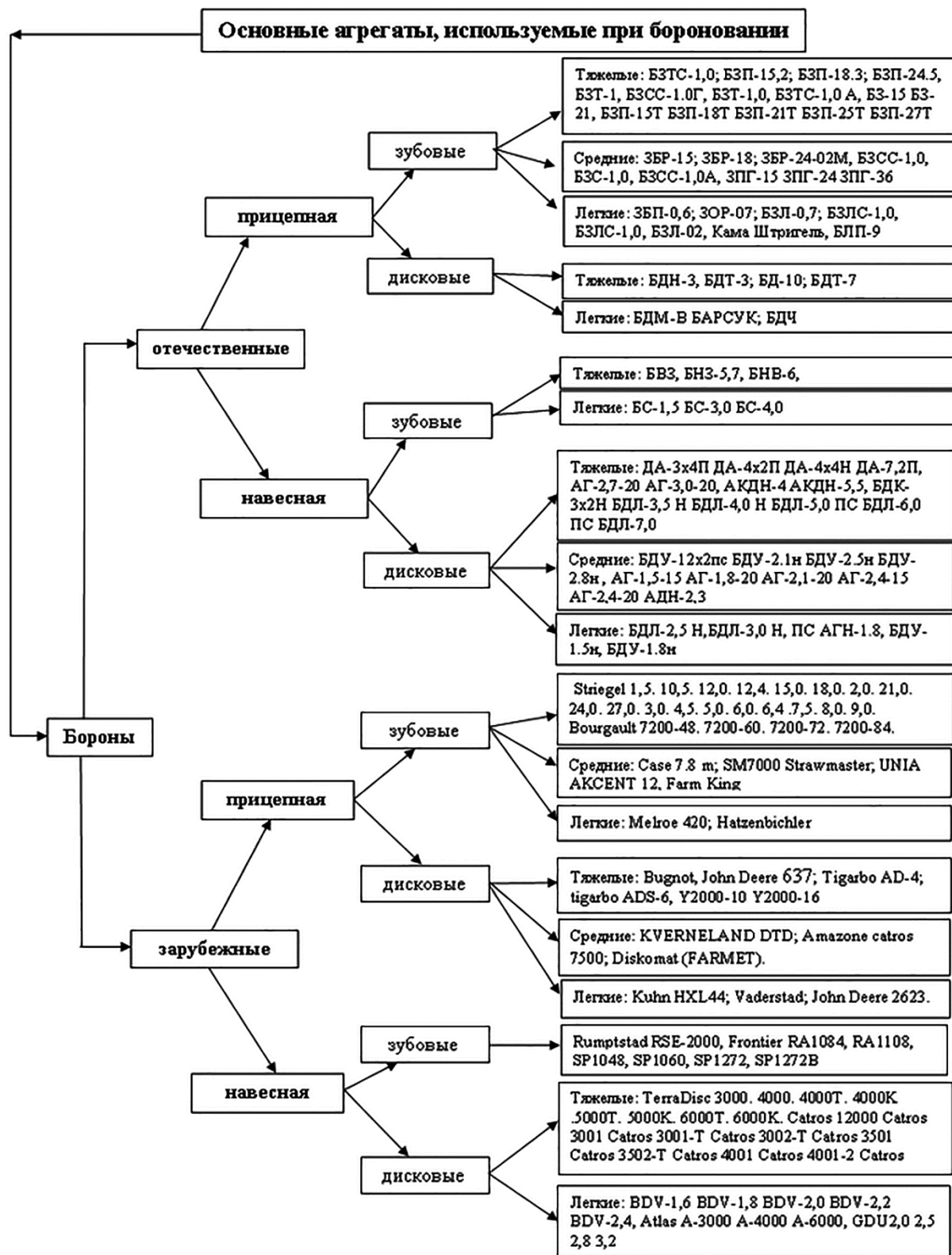


Рисунок 13 – Основные агрегаты, используемые при бороновании



Рисунок 14 – Основные агрегаты, используемые при лущении

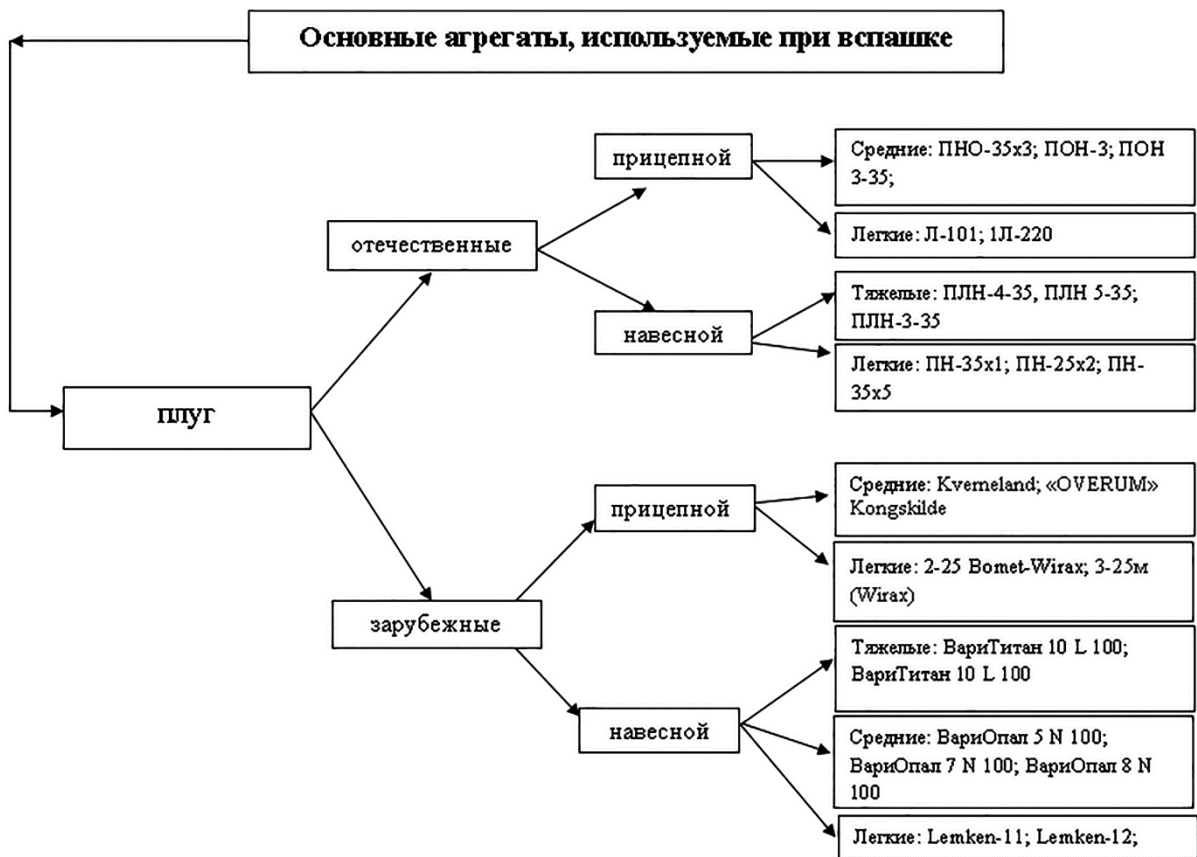


Рисунок 15 – Основные агрегаты, используемые при вспашке



Рисунок 16 – Основные агрегаты, используемые при культивации

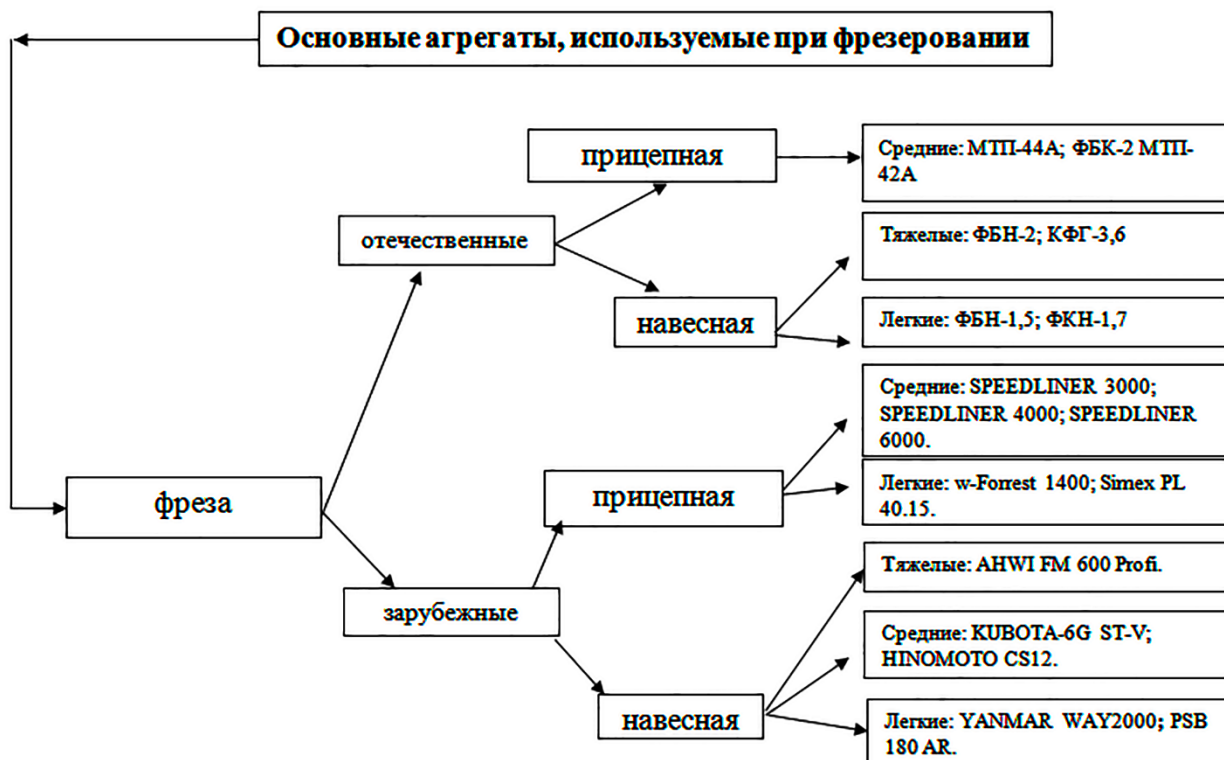


Рисунок 17 – Основные агрегаты, используемые при фрезеровании

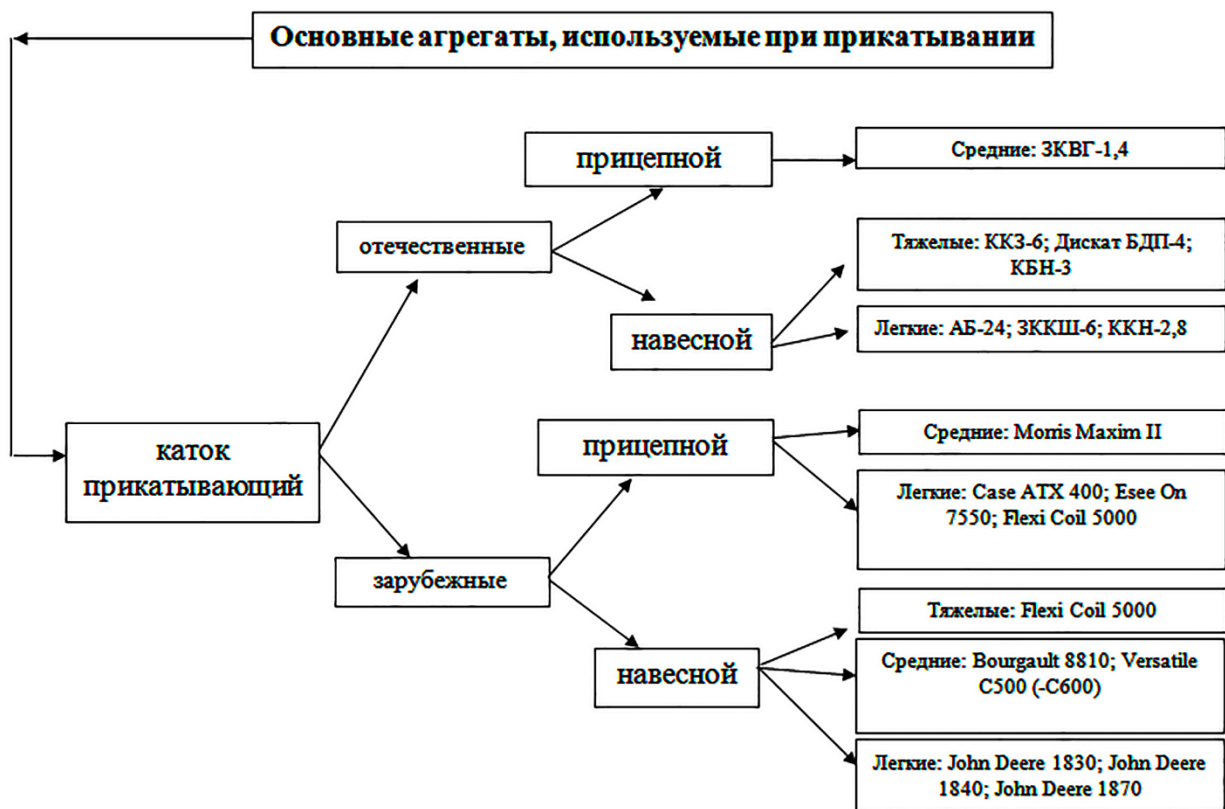


Рисунок 18 – Основные агрегаты,  
используемые при прикатывании почвы

## 4 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

### 4.1 Оценка работы машинно-тракторных и транспортных агрегатов

Основным показателем, определяющим эффективность применения новой техники, является повышение производительности труда. Главным способом определения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов выступают хозяйственные испытания методом хронометражных наблюдений.

Основными эксплуатационно-технологическими показателями являются производительность за один час эксплуатационного или сменного времени; качество выполнения рабочей операции; удельный расход топлива; количество обслуживающего персонала [1].

**Производительность за один час чистого рабочего времени** определяют по формуле (10):

$$W_{\text{ч}} = \frac{F}{T_{\text{р}}} \quad (10)$$

где  $F$  – общая обработанная площадь, га;  
 $T_{\text{р}}$  – время движения на гонах, ч.

**Производительность за один час времени движения** устанавливают выражением (11):

$$W_{\text{ДВ}} = \frac{F}{T_{\text{ДВ}}} \quad (11)$$

где  $T_{\text{ДВ}}$  – время движения, ч.

**Средняя скорость движения на гонах** составит:

$$V_{CP} = \frac{S_{Г} \cdot n_{Г}}{T_{P}} \quad (12)$$

где  $S_{Г}$  – длина рабочего гона, м;  
 $n_{Г}$  – число гонов.

**Расход топлива на единицу обработанной площади равен:**

$$\sigma_{y} = \frac{G}{F} \quad (13)$$

где  $G$  – количество топлива, израсходованного на обработку площади, кг/га.

**Коэффициент использования времени движения** определяется формулой (14):

$$K_{ДВ} = \frac{T_{P}}{T_{P} + T_{П}} = \frac{T_{P}}{T_{Д}} \quad (14)$$

где  $T_{Д}$  – общее время смены, ч.

*Дополнительными эксплуатационно-технологическими показателями являются:*

- 1) производительность за один час основного и технологического времени;
- 2) коэффициенты, характеризующие затраты времени машиной: рабочих ходов, технологического обслуживания, надежности технологического процесса, транспортных переездов, подготовки агрегатов к работе, использования сменного и эксплуатационного времени.

*Первичными показателями, регистрируемыми при испытании, являются:*

- 1) время основной работы;
- 2) затраты времени работы машины по элементам;
- 3) размер обработанной площади;
- 4) количество израсходованного топлива.

*Технологическое время работы машины включает следующие элементы:*

- 1) время, затрачиваемое на основную работу;

- 2) время на повороты;
- 3) время на проведение технологического обслуживания;
- 4) время на устранение технологических отказов.

*Сменное время работы машинно-тракторных агрегатов* включает элементы технологического времени, а также время на транспортные переезды; время на подготовку машины к работе; регламентируемые элементы затрат времени; время на ежесменное техническое обслуживание машины.

*Эксплуатационное время работы машинно-тракторных агрегатов* включает элементы сменного времени:

- 1) время на переоборудование и комплектование агрегата;
- 2) время на проведение периодического технического обслуживания;
- 3) время на устранение технических отказов.

**Производительность за один час эксплуатационного и сменного времени** определяют по формулам (15), (16) [1]:

$$W_{\text{ЭК}} = W_0 K_{\text{ЭК}}, \quad (15)$$

$$W_{\text{СМ}} = W_0 K_{\text{СМ}} \quad (16)$$

где  $W_{\text{ЭК}}$ ,  $W_{\text{СМ}}$ ,  $W_0$  – производительность за один час соответственно эксплуатационного, сменного, основного времени, га;

$K_{\text{ЭК}}$ ,  $K_{\text{СМ}}$  – коэффициенты использования эксплуатационного и сменного времени.

**Производительность за один час основного времени** определяют по формуле (17) [1]:

$$W_0 = \frac{F}{T_0} \quad (17)$$

где  $F$  – наработка агрегата, га.

**Производительность за один час технологического времени** устанавливают по формуле (18) [1]:

$$W_{\text{Тех}} = W_0 K_{\text{Тех}} \quad (18)$$

где  $K_{\text{Тех}}$  – коэффициент использования технологического времени.

Коэффициенты использования сменного и эксплуатационного времени определяют по формулам (19), (20) [1]:

$$K_{\text{см}} = \left( \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5} + \frac{1}{K_6} + \frac{1}{K_7} - 6 \right)^{-1}, \quad (19)$$

$$K_{\text{эк}} = \left( \frac{1}{K_{\text{см}}} + \frac{1}{K_8} + \frac{1}{K_9} + \frac{1}{K_{10}} - 3 \right)^{-1} \quad (20)$$

где  $K_1$  – коэффициент рабочих ходов;  
 $K_2$  – коэффициент технологического обслуживания;  
 $K_3$  – коэффициент надежности технологического процесса;  
 $K_4$  – коэффициент транспортных переездов;  
 $K_5$  – коэффициент подготовки агрегата к работе;  
 $K_6$  – коэффициент регламентируемых затрат времени;  
 $K_7$  – коэффициент ежесменного технического обслуживания;  
 $K_8$  – коэффициент переоборудования и комплектования агрегата;  
 $K_9$  – коэффициент периодического техобслуживания;  
 $K_{10}$  – коэффициент готовности.

Все указанные коэффициенты определяют по принятой методике, изложенной в работе [1].

Для машин, рекомендуемых в производство, определяют следующие основные показатели: состав агрегата; наработка по сменному времени; наработка по эксплуатационному времени; удельный расход топлива; рабочая скорость движения.

**Наработку агрегата за смену** определяют по формулам (21), (22) [1]:

$$W_{\text{см н}} = W_{\text{см}} K_{\text{см н}}, \quad (21)$$

$$W_{\text{эк н}} = W_{\text{эк}} K_{\text{см н}} \quad (22)$$

Полученные данные сводят в таблицу 13.

**При анализе работы транспортных агрегатов** и заполнении таблицы 14 используется следующий формульный аппарат:

4 Оценка эффективности  
работы средств механизации

**Таблица 13 – Результаты сравнительных хозяйственных испытаний**

Показатели		Состав машинно-тракторного агрегата	
		серийный	экспериментальный
Длина гона, м			
Ширина захвата, м	конструктивная		
	рабочая		
Скорость движения, м/с			
Производительность, га/ч	в час времени движения		
	в час основного рабочего времени		
Коэффициент использования времени движения			
Коэффициент использования времени смены			
Расход топлива на единицу обработанной площади, кг/га			

**Таблица 14 – Результаты сравнительных хозяйственных испытаний на транспортных работах**

Показатели		Состав транспортного агрегата	
		серийный	экспериментальный
Длина ездки, м			
Длина поворота, м			
Грузоподъемность теоретическая, т			
Грузоподъемность фактическая, т			
Скорость движения по прямой, м/с			
Скорость движения на поворотах, м/с			
Производительность за один час времени движения, т·км/ч			
Производительность за один час чистого рабочего времени, т·км/ч			
Коэффициент использования времени движения			
Расход топлива, кг/т·км			

**1. Производительность за один час времени движения** определяется по формуле (23):

$$W_{дв} = \frac{ML}{T_{дв}} \quad (23)$$

где М – масса перевозимого груза, т;  
L – среднее расстояние каждой ездки, км;  
T<sub>дв</sub> – время движения, ч.

**2. Производительность за один час основного времени** определяется выражением (24):

$$W_{\text{ос}} = \frac{ML}{T_{\text{ос}}} \quad (24)$$

где  $T_{\text{ос}}$  – время движения, ч.

**3. Коэффициент использования времени движения** равен:

$$K_{\text{ДВ}} = \frac{T_P}{T_P + T_{\text{П}}} = \frac{T_P}{T_{\text{ДВ}}} \quad (25)$$

где  $T_P$  – время, затраченное на проезд, ч;

$T_{\text{П}}$  – время, затраченное на поворот, ч.

**4. Расход топлива на один тонно-километр** определяется по формуле (26):

$$g_{\text{га}} = \frac{G_{\text{оп}}}{T_{\text{оп}}} \quad (26)$$

где  $G_{\text{оп}}$  – количество топлива, израсходованного за опыт, кг;

$T_{\text{оп}}$  – время, за которое израсходовано топливо, ч.

#### **4.2 Энергетические затраты на выполнение технологического процесса**

**Энергетические затраты на выполнение технологического процесса на единицу площади** определяют по формуле (27) [2, 4, 5, 6]:

$$E = E_n + E_0 + \frac{E_{\text{ж}} + E_m + E_{\text{м}} + E_{\text{с}}}{W_{\text{э}}} \quad (27)$$

где  $E_n$  – прямые затраты энергии, выраженные расходом топлива, МДж/га;

$E_0$  – затраты энергии на производство удобрений, ядохимикатов, семян, гербицидов, МДж/га;

$E_{\text{ж}}$  – энергетические затраты живого труда, МДж/ч;

$E_m, E_{\text{м}}, E_{\text{с}}$  – энергоемкость энергетических средств, машин и сцепок в единицу сменного времени, МДж/ч;

$W_{\text{э}}$  – эксплуатационная производительность агрегата, га/ч.

### 4.3 Прямые затраты энергии

**Прямые затраты энергии** определяют по формуле (28):

$$E_n = H_m(a_m + f_m) + H_э(K_э + f_э) + H_k(K_k + f_k) \quad (28)$$

где  $H_m, H_э, H_k$  – соответственно расход топлива, электроэнергии и тепла, кг/га (кВт·ч/га, ккал/га);

$a_m$  – теплосодержание топлива, МДж/кг;

$K_э, K_k$  – коэффициенты перевода одного киловатт·часа в один мегаджоуль и одной килокалории в один мегаджоуль (составляют соответственно 3,6 и 0,0419);

$f_m, f_э, f_k$  – коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты энергии на производство топлива, электроэнергии и тепла, МДж/кг (МДж/кВт·ч и МДж/ккал).

### 4.4 Овеществленные затраты энергии

К овеществленным затратам энергии относятся минеральные удобрения, гербициды, пестициды, ядохимикаты и др., используемые в технологиях возделывания, уборки, послеуборочной обработки и хранения зерна. Они полностью переносят на получаемый продукт энергию, затраченную на их производство. Их величину определяют с учетом как прямых, так и косвенных затрат.

**Перенос овеществленной энергии на конечный продукт определяют, исходя из нормы внесения и срока действия вещества, по формуле (29):**

$$E_o = x = \frac{a_o \cdot H_o}{T_o} \quad (29)$$

где  $a_o$  – энергетический эквивалент (затраты энергии на производство единицы данного вида вещества), МДж/кг;

$H_o$  – норма внесения вещества на единицу площади, кг/га;

$T_o$  – срок действия вещества (для минеральных удобрений, гербицидов, ядохимикатов – один год; органических удобрений – 3 года; извести – 4 года).

Энергия выхода при производстве кормов должна рассчитываться с уче-

том их конверсии в продукты животноводства. Животные в данном случае выступают в качестве биотрансформаторов энергии кормов в пищевые калории (мясо, молоко, яйцо и др.).

Топливо-энергетическая оценка технологий производства технических культур, например, хлопка, льна и др., должна заканчиваться на этапе определения удельных энергозатрат, приходящихся на единицу продукции.

#### **4.5 Энергозатраты живого труда**

Обслуживающий персонал, участвующий в технологическом процессе, расходует энергию, которая должна быть учтена. Учет этой энергии проводится на основе норм *FAO* (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), которые предусматривают *градацию труда на очень тяжелый, средний, легкий и очень легкий*:

$$E_{ж} = n_{ч} a_{ж} + n_{ч}' a_{ж}' \quad (30)$$

где  $n_{ч}$ ,  $n_{ч}'$  – число основных (трактористы, комбайнеры и т. д.) и вспомогательных (сеяльщики, грузчики и т. д.) рабочих, чел.;

$a_{ж}$ ,  $a_{ж}'$  – соответствующие энергетические эквиваленты затрат живого труда, МДж/ч.

#### **4.6 Энергоемкость средств механизации**

*Энергоемкость средств механизации складывается из энергоемкости энергетического средства, сельскохозяйственной машины и сцепки.*

Энергоемкость энергетического средства определяют по формуле (31):

$$E_{э} = \frac{M_{э} a_{тэ} (a_{рэ} + a_{кэ} + a_{тэ})}{100 T_{гэ}} \quad (31)$$

где  $M_{э}$  – масса энергетического средства, кг;

$a_{э}$  – энергетический эквивалент энергетического средства, МДж/кг;

$a_{рэ}$ ,  $a_{кэ}$ ,  $a_{тэ}$  – соответственно отчисления на реновацию, капитальный и

---

текущий ремонт энергетического средства, %;

$T_{гэ}$  – годовая загрузка энергетического средства, ч.

**Энергоемкость сельскохозяйственной машины** определяют по формуле (32):

$$E_M = \frac{a_M M_M (a_{рм} + a_{тм})}{100 T_{гт}} \quad (32)$$

где  $M_M$  – масса энергетического средства, кг;

$a_M$  – энергетический эквивалент энергетического средства, МДЖ/кг;

$a_{рм}$ ,  $a_{тм}$  – соответственно отчисления на реновацию и текущий ремонт сельскохозяйственной машины, %;

$T_{гэ}$  – годовая загрузка сельскохозяйственной машины, ч.

Тогда суммарная энергоемкость энергетического средства и сельскохозяйственной машины в расчете на один гектар составит:

$$E_{эм} = \frac{E_э + E_M}{W_{см}} \quad (33)$$

#### 4.7 Энергоемкость автомобилей

**Расход бензина** определяют по формуле (34) или формуле (35):

$$G_a = \left( H_a + \frac{H_a \cdot a_a}{100} \right) \frac{2L \cdot \gamma_б}{100 Q_a}, \quad (34)$$

$$G_a = \frac{H_a L \cdot \gamma_б}{50 Q_a} \left( 1 + \frac{a_a}{100} \right) \quad (35)$$

где  $H_a$  – линейная норма расхода топлива на 100 км пробега, л;

$a_a$  – увеличение линейной нормы в зависимости от категории дороги и других факторов, %;

$L$  – расстояние перевозки, км;

$\gamma_б$  – плотность бензина (равна 0,72 кг/л);

$Q_a$  – масса перевозимого груза (грузоподъемность автомобиля), т.

**Прямые затраты энергии** составят:

$$E_{на} = a_a \cdot G_a \quad (36)$$

где  $a_a$  – энергетический эквивалент бензина, МДж/кг (равен 10,5).

**Затраты энергии на один гектар равны:**

$$E_{na} = E_{na} \cdot H_y \quad (37)$$

**Полные энергозатраты на производство автомобиля** определяют из выражения (38):

$$\mathcal{E}_a = a_{aa} \cdot M_a \quad (38)$$

где  $a_{aa}$  – энергетический эквивалент автомобиля, МДж/кг;  
 $M_a$  – масса автомобиля, кг.

**Энергоемкость автомобиля и прицепа, приходящаяся на один километр пробега,** определяется по формулам (39)–(40):

$$E_a = \frac{\mathcal{E}_a (a_{ap} + a_{ak})}{10^5}, \quad (39)$$

$$E_{п} = a_{ап} \frac{M_{ап} (a_{пр} + a_{пк})}{10^5} \quad (40)$$

где  $a_{ap}$ ,  $a_{ak}$  – отчисления на реновацию и капитальный ремонт автомобиля на одну тысячу километров пробега, %.

$a_{ап}$  – энергетический эквивалент прицепа, МДж/кг;

$M_{ап}$  – масса прицепа, кг;

$a_{пр}$ ,  $a_{пк}$  – отчисления на реновацию и капитальный ремонт прицепа на одну тысячу километров пробега, %.

Более подробно процесс определения энергозатрат для различных технологических процессов, осуществляемых в технологии возделывания сельскохозяйственных культур приведен в работах [2, 4, 5, 6]. В ходе анализа производимых и используемых конструкций сельскохозяйственных машин, разработана и предложена таблица формирования шлейфа сельскохозяйственной техники, предоставляющая возможность определения оптимального агрегатирования, расчета показателей производительности, сроков проведения предпосевных и посевных сельскохозяйственных операций.

---

## 5 ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОГО СПРАВОЧНОГО МАТЕРИАЛА

### 5.1 Практическая оценка работы котельного аппарата

**Пример.** По заданному виду топлива и производительности котельного агрегата выберите тип топки и коэффициент избытка воздуха. Определите теоретически необходимый расход воздуха и суммарный объем продуктов сгорания, приведенный к нормальным условиям. Составьте тепловой баланс котельного агрегата и определите его коэффициент полезного действия (брутто); часовой расход натурального и условного топлива, пренебрегая непрерывной продувкой.

**Решение:** Тип топки и коэффициент избытка воздуха, элементарный состав топлива и низшая теплота сгорания ( $Q_H^p$ ) топлива могут быть приняты согласно приложения А.

Приведенная влажность топлива и приведенная зольность топлива, рассчитываются по уравнениям (41):

$$\begin{aligned} W^r &= \frac{W^p}{Q_H^p \cdot 10^{-3}}, \\ A^r &= \frac{A^p}{Q_H^p \cdot 10^{-3}} \end{aligned} \quad (41)$$

Необходимый теоретический расход воздуха производится на основании стехиометрических уравнений горения отдельных составляющих топлива. При горении твердого и жидкого топлива объемный теоретический расход воздуха, приведенный к нормальным условиям (температура – 273 К; давление –  $1,013 \cdot 10^5$  Па) может быть выполнен по уравнению (42):

$$V^0 = 0,0889(C^p + 0,375S_L^p) + 0,265H^p - 0,033O^p \quad (42)$$

Для газообразного топлива используется уравнение (43):

$$V^0 = 0,0476 \left[ 2CH_4 + \sum_{i=1}^n \left( m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n \right] \quad (43)$$

Теоретические объемы продуктов сгорания топлива рассчитываются также на основании стехиометрических реакций.

Теоретический объем азота, приведенный к нормальным условиям, для жидкого, твердого и газообразного топлива рассчитывается по уравнению (44):

$$V_{N_2}^0 = 0,79V^0 + 0,8 \frac{N^p}{100} \quad (44)$$

Теоретический объем трехатомных газов для твердого и жидкого топлива определяется по формуле (45), для газообразного топлива – по формуле (46):

$$V_{RO_2}^0 = V_{CO_2}^0 + V_{SO_2}^0 = 1,87 \frac{C^p + 0,375S_{\text{л}}^p}{100}, \quad (45)$$

$$V_{RO_2}^0 = 0,01 \left( CO_2 + \sum m C_m H_n \right) \quad (46)$$

Теоретический объем водяных паров для жидкого и твердого топлива находится по уравнению (47), для газообразного топлива – по уравнению (48):

$$V_{H_2O}^0 = 0,111H^p + 0,0124W^p + 0,0161V^0, \quad (47)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \left( 2CH_4 + 0,12\alpha + \sum \frac{n}{2} C_m H_n \right) \quad (48)$$

где  $\alpha$  – абсолютная влажность газа (при отсутствии данных принимается равной 12–15 г/м<sup>3</sup>).

Суммарный объем продуктов сгорания, приведенный к нормальным условиям для твердого, жидкого и газообразного топлива составит:

$$V_r = V_{RO_2}^0 + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 + 1,061V^0(\alpha - 1) \quad (49)$$

5 Примеры использования  
предлагаемого справочного материала

Тепловой баланс котельного агрегата устанавливает равенство между поступающим в котел количеством теплоты и его расходом. Тепловой баланс, отнесенный к одному килограмму твердого или жидкого топлива, или к одному кубометру газообразного топлива будет иметь вид уравнения (50):

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (50)$$

где  $Q_p^p$  – теплота, которой располагают;

$Q_1$  – полезно использованная теплота;

$Q_2$  – потери теплоты с уходящими газами;

$Q_3$  – потери теплоты от химического недожога;

$Q_4$  – потери теплоты от механической неполноты сгорания;

$Q_5$  – потери теплоты в окружающую среду.

Если каждое слагаемое уравнения (50) разделить на  $Q_p^p$  и умножить на 100, получим уравнение (51):

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 100\% \quad (51)$$

где  $q_i = \frac{Q_i}{Q_p^p}$  и  $Q_p^p = Q_H^p$ .

Тогда коэффициент полезного действия котельного агрегата (брутто) составит:

$$\eta_{ka} = 100\% - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 \quad (52)$$

При этом значения  $q_3, q_4, q_5$  приведены в приложении А.

Часовой расход натурального топлива без учета непрерывной продувки определяют из выражения:

$$B = \frac{D(h_{nn} - h_{нв})}{Q_H^p \cdot \eta_{ka}}, \quad (53)$$

$$h_{нв} = C_B t_{нв} \quad (54)$$

где  $h_{nn}$  – энтальпия перегретого пара, определяемая по известным значениям  $t_{nn}$  и  $P_{nn}$  с помощью  $h$ - $S$  диаграммы;

$h_{нв}$  – энтальпия питательной воды;

$C_B$  – теплоемкость воды при постоянном  $P$  (равна 4,19 кДж/кг·К).

Часовой расход условного топлива рассчитывается по уравнению (55):

$$B_{ум} = B \frac{Q_H^p}{Q_{ум}} \quad (55)$$

где  $Q_{ум}$  – теплота сгорания условного топлива (равна 29 300 кДж/кг).

## 5.2 Практическая оценка работы паросиловых установок с использованием $h$ - $S$ диаграммы

**Пример.** Покажите сравнительным расчетом целесообразность применения пара высоких начальных параметров и низкого конечного давления на примере паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, определив располагаемый тепловой перепад, термический коэффициент полезного действия цикла и удельный расход пара для двух различных значений начальных и конечных параметров пара. Укажите конечное значение степени сухости  $X_2$  (при давлении  $P_2$ ). Для решения задачи используйте  $h$ - $S$  диаграмму (приложение Б).

**Решение:** Термический коэффициент полезного действия Ренкина определяют по уравнению (56):

$$\eta_t = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h'_2} \quad (56)$$

где  $h_1 - h_2 = h_0$  – располагаемый тепловой перепад, кДж/кг;

$h'_2 = 4,19t_H$  – энтальпия кипящей воды при давлении  $P_2$  в конденсаторе, кДж/кг.

Удельный расход пара рассчитывают по формуле (57):

$$d_0 = \frac{3600}{h_0} = \frac{3600}{h_1 - h_2} \quad (57)$$

Решаем задачу с помощью диаграммы  $h$ - $S$  (рис. 19).

В диаграмме  $P$ - $V$ , точка 3 характеризует состояние воды на выходе из

5 Примеры использования  
предлагаемого справочного материала

конденсатора, линии 3–4 – процесс повышения давления в питательном насосе, 4–5 – подогрев воды в паровом котле; точка 5 – состояние воды при температуре насыщения; линии 5–6 – начало образования в котле, 6–1 – перегрев пара в пароперегревателе. Точка 1 характеризует состояние пара (рис. 20).

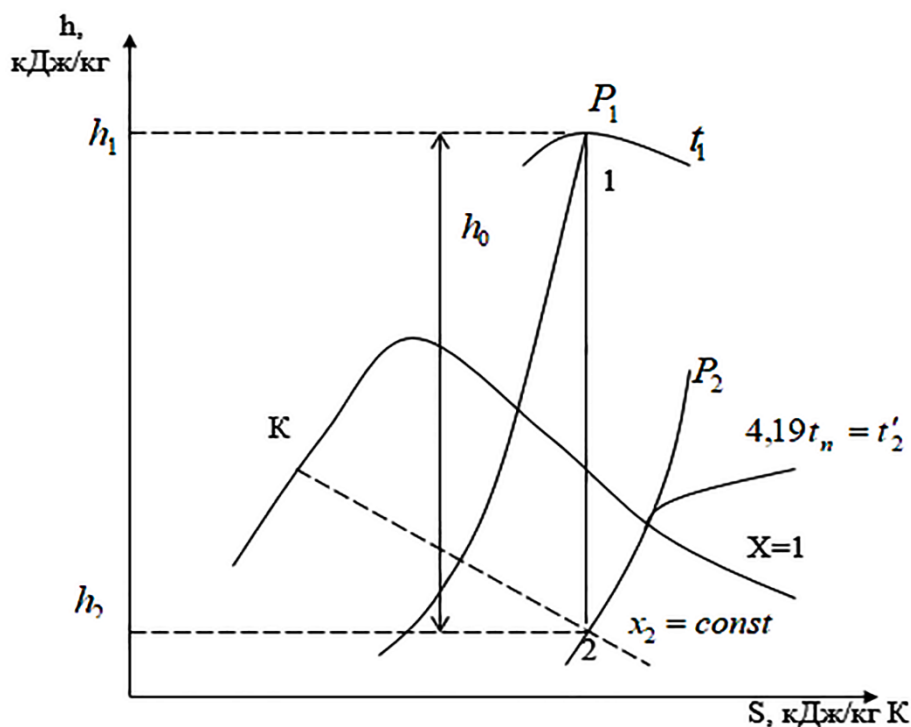


Рисунок 19 – Пример пользования диаграммой  $h$ - $S$

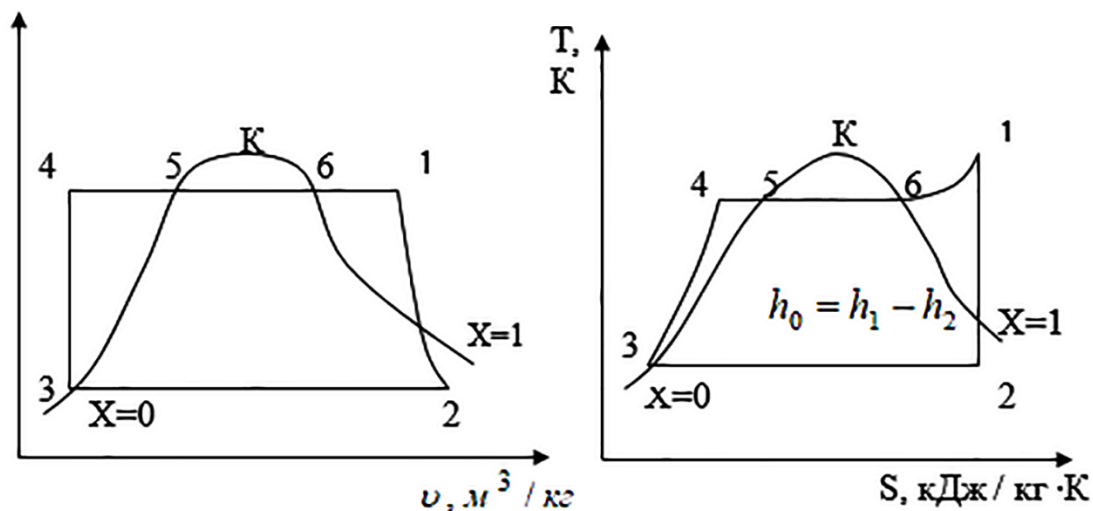


Рисунок 20 – Изображение цикла Ренкина в  $P$ - $V$  и  $T$ - $S$  диаграммах

### 5.3 Практическое определение теплотерь в окружающую среду

**Пример.** Определите потери тепла за один час с одного метра длины горизонтально положенной цилиндрической трубы, охлаждаемой свободным потоком воздуха, если известны наружный диаметр трубы ( $d$ ), температура стенки трубы ( $t_c$ ) и температура воздуха в помещении ( $t_b$ ).

**Решение:** Количество тепла, отданное телом воздуху при конвективном теплообмене, может быть определено по формуле Ньютона-Рихмана (58):

$$Q = \alpha F \Delta t \tau \quad (58)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/м<sup>2</sup> · К;  
 $F = \pi d l$  – теплоотдающая поверхность, м<sup>2</sup>;  
 $\Delta t = (t_c - t_b)$  – температурный напор, °С;  
 $\tau$  – время, ч.

Коэффициент теплоотдачи зависит от многих факторов: температуры и шероховатости тела; температуры и скорости движения воздуха. Он определяется с помощью теории подобия. Критериями подобия для случая естественной конвекции являются:

1. Критерий Нуссельта или критерий теплоотдачи:

$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda} \quad (59)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности воздуха, определяемый по данным приложения В, Вт/м · К;  
 $d$  – диаметр трубы, м.

2. Критерий Грасгофа или критерий подъемной силы:

$$Gr = \frac{g \beta \Delta T d^3}{\nu} \quad (60)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения (равно 9,81 м/с<sup>2</sup>);  
 $\beta$  – температурный коэффициент объемного расширения;  
 $\Delta T$  – расчетный температурный напор, °С (при  $\Delta T = T_c - T_b$ );  
 $\nu$  – кинематическая вязкость воздуха, м<sup>2</sup>/с (приложение В).

---

Согласно теории подобия, между указанными критериями существует зависимость, определяемая выражением (61):

$$N_u = f(G_r, P_r) \quad (61)$$

Около горизонтальной трубы в очень широком интервале изменения  $\Delta t$  и  $d$  сохраняется ламинарное движение воздуха. При этом для расчета средних коэффициентов теплоотдачи используем формулу (62):

$$N_u = 0,5(G_{rB}P_{rB})^{0,25} \quad (62)$$

Критерий  $P_r$  для воздуха в широком интервале температур практически не изменяется, поэтому  $\frac{P_{rB}}{P_{rc}} = 1$ .

#### 5.4 Практическое определение необходимого воздухообмена в животноводческом помещении

**Пример.** Определите необходимый в холодный период воздухообмен для животноводческих помещений. Исходные данные: вид и группа животных; количество голов; живая масса; объем помещения; относительная влажность наружного воздуха; относительная влажность внутреннего воздуха; температура наружного воздуха; барометрическое давление.

**Решение:** Необходимый воздухообмен при повышенной концентрации вредных газов ( $\text{CO}_2$ ) в помещении определяют по уравнению (63):

$$L_r = \frac{V_r}{V_d - V_{пр}} \quad (63)$$

где  $V_r$  – объем выделившегося в помещении газа,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$V_d$  – допустимая концентрация вредного газа в воздухе помещения (составляет  $0,0025 \text{ м}^3/\text{м}^3$ );

$V_{пр}$  – концентрация вредного газа в наружном приточном воздухе (составляет  $0,0003 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ).

Воздухообмен при условии удаления из помещения избыточной влаги определяют по уравнению (64):

$$L_W = \frac{W}{(d_B - d_H)\rho} \quad (64)$$

где  $W$  – масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч (приложение В);  
 $d_B, d_H$  – соответственно влагосодержание внутреннего и наружного приточного воздуха, г/кг сухого воздуха;

$\rho$  – плотность воздуха при температуре помещения, кг/м<sup>3</sup> (приложение В).

В расчетах влагосодержание внутреннего воздуха можно принять равным 5,3 г/кг сухого воздуха, наружного воздуха – 0,5 г/кг сухого воздуха или определить по  $h-d$  диаграмме.

Плотность сухого воздуха в зависимости от температуры и давления находится по уравнению (65):

$$\rho = \frac{346P}{(273 + t_H)101325} \quad (65)$$

где  $P$  – барометрическое давление, Па.

Воздухообмен по избыточному теплу определяют по уравнению (66):

$$L_Q = \frac{3,6Q_n}{c_p(t_B - t_H)\rho} \quad (66)$$

где  $L_Q$  – избыточный тепловой поток, Вт;

$c_p$  – теплоемкость воздуха (равна 1 кДж/кг·К);

$t_B$  – температура внутреннего воздуха (приложение В).

За расчетный воздухообмен принимается наибольший, по которому проектируется система вентиляции.

## 5.5 Подбор калорифера

**Пример.** Осуществите подбор калориферной установки для подогрева приточного воздуха, используя данные предыдущего примера. Теплоносителем

выступает вода с температурой в подающей магистрали ( $t_n$ ), в обратной магистрали ( $t_o$ ).

**Решение:** Поток тепла, необходимый для нагревания воздуха, определяем из выражения (67):

$$Q = 0,278L \cdot \rho \cdot c_p(t_n - t_o) \quad (67)$$

где  $L$  – максимальный воздухообмен.

Задаемся расчетной массовой скоростью ( $(v_p)_p$ ) на уровне 7–10 кг/(м·с) и определяем предварительную площадь живого сечения калориферной установки по воздуху:

$$f_p = \frac{L_p}{3600(v_p)_p} \quad (68)$$

По данным приложения Г, выбираем калорифер (модель и номер калорифера, площадь поверхности нагрева  $F$ , площадь живого сечения по воздуху  $f_p$  и по теплоносителю  $f_{mp}$ ) и уточняем массовую скорость:

$$v_p = \frac{L_p}{3600f_p} \quad (69)$$

Скорость воды в трубах калорифера устанавливают по формуле (70):

$$w = \frac{Q}{10^3 \rho_B c_B (t_n - t_o) f_{mp}} \quad (70)$$

где  $\rho_B$  – плотность воды (равна 1 000 кг/м<sup>3</sup>);

$c_B$  – удельная теплоемкость воды (составляет 4,19 кДж/(кг·К));

$t_n, t_o$  – температура воды, соответственно на входе в калорифер и выходе из него, К;

$f_{mp}$  – площадь живого сечения трубок калорифера для прохода теплоносителя (приложение Г).

Тогда действительная теплоотдача калорифера составит:

$$Q_K = kF(t'_{cp} - t_{cp}), \quad (71)$$

$$t'_{\text{cp}} = \frac{t_n + t_o}{2}, \quad (72)$$

$$t_{\text{cp}} = \frac{t_{\text{в}} + t_{\text{н}}}{2} \quad (73)$$

где  $k$  – коэффициент теплоотдачи, определяемый по приложению В;  
 $F$  – площадь поверхности нагрева калорифера, м<sup>2</sup>;  
 $t'_{\text{cp}}$  – средняя температура теплоносителя, °С;  
 $t_{\text{cp}}$  – средняя температура нагреваемого воздуха, °С.

Выбор калорифера считается правильным, если  $Q_K = (1,15 \dots 1,20)Q$ . В противном случае расчет повторяют, выбрав калорифер другого номера (а может быть и другой модели) или несколько последовательно установленных калориферов.

## 5.6 Практическое использование $h$ - $d$ диаграммы при сушке продуктов

**Пример.** В сушилку поступает воздух с относительной влажностью  $\varphi_1$ , подогретый от температуры  $t_1$  до  $t_2$  градусов. При выходе из сушилки воздух имеет температуру  $t_3$  градусов. Определите влагосодержание воздуха ( $d$ ); расход воздуха и потребное количество теплоты на испарение одного килограмма испаренной влаги в сушильной установке, пользуясь диаграммой  $h$ - $d$  (приложение Д).

### Решение:

1. Находим точку пересечения  $t_1$  и  $\varphi$ , и для этой точки влагосодержание  $d_1$  и энтальпию  $h_1$ .
2. Из данной точки проводим вертикальную линию  $d = \text{const}$ , так как нагревание идет при постоянной влажности, до пересечения с  $t_2$ , и находим энтальпию  $h_2$ .
3. Так как процесс сушки протекает при  $h = \text{const}$ , проводим линию до пересечения с  $t_3$ , и получаем точку  $d_2$ .
4. Определяем какое количество влаги отнимает один килограмм воздуха:  
 $\Delta d = d_2 - d_1$  (в граммах).

5. Определяем количество воздуха необходимое для испарения одного килограмма влаги:  $M = 1000/\Delta d$  (в килограммах).

## 5.7 Практическое определение эффективности использования новых или модернизированных средств механизации

### 5.7.1 Эффективность использования машинно-тракторных агрегатов

При оценке эффективности работы средств механизации одним из наиболее доступных способов проверки в реальных условиях эксплуатации является проведение сравнительных хозяйственных испытаний. Сравнительные хозяйственные испытания новой техники выполняют методом сплошного хронометража. В качестве примера приведем данные проведенного хронометража машинно-тракторного агрегата, состоящего из модернизированного трактора МТЗ-80 и бороны БДТ-3, на бороновании в сравнении с серийным вариантом. После обработки полученных данных они были сведены в таблицу 15.

**Таблица 15 – Результаты сравнительных хозяйственных испытаний на бороновании**

Показатели		Машинно-тракторный агрегат (МТЗ-80 + БДТ-3)	
		серийный	экспериментальный
Длина гона, м		950	950
Ширина захвата, м	конструктивная	3,00	3,00
	рабочая	2,92	2,93
Скорость движения, м/с		2,30	2,65
Производительность, га/ч	в час времени движения	2,5	2,81
	в час основного рабочего времени	2,83	3,02
Коэффициент использования времени движения		0,88	0,86
Коэффициент использования времени смены		0,83	0,85
Расход топлива на единицу обработанной площади, кг/га		7,5	6,9

Анализ таблицы показывает, что использование трактора МТЗ-80 и бороны БДТ-3 с установленным устройством на бороновании позволило повысить производительность за один час основного рабочего времени на 14 % и снизить расход топлива на единицу обработанной площади на 8,6 % по сравнению с трактором МТЗ-80 и бороной БДТ-3 в серийном варианте.

При определении эффективности применения колесного трактора класса 1,4 учитывались методические нормативные материалы.

Исходные данные для расчета взяты из проведенных хронометражных наблюдений за работой машинно-тракторного агрегата (табл. 15). При этом определяются следующие показатели:

1) затраты живого труда:

$$E_{\text{ж}} = \frac{a_{\text{ж}} \cdot n_{\text{ч}}}{W_{\text{см}}} \quad (74)$$

где  $a_{\text{ж}}$  – энергетический эквивалент живого труда, МДж/ч;

$n_{\text{ч}}$  – число трактористов, чел;

$W_{\text{см}}$  – производительность агрегата, га/ч.

2) прямые затраты энергии:

$$E_{\text{п}} = N_{\text{т}} \cdot (a_{\text{т}} + f_{\text{т}}) \quad (75)$$

где  $N_{\text{т}}$  – расход топлива, кг/га;

$a_{\text{т}}$  – энергетический эквивалент топлива, МДж/кг;

$f_{\text{т}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг.

3) удельная энергоемкость трактора в расчете на один час работы:

$$E_{\text{т}} = \frac{M_{\text{т}} \cdot C_{\text{тр}} \cdot (K_{\text{т}} + K_{\text{тк}} + K_{\text{тр}})}{100 \cdot T_{\text{нт}}} \quad (76)$$

где  $K_{\text{т}}$ ,  $K_{\text{тк}}$ ,  $K_{\text{тр}}$  – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонт энергетического средства;

$M_{\text{т}}$  – масса энергетического средства, кг;

$C_{\text{тр}}$  – энергетический эквивалент энергетического средства, МДж/кг;

$T_{\text{нт}}$  – годовая загрузка тракторов, ч.

5 Примеры использования  
предлагаемого справочного материала

---

4) удельная энергоёмкость сельскохозяйственной машины:

$$E_M = \frac{M_M \cdot P_M \cdot (\Phi_M + \Phi_{MK})}{100 \cdot T_{HT}} \quad (77)$$

где  $M_M$  – масса сельскохозяйственной машины, кг;

$P_M$  – энергетический эквивалент сельскохозяйственной машины, МДж/кг;

$\Phi_M, \Phi_{MK}$  – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонт сельскохозяйственной машины, %;

$T_{HT}$  – годовая загрузка сельскохозяйственной машины, ч.

Суммарная энергоёмкость энергетического средства и сельскохозяйственной машины в расчете на один гектар составит:

$$E_{TM} = \frac{E_T + E_M}{W_{CM}} \quad (78)$$

Совокупные или полные энергозатраты равны:

$$E_{ТП} = E_{П} + E_{Ж} + E_{TM} \quad (79)$$

Экономия полных энергозатрат рассчитывается по формуле (80):

$$\Delta E_{ТП} = E_{ТНБ} - E_{ТПП} \quad (80)$$

где  $E_{ТНБ}$  – совокупные энергозатраты новой машины, МДж/га;

$E_{ТПП}$  – совокупные энергозатраты базовой машины, МДж/га.

Произведем расчеты эффективности использования на бороновании почвы серийного трактора класса 1,4 и опытного трактора с устройством для перераспределения сцепного веса. Необходимые справочные данные приведены в приложениях Ж, И, К, Л.

Для серийного машинно-тракторного агрегата в составе трактора МТЗ-80 и бороны БДТ-3:

$$E_{nc} = 1,9 \cdot (42,7 + 10) = 100,13 \text{ МДж/га};$$

$$E_{жс} = \frac{1 \cdot 1,26}{2,5} = 0,504 \text{ МДж/га};$$

$$E_{mc} = \frac{3160 \cdot 86 \cdot (10 + 14,9)}{100 \cdot 1095} = 61,79 \text{ МДж/га};$$

$$E_{mc} = \frac{195 \cdot 1328 \cdot (14,2+7)}{100 \cdot 150} = 365,99 \text{ МДж/га};$$

$$E_{mnc} = \frac{E_{mc} + E_{nrc}}{W} = \frac{61,79 + 365,99}{2,5} = 208,2 \text{ МДж/га};$$

$$E_{mnc} = E_{nc} + E_{жс} + E_{mnc} = 100,13 + 0,504 + 208,2 = 308,8 \text{ МДж/га}.$$

Для экспериментального машинно-тракторного агрегата:

$$E_{nэ} = 1,6 \cdot (42,7 + 10) = 84,32 \text{ МДж/га};$$

$$E_{жэ} = \frac{1 \cdot 1,26}{2,83} = 0,445 \text{ МДж/га};$$

$$E_{тэ} = \frac{3200 \cdot 86 \cdot (10 + 14,9)}{100 \cdot 1095} = 61,79 \text{ МДж/га};$$

$$E_{nrcн} = \frac{195 \cdot 1328 \cdot (14,2+7)}{100 \cdot 150} = 365,99 \text{ МДж/га};$$

$$E_{mrcн} = \frac{E_{тэ} + E_{nrcн}}{W} = \frac{61,79 + 365,99}{2,83} = 191,11 \text{ МДж/га};$$

$$E_{mнн} = E_{нн} + E_{жн} + E_{mrcн} = 84,32 + 0,445 + 191,11 = 275,875 \text{ МДж/га}.$$

Следовательно,  $\Delta E_n = 308,8 - 275,87 = 32,93$ .

Таким образом, проведенные расчеты показали, что использование трактора класса 1,4 с устройством для перераспределения веса машинно-тракторного агрегата на бороновании позволяет снизить энергозатраты на 32,93 МДж/га по сравнению с серийным вариантом и получить годовой экономический эффект в пересчете на рублевый эквивалент в размере 38,6 руб./га.

**Таблица 16 – Топливо-энергетическая оценка проведенных исследований  
В мегаджоулей на гектар**

Показатели	Машинно-тракторный агрегат (класс 1,4)	
	серийный	предлагаемый
Прямые затраты	100,13	84,32
Затраты живого труда	0,504	0,445
Суммарная энергоёмкость агрегата	208,2	191,11
Совокупные энергозатраты	308,8	275,875
Экономия полных энергозатрат	–	32,93

Данные таблицы 16 показывают, что общая экономия полных энергозатрат

при бороновании составила 32,93 МДж/га обрабатываемой площади. Таким образом, для крестьянского (фермерского) хозяйства с посевными площадями до 400 га общая экономия в рублевом эквиваленте при внедрении предложенных конструкций в принятую технологию растениеводства составит 16 966 руб. на используемую техническую единицу (в ценах дизельного топлива из расчета средних потребительских цен для Дальневосточного федерального округа – 54,66 руб.).

### **5.7.2 Эффективность использования транспортных средств**

Хозяйственные испытания проводились с серийным трактором МТЗ-80 и прицепами 2ПТС-4 в сравнении с тракторно-транспортным агрегатом, оборудованным устройствами для оптимизации ширины тракторного коридора. Основной целью данных испытаний стало определение параметров, характеризующих эффективность работы: производительность за один час времени движения, коэффициент использования времени движения, рабочая скорость движения, расход топлива.

В таблице 17 приведены результаты сравнительных хозяйственных испытаний серийного и экспериментального тракторно-транспортного агрегатов.

Анализ таблицы позволяет сделать вывод, что у экспериментального агрегата рабочая скорость увеличилась по отношению к серийному с 7,41 до 7,94 м/с, производительность – с 95,8 до 115,1 т·км/ч, а расход топлива уменьшился с 2,1 до 1,97 кг/т·км, то есть произошли изменения на 7,57; 12,1; 8,29 % соответственно, что позволяет сформировать первичные данные для проведения топливно-энергетической оценки работы многозвенного тракторно-транспортного агрегата.

**Таблица 17 – Результаты сравнительных хозяйственных испытаний**

Показатели	Многозвенный тракторно-транспортный агрегат (МТЗ-80 + 2 прицепа 2ПТС-4)	
	серийный	экспериментальный
Длина плеча подвоза, м	1 820	1 820
Теоретическая скорость, м/с	9,8	9,8
Рабочая скорость, м/с	7,41	7,94
Теоретическая грузоподъемность, т	4 + 4	4 + 4
Действительная грузоподъемность, т	3,81 + 3,81	3,83 + 3,83
Производительность за один час времени движения, т·км	95,8	115,1
Коэффициент использования времени движения	0,94	0,92
Расход топлива, кг/т·км	2,1	1,97

Полученные результаты сравнительных хозяйственных испытаний доказывают, что использование транспортного агрегата с установленными устройствами увеличивает рабочую скорость и производительность, уменьшает буксование и удельный расход топлива. На основании полученных экспериментальных данных (табл. 17) проведем топливно-энергетический анализ.

При этом определяются следующие показатели:

1) прямые затраты энергии:

$$E_n = N_T^ч \cdot (a_m + f_m) / W \quad (81)$$

где  $N_T^ч$  – расход топлива за один час работы, кг;

$a_m$  – теплосодержание топлива, МДж/кг;

$f_m$  – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на производство топлива, МДж/кг;

$W$  – производительность агрегата, т·км.

2) энергозатраты живого труда:

$$E_ж = n_ч \cdot \frac{a_ж}{W} \quad (82)$$

где  $n_ч$  – число основных трактористов, чел.;

$a_ж$  – энергетический эквивалент живого труда, МДж/чел·ч.

3) удельная энергоемкость трактора в расчете на один час работы:

5 Примеры использования  
предлагаемого справочного материала

$$E_m = \frac{M_m \cdot A_m \cdot (a_m + a_{mk} + a_{mt})}{100 \cdot T_{год}} \cdot W \quad (83)$$

где  $M_m$  – масса энергетического средства, кг;

$A_m$  – энергетический эквивалент энергетического средства, МДж/кг;

$a_m, a_{mk}, a_{mt}$  – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты тракторов, %;

$T_{год}$  – годовая загрузка, ч.

4) удельная энергоемкость прицепа:

$$E_M = \frac{M_M \cdot A_M \cdot (a_M + a_{Mt})}{100 \cdot T_{год}} \cdot W \quad (84)$$

где  $M_M$  – масса прицепа, кг;

$A_M$  – энергетический эквивалент прицепа, МДж/кг;

$a_M, a_{Mt}$  – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты прицепов, %;

$T_{год}$  – годовая загрузка, ч.

Суммарная энергоемкость трактора и прицепа составит:

$$E_{mM} = E_m + E_M \quad (85)$$

Тогда экономия полных энергозатрат в расчете на один час работы равна:

$$\Delta E_{mM} = E_{mMб} - E_{mMн} \quad (86)$$

где  $E_{mMб}$  – совокупные энергозатраты базового варианта, МДж/т·км;

$E_{mMн}$  – совокупные энергозатраты нового варианта, МДж/т·км.

При расчете основных топливно-энергетических показателей взяты данные, полученные в результате проведенных сравнительно-хозяйственных испытаний работы тракторно-транспортного агрегата в реальных условиях эксплуатации. Полученные данные приведены в таблице 18. Необходимые справочные данные приведены в приложениях Ж, И, К, Л.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование предлагаемого тракторно-транспортного агрегата позволяет получить экономию энергозатрат 11,5 МДж/т·км., что в рублевом эквиваленте равно 2,90 руб. на один

тонна·километр (табл. 18).

**Таблица 18 – Топливо-энергетическая использования тракторно-транспортных агрегатов  
В мегаджоулей на тонна·километр**

Показатели	Тракторно-транспортный агрегат	
	существующий	предлагаемый
Прямые энергозатраты трактора	27,51	17,21
Энергозатраты живого труда	0,04	0,03
Удельная энергоёмкость трактора в расчете на один час работы	4,58	2,86
Удельная энергоёмкость прицепа	2,51	3,04
Полные энергозатраты	34,64	23,14
Экономия полных энергозатрат	–	11,50

---

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 24055–2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки // Техэксперт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200144754> (дата обращения: 12.09.2022).

2. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – М. : Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1995. – 95 с.

3. Методические рекомендации «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» : распоряжение Министерства транспорта РФ от 14.03.2008 № АМ-23-р // Консультант Плюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_76009/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_76009/) (дата обращения: 12.09.2022).

4. Методы оптимизации использования энергетических средств в АПК : учебное пособие / С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, Е. Е. Кузнецов, Н. П. Кидяева, О. П. Митрохина. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2022. – 222 с.

5. Практическое применение методов оптимизации энергетических затрат при использовании средств механизации в АПК : учебное пособие / С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2022. – 79 с.

6. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебное пособие / под ред. В. В. Федосеева. – М. : ЮНИТИ, 1999. – 391 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

**Таблица А.1 – Основные расчетные характеристики камерных топок с твердым шлакоудалением**

Тип топки	Наименование топлива	Коэффициент избытка воздуха в топке	Потери тепла от неполноты сгорания				Тепловое напряжение топки	
			химической		механической		котлы Д <75	котлы Д ≥75
			котлы Д <75	котлы Д ≥75	котлы Д <75	котлы Д ≥75		
Пылеугольные	каменные угли	1,2	0,5	0	3	1	210	175
	бурые угли	1,2	0,5	0	1,5	0,5	240	185
Шахтно-мельничные	каменные угли	1,25	0,5		6	4	150	
	бурые угли	1,25	0,5		2	1	175	
Камерные	мазут	1,1	0,5		–		290	
	газ	1,1	0,5		–		350	

**Таблица А.2 – Типы топок, рекомендуемые для котельных агрегатов**

Вид топлива	Паропроизводительность, т/ч	Рекомендуется
Каменный уголь	≤ 10	топка с забрасывателем и неподвижным слоем
	15–35	топка с забрасывателем и цепной решеткой
	≥ 25	шахтно-мельничная топка для углей
	≥ 35	пылеугольная топка
Бурый уголь (с $W^n \leq 4,7$ , то есть кроме сильновлажных)	≤ 10	топка с забрасывателем и неподвижным слоем
	15–35	топка с забрасывателем и цепной решеткой
	35–75	шахтно-мельничная топка для углей
	>75	пылеугольная топка
Мазут и газ	при всех значениях	камерная топка

**Таблица А.3 – Основные расчетные характеристики слоевых топок**

Наименование и обозначение показателей	Топки с забрасывателями и неподвижным слоем			Топки с забрасывателями и цепной решеткой		
	бурые угли		каменные угли	бурые угли		каменные угли
	малозольные	повышенной зольности		малозольные	повышенной зольности	
Коэффициент избытка воздуха в топке	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
Потеря от химической неполноты сгорания, $q_3$	1	1	1	0,5	0,5	0,5
Потеря от механической неполноты сгорания, $q_4$	7	9	6	6	7	5
Тепловое напряжение объема топки	230–350			300–470		
Тепловое напряжение зеркала горения	930–1 150	800–1 050	930–1 150	1 600	1 300	150

**Таблица А.4 – Потери тепла на наружное охлаждение котельного агрегата в зависимости от паропроизводительности**

Паропроизводительность котельного агрегата (Д), т/ч	Потери тепла на наружное охлаждение ( $q_5$ ), %
6,5	2,2
10	1,8
12	1,6
20	1,3
25	1,2
34	1,1
50	0,9
65	0,8
90	0,7
150	0,6
200	0,5
300	0,45

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ДИАГРАММА  $h-s$

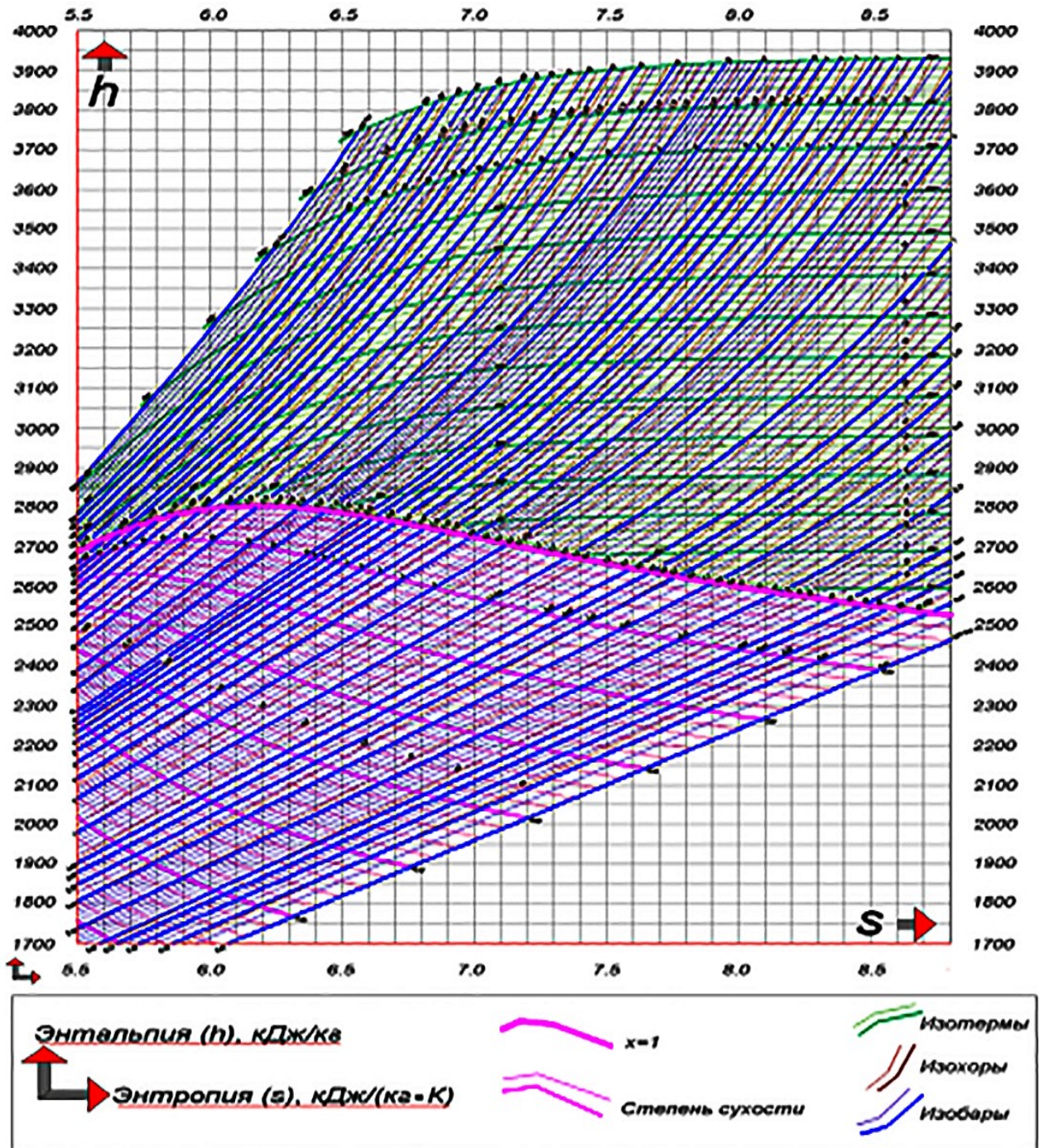


Рисунок Б.1 – Диаграмма  $h-s$  воды и водяного пара

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОПОТЕРЬ**

**Таблица В.1 – Молекулярные массы, плотности и объемы киломолей при нормальных условиях, а также газовые постоянные важнейших газов**

Вещество	Химическое обозначение	Молекулярная масса	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Объем киломоля, м <sup>3</sup> /кг	Газовая постоянная Дж/(кг·К)
Воздух	–	28,96	1,293	22,40	287,0
Кислород	O <sub>2</sub>	32,00	1,429	22,39	259,8
Азот	N <sub>2</sub>	28,026	1,251	22,40	296,8
Гелий	Ne	4,003	0,179	22,42	2078,0
Аргон	Ar	39,994	1,783	22,39	208,2
Водород	H <sub>2</sub>	2,016	0,090	22,43	4 124,0
Оксид углерода	CO	28,01	1,250	22,40	296,8
Двуокись углерода	CO <sub>2</sub>	44,01	1,977	22,26	188,9
Сернистый газ	SO <sub>2</sub>	64,06	2,926	21,89	129,8
Метан	CH <sub>4</sub>	16,032	0,717	22,39	518,8
Этилен	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,052	1,251	22,41	296,6
Коксовый газ	–	11,50	0,515	22,33	721,0
Аммиак	NH <sub>3</sub>	17,032	0,711	22,08	488,3
Водяной пар	H <sub>2</sub> O	18,016	0,804	22,40	461,0

**Таблица В.2 – Приближенные значения молярных теплоемкостей при постоянном объеме и постоянном давлении ( $c = const$ )**

Газы	Теплоемкость, кДж/кмоль·К		$k = \frac{\mu c_p}{\mu c_v}$
	$\mu c_v$	$\mu c_p$	
Одноатомные	12,56	20,93	1,67
Двухатомные	20,93	29,31	1,40
Трех- и многоатомные	29,31	37,68	1,29

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

**Таблица В.3 – Теплофизические свойства сухого воздуха при нормальном давлении**

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$C_p,$ кДж/кг·К	$\lambda,$ Вт/м·К	$a \cdot 10^5,$ м <sup>2</sup> /с	$\nu \cdot 10^{-6},$ м <sup>2</sup> /с	$Pr$
-30	1,453	1,0132	0,0219	1,49	10,80	0,723
-20	1,395	1,009	0,0228	1,62	11,79	0,716
-10	1,342	1,009	0,0237	1,74	12,43	0,712
0	1,293	1,0048	0,0245	1,88	13,28	0,707
10	1,247	1,0048	0,0252	2,01	14,16	0,705
20	1,205	1,0048	0,0260	2,15	15,06	0,703
30	1,165	1,0048	0,0268	2,29	16,00	0,701
40	1,128	1,0048	0,0276	2,43	16,96	0,699
50	1,093	1,0048	0,0284	2,56	17,95	0,698
60	1,06	1,0048	0,0291	2,71	18,97	0,696
70	1,029	1,009	0,0297	2,86	20,02	0,694
80	1,000	1,009	0,0306	3,01	21,09	0,692
90	0,972	1,009	0,0310	3,20	22,10	0,69
100	0,946	1,009	0,0321	3,36	23,13	0,688
120	0,898	1,009	0,0335	3,70	25,45	0,686
140	0,854	1,0132	0,0349	4,04	27,80	0,684
160	0,815	1,0174	0,0364	4,40	30,09	0,682
180	0,799	1,0216	0,0378	4,76	32,49	0,681
200	0,746	1,0258	0,0393	5,11	34,85	0,680
250	0,674	1,0383	0,0427	6,10	40,61	0,677
300	0,615	1,0467	0,0460	7,16	48,33	0,674
350	0,566	1,0593	0,0491	8,18	55,46	0,676
400	0,524	1,0676	0,0521	9,30	63,09	0,678
500	0,458	1,0921	0,0574	11,5	79,38	0,687

**Таблица В.4 – Соотношения между единицами давления**

Единицы давления	Па	бар	мм рт. ст.	мм вод. ст.	кгс/см <sup>2</sup>
Па	1	10 <sup>-5</sup>	7,5·10 <sup>-3</sup>	0,102	1,02·10 <sup>-5</sup>
бар	10 <sup>5</sup>	1	7,5·10 <sup>2</sup>	1,02·10 <sup>4</sup>	1,02
мм рт. ст.	133,3	1,333·10 <sup>-3</sup>	1	13,6	1,36·10 <sup>-3</sup>
мм вод. ст.	9,81	9,81·10 <sup>-5</sup>	7,35·10 <sup>2</sup>	1	10 <sup>-4</sup>
кгс/см <sup>2</sup>	98100	0,981	7,35·10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	1

**Таблица В.5 – Формулы для расчета газовых смесей**

Задание состава смеси	Перевод из одного состава в другой	Плотность и удельный объем смеси	Кажущаяся молекулярная масса смеси	Газовая постоянная смеси	Парциальное давление
Массовыми долями	$r_i = \frac{\frac{m_i}{\mu_i}}{\sum_1^n \frac{m_i}{\mu_i}}$	$v_{см} = \frac{\sum_1^n \frac{m_i}{p_i}}{1}$ $p_{см} = \frac{1}{\sum_1^n \frac{m_i}{p_i}}$	$\mu_{см} = \frac{1}{\sum_1^n \frac{m_i}{\mu_i}}$	$R_{см} = \sum_1^n m_i R$	$P_i = m_i \frac{R_i}{R_{см}} P_{см}$
Объемными долями	$m_i = \frac{r_i \mu_i}{\sum_1^n r_i \mu_i}$	$p_{см} = \frac{\sum_1^n r_i p_i}{1}$ $v_{см} = \frac{1}{\sum_1^n r_i p_i}$	$\mu_{см} = \sum_1^n r_i \mu_i$	$R_{см} = \frac{8314}{\sum_1^n r_i \mu_i}$	$P_i = r_i P_{см}$

**Таблица В.6 – Интерполяционные формулы для истинных и средних молярных теплоемкостей газов**

Газ	Молярная теплоемкость при $p = const$ в кДж/(кмоль·К)	
	истинная	средняя
<b>В пределах 0–1 000 °С</b>		
O <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 29,5802 + 0,0069706 \cdot t$	$\mu_{срм} = 29,2080 + 0,0040717 \cdot t$
N <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 28,5372 + 0,0053905 \cdot t$	$\mu_{срм} = 28,7340 + 0,0023488 \cdot t$
CO <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 28,7395 + 0,0058862 \cdot t$	$\mu_{срм} = 28,8563 + 0,0026808 \cdot t$
Воздух	$\mu_{ср} = 28,7558 + 0,0057208 \cdot t$	$\mu_{срм} = 28,8270 + 0,0027080 \cdot t$
H <sub>2</sub> O	$\mu_{ср} = 32,8367 + 0,0116611 \cdot t$	$\mu_{срм} = 33,1494 + 0,0052749 \cdot t$
SO <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 42,8729 + 0,0132043 \cdot t$	$\mu_{срм} = 40,4386 + 0,0099562 \cdot t$
<b>В пределах 0–1 500 °С</b>		
H <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 28,3446 + 0,0031518 \cdot t$	$\mu_{срм} = 28,7210 + 0,0012008 \cdot t$
CO <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 41,3597 + 0,0144985 \cdot t$	$\mu_{срм} = 38,3955 + 0,0105838 \cdot t$
<b>В пределах 1 000–2 700 °С</b>		
O <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 33,3446 + 0,0021951 \cdot t$	$\mu_{срм} = 31,5731 + 0,0017572 \cdot t$
N <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 32,7466 + 0,0016517 \cdot t$	$\mu_{срм} = 29,7815 + 0,0016835 \cdot t$
CO	$\mu_{ср} = 33,6991 + 0,0013406 \cdot t$	$\mu_{срм} = 30,4242 + 0,0015579 \cdot t$
Воздух	$\mu_{ср} = 32,9564 + 0,0017806 \cdot t$	$\mu_{срм} = 30,1533 + 0,0016973 \cdot t$
H <sub>2</sub> O	$\mu_{ср} = 40,2393 + 0,0059854 \cdot t$	$\mu_{срм} = 34,5118 + 0,0045979 \cdot t$
<b>В пределах 1 500–3 000 °С</b>		
H <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 31,0079 + 0,0020243 \cdot t$	$\mu_{срм} = 28,6344 + 0,0014821 \cdot t$
CO <sub>2</sub>	$\mu_{ср} = 56,8768 + 0,0021738 \cdot t$	$\mu_{срм} = 48,4534 + 0,0030032 \cdot t$

**Таблица В.7 – Интерполяционные формулы для средних массовых и объемных теплоемкостей газов**

Газ	Теплоемкость	
	массовая, кДж/(кг·К)	объемная, кДж/(м <sup>3</sup> ·К)
<b>В пределах 0–1 000 °С</b>		
O <sub>2</sub>	$C_{pm} = 0,9127 + 0,00012724 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,3046 + 0,00018183 \cdot t$
	$C_{vm} = 0,6527 + 0,00012724 \cdot t$	$C'_{vm} = 0,9337 + 0,00018183 \cdot t$
N <sub>2</sub>	$C_{pm} = 1,0258 + 0,00008382 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,2833 + 0,00010492 \cdot t$
	$C_{vm} = 0,7289 + 0,00008382 \cdot t$	$C'_{vm} = 0,9123 + 0,00010492 \cdot t$
CO <sub>2</sub>	$C_{pm} = 1,0304 + 0,00009575 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,2883 + 0,00011966 \cdot t$
	$C_{vm} = 0,7335 + 0,00009575 \cdot t$	$C'_{vm} = 0,9173 + 0,00011966 \cdot t$
Воздух	$C_{pm} = 0,995 + 0,00009349 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,2870 + 0,00012091 \cdot t$
	$C_{vm} = 0,7084 + 0,00009349 \cdot t$	$C'_{vm} = 0,9161 + 0,00012091 \cdot t$
H <sub>2</sub> O	$C_{pm} = 1,8401 + 0,00029278 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,4800 + 0,00023551 \cdot t$
	$C_{vm} = 1,3783 + 0,00029278 \cdot t$	$C'_{vm} = 1,1091 + 0,00023551 \cdot t$
SO <sub>2</sub>	$C_{pm} = 0,6314 + 0,00015541 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,8472 + 0,00004547 \cdot t$
	$C_{vm} = 0,5016 + 0,00015541 \cdot t$	$C'_{vm} = 1,4703 + 0,00004547 \cdot t$
<b>В пределах 0–1 500 °С</b>		
H <sub>2</sub>	$C_{pm} = 14,2494 + 0,00059574 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,2803 + 0,00005355 \cdot t$
	$C_{vm} = 10,1241 + 0,00059674 \cdot t$	$C'_{vm} = 0,9094 + 0,00005355 \cdot t$
CO <sub>2</sub>	$C_{pm} = 0,8725 + 0,00024053 \cdot t$	$C'_{pm} = 1,7250 + 0,00004756 \cdot t$
	$C_{vm} = 0,6837 + 0,00024053 \cdot t$	$C'_{vm} = 1,3540 + 0,00004756 \cdot t$

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

**Таблица В.8 – Теплоемкость кислорода (O<sub>2</sub>)**

Темпе- ратура	Мольная теплоемкость, кДж/(кмоль·К)				Массовая теплоемкость, кДж/(кг·К)		Объемная теплоемкость, кДж/(м <sup>3</sup> ·К)	
	$\mu_{cp}$	$\mu_{cv}$	$\mu_{cpm}$	$\mu_{cvm}$	$C_{pm}$	$C_{vm}$	$C'_{pm}$	$C'_{vm}$
0	29,274	20,959	29,274	20,959	0,9148	0,6548	1,3059	0,9349
100	29,877	21,562	29,538	21,223	0,9232	0,6632	1,3176	0,9466
200	30,815	22,500	29,931	21,616	0,9353	0,6753	1,3352	0,9642
300	31,832	23,517	30,400	22,085	0,9500	0,6900	1,3561	0,9852
400	32,758	24,443	30,878	22,563	0,9651	0,7051	1,3575	1,0065
500	33,549	25,234	31,334	23,019	0,9793	0,7193	1,3980	1,0270
600	34,202	25,887	31,761	23,446	0,9927	0,7327	1,4168	1,0459
700	34,746	26,431	32,150	23,835	1,0048	0,7448	1,4344	1,0634
800	35,203	26,888	32,502	24,187	1,0157	0,7557	1,4499	1,0789
900	35,584	27,269	32,825	24,510	1,0258	0,7658	1,4645	1,0936
1 000	35,914	27,599	33,118	24,803	1,0350	0,7750	1,4775	1,1066
1 100	36,216	27,901	33,386	25,071	1,0434	0,7834	1,4892	1,1183
1 200	36,488	28,173	33,633	25,318	1,0509	0,7913	1,5005	1,1296
1 300	36,752	28,437	33,863	25,548	1,0580	0,7984	1,5106	1,1396
1 400	36,999	28,684	34,076	25,761	1,0647	0,8051	1,5202	1,1493
1 500	37,242	28,927	34,282	25,967	1,0714	0,8114	1,5294	1,1585
1 600	37,480	29,165	34,474	26,159	1,0773	0,8173	1,5378	1,1669
1 700	37,715	29,400	34,658	26,343	1,0831	0,8231	1,5462	1,1752
1 800	37,945	29,630	34,834	26,519	1,0886	0,8286	1,5541	1,1832
1 900	38,175	29,860	35,006	26,691	1,0940	0,8340	1,5617	1,1907
2 000	38,406	30,091	35,169	26,854	1,0990	0,8390	1,5692	1,1978
2 100	38,636	30,321	35,328	27,013	1,1041	0,8441	1,5759	1,2050
2 200	39,858	30,543	35,483	27,168	1,1087	0,8491	1,5830	1,2121
2 300	39,080	30,765	35,634	27,319	1,1137	0,8537	1,5897	1,2188
2 400	39,293	30,978	35,785	27,470	1,1183	0,8583	1,5964	1,2255
2 500	39,502	31,187	35,927	27,612	1,1229	0,8629	1,6027	1,2318
2 600	39,708	31,393	36,069	27,754	1,1271	0,8675	1,6090	1,2380
2 700	39,909	31,594	36,207	27,892	1,1313	0,8717	1,6153	1,2443

Таблица В.9 – Теплоемкость азота (N<sub>2</sub>)

Темпе- ратура	Мольная теплоемкость, кДж/(кмоль·К)				Массовая теплоемкость, кДж/(кг·К)		Объемная теплоемкость, кДж/(м <sup>3</sup> ·К)	
	$\mu_{cp}$	$\mu_{cv}$	$\mu_{cpm}$	$\mu_{cvm}$	$C_{pm}$	$C_{vm}$	$C'_{pm}$	$C'_{vm}$
0	29,115	20,800	29,115	20,800	1,0392	0,7423	1,2987	0,9278
100	29,199	20,884	29,144	20,829	1,0404	0,7427	1,3004	0,9295
200	29,471	21,156	29,228	20,913	1,0434	0,7465	1,3038	0,9328
300	29,952	21,637	29,383	21,068	1,0488	0,7519	1,3109	0,9399
400	30,576	22,261	29,601	21,286	1,0567	0,7599	1,3205	0,9496
500	31,250	22,935	29,864	21,549	1,0660	0,7691	1,3322	0,9613
600	31,920	23,605	30,149	21,834	1,0760	0,7792	1,3452	0,9743
700	32,540	24,225	30,451	22,136	1,0869	0,7900	1,3586	0,9877
800	33,101	24,786	30,748	22,433	1,0974	0,8005	1,3716	1,0006
900	33,599	25,284	31,037	22,722	1,1078	0,8110	1,3845	1,0136
1 000	34,039	25,724	31,313	22,998	1,1179	0,8210	1,3971	1,0178
1 100	34,424	26,109	31,577	23,262	1,1271	0,8302	1,4089	1,0379
1 200	34,773	26,448	31,828	23,513	1,1359	0,8395	1,4202	1,0492
1 300	35,070	26,745	32,067	23,752	1,1447	0,8478	1,4306	1,0597
1 400	35,330	27,005	32,293	23,978	1,1526	0,8558	1,4407	1,0697
1 500	35,556	27,231	32,502	24,187	1,1602	0,8633	1,4499	1,0789
1 600	35,757	27,432	32,699	24,384	1,1673	0,8704	1,4587	1,0877
1 700	35,937	27,612	32,883	24,568	1,1736	0,8771	1,4671	1,0961
1 800	36,100	27,775	33,055	24,740	1,1798	0,8830	1,4746	1,1036
1 900	36,247	27,922	33,218	24,903	1,1857	0,8889	1,4821	1,1112
2 000	36,377	28,052	33,373	25,058	1,1911	0,8943	1,4888	1,1179
2 100	36,494	28,169	33,520	25,205	1,1966	0,8997	1,4955	1,1246
2 200	36,603	28,278	33,658	25,343	1,2012	0,9048	1,5018	1,1304
2 300	36,703	28,378	33,787	25,472	1,2058	0,9094	1,5072	1,1363
2 400	36,795	28,470	33,909	25,594	1,2104	0,9136	1,5127	1,1417
2 500	36,879	28,554	34,022	25,707	1,2142	0,9177	1,5177	1,1468

**Таблица В.10 – Теплоемкость окиси углерода (СО)**

Темпе- ратура	Мольная теплоемкость, кДж/(кмоль·К)				Массовая теплоемкость, кДж/(кг·К)		Объемная теплоемкость, кДж/(м <sup>3</sup> ·К)	
	$\mu_{cp}$	$\mu_{cv}$	$\mu_{cpm}$	$\mu_{cvm}$	$C_{pm}$	$C_{vm}$	$C'_{pm}$	$C'_{vm}$
0	29,123	20,808	29,123	20,808	1,0396	0,7427	1,2992	0,9282
100	29,262	20,947	29,178	20,863	1,0417	0,7448	1,3017	0,9307
200	29,647	21,332	29,303	20,988	1,0463	0,7494	1,3071	0,9362
300	30,254	21,939	29,517	21,202	1,0538	0,7570	1,3167	0,9458
400	30,974	22,659	29,789	21,474	1,0634	0,7666	1,3289	0,9579
500	31,707	23,392	30,099	21,784	1,0748	0,7775	1,3427	0,9718
600	32,402	24,087	30,425	22,110	1,0861	0,7892	1,3574	0,9864
700	33,025	24,710	30,752	22,437	1,0978	0,8009	1,3720	1,0011
800	33,574	25,259	31,070	22,755	1,1091	0,8122	1,3862	1,0153
900	34,055	25,740	31,376	23,061	1,1200	0,8231	1,3996	1,0287
1 000	34,470	26,155	31,665	23,350	1,1304	0,8336	1,4126	1,0417
1 100	34,826	26,511	31,937	23,622	1,1401	0,8432	1,4248	1,0538
1 200	35,140	26,825	32,192	23,877	1,1493	0,8566	1,4361	1,0651
1 300	35,412	27,097	32,427	24,112	1,1577	0,8608	1,4465	1,0756
1 400	35,646	27,331	32,653	24,338	1,1656	0,8688	1,4566	1,0856
1 500	35,856	27,541	32,858	24,543	1,1731	0,8763	1,4658	1,0948
1 600	36,040	27,725	33,051	24,736	1,1798	0,8830	1,4746	1,1036
1 700	36,203	27,888	33,231	24,916	1,1865	0,8893	1,4825	1,1116
1 800	36,350	28,035	33,402	25,087	1,1924	0,8956	1,4901	1,1191
1 900	36,480	28,165	33,561	25,246	1,1983	0,9014	1,4972	1,1262
2 000	36,597	28,282	33,708	25,393	1,2033	0,9064	1,5039	1,1329
2 100	36,706	28,391	33,850	25,535	1,2083	0,9115	1,5102	1,1392
2 200	36,802	28,487	33,980	25,665	1,2129	0,9161	1,5160	1,1451
2 300	36,894	28,579	34,106	25,791	1,2175	0,9207	1,5215	1,1505
2 400	36,978	28,663	34,223	25,908	1,2217	0,9249	1,5269	1,1560
2 500	36,053	28,738	34,336	26,021	1,2259	0,9291	1,5320	1,1610

Таблица В.11 – Теплоемкость водорода (H<sub>2</sub>)

Темпе- ратура	Мольная теплоемкость, кДж/(кмоль·К)				Массовая теплоемкость, кДж/(кг·К)		Объемная теплоемкость, кДж/(м <sup>3</sup> ·К)	
	$\mu_{cp}$	$\mu_{cv}$	$\mu_{cpm}$	$\mu_{cvm}$	$C_{pm}$	$C_{vm}$	$C'_{pm}$	$C'_{vm}$
0	28,617	20,302	28,617	20,302	14,195	10,071	1,2766	0,9056
100	29,128	20,813	28,935	20,620	14,353	10,228	1,2908	0,9198
200	29,241	20,926	29,073	20,758	14,421	10,297	1,2971	0,9261
300	29,299	20,984	29,123	20,808	14,446	10,322	1,2992	0,9282
400	29,396	21,081	29,186	20,871	14,477	10,353	1,3021	0,9311
500	29,559	21,244	29,249	20,934	14,509	10,384	1,3050	0,9341
600	29,793	21,478	29,316	21,001	14,542	10,417	1,3080	0,9370
700	30,099	21,784	29,408	21,093	14,587	10,463	1,3121	0,9412
800	30,472	22,157	29,517	21,202	14,641	10,517	1,3167	0,9458
900	30,869	22,554	29,647	21,332	14,706	10,581	1,3226	0,9516
1 000	31,284	22,969	29,789	21,474	14,776	10,652	1,3289	0,9579
1 100	31,723	23,408	29,944	21,629	14,853	10,727	1,3360	0,9650
1 200	32,155	23,840	30,107	21,792	14,934	10,809	1,3431	0,9722
1 300	32,590	24,275	30,288	21,973	15,023	10,899	1,3511	0,9801
1 400	33,000	24,685	30,467	22,152	15,113	10,988	1,3591	0,9881
1 500	33,394	25,079	30,647	22,322	15,202	11,077	1,3674	0,9964
1 600	33,762	25,447	30,832	22,517	15,294	11,169	1,3754	0,0044
1 700	34,114	25,799	31,012	22,697	15,383	11,258	1,3833	0,0124
1 800	34,445	26,130	31,192	22,877	15,472	11,347	1,3917	0,0207
1 900	34,763	26,448	31,372	23,057	15,561	11,437	1,3996	0,0287
2 000	35,056	26,741	31,548	23,233	15,649	11,524	1,4076	0,0366
2 100	35,332	27,017	31,723	23,408	15,736	11,611	1,4151	0,0442
2 200	35,605	27,290	31,891	23,576	15,819	11,694	1,4227	0,0517
2 300	35,852	27,537	32,058	23,743	15,902	11,798	1,4302	0,0593
2 400	36,090	27,775	32,222	23,907	15,983	11,858	1,4373	0,0664
2 500	36,316	28,001	32,385	24,070	16,064	11,937	1,4449	0,0739
2 600	36,530	28,215	32,540	24,225	16,141	11,016	1,4516	0,0806
2 700	36,731	28,416	32,691	24,376	16,215	11,091	1,4583	0,0873

**Таблица В.12 – Теплоемкость углекислого газа (CO<sub>2</sub>)**

Темпе- ратура	Мольная теплоемкость, кДж/(кмоль·К)				Массовая теплоемкость, кДж/(кг·К)		Объемная теплоемкость, кДж/(м <sup>3</sup> ·К)	
	$\mu_{cp}$	$\mu_{cv}$	$\mu_{cpm}$	$\mu_{cvm}$	$C_{pm}$	$C_{vm}$	$C'_{pm}$	$C'_{vm}$
0	35,860	27,545	35,860	27,545	0,8148	0,6259	1,5908	1,2288
100	40,206	31,891	38,112	29,797	0,8658	0,6770	1,7003	1,3293
200	43,689	35,374	40,059	31,744	0,9102	0,7214	1,7373	1,4164
300	46,515	38,200	41,755	33,440	0,9487	0,7599	1,8627	1,4918
400	48,860	40,515	43,250	34,935	0,9826	0,7938	1,9297	1,5587
500	50,815	42,500	44,573	36,258	1,0128	0,8240	1,9887	1,6178
600	52,452	44,137	45,753	37,438	1,0396	0,8508	2,0411	1,6701
700	53,826	45,511	46,813	38,498	1,0639	0,8746	2,0884	1,7174
800	54,977	46,662	47,763	39,448	1,0852	0,8964	2,1311	1,7601
900	55,952	47,637	48,617	40,302	1,1045	0,9157	2,1692	1,7982
1000	56,773	48,458	49,392	41,077	1,1225	0,9232	2,2035	1,8326
1100	57,472	49,157	50,099	41,784	1,1384	0,9496	2,2349	1,8640
1200	58,071	49,756	50,740	42,425	1,1530	0,9638	2,2638	1,8929
1300	58,586	50,271	51,322	43,007	1,1660	0,9772	2,2898	1,9188
1400	59,030	50,715	51,858	43,543	1,1782	0,9893	2,3136	1,9427
1500	59,411	51,096	52,348	44,033	1,1895	1,0006	2,3354	1,9644
1600	59,737	51,422	52,800	44,485	1,1995	1,0107	2,3555	1,9845
1700	60,022	51,707	53,218	44,903	1,2091	1,0203	2,3743	2,0034
1800	60,269	51,954	53,604	45,289	1,2179	1,0291	2,3915	2,0205
1900	60,478	52,163	53,959	45,644	1,2259	1,0371	2,4074	2,0365
2000	60,654	52,339	54,290	45,975	1,2334	1,0446	2,4221	2,0511
2100	60,801	52,486	54,596	46,281	1,2405	1,0517	2,4359	2,0649
2200	60,918	52,603	54,881	46,566	1,2468	1,0580	2,4484	2,0775
2300	61,006	52,691	55,144	46,829	1,2531	1,0639	2,4602	2,0892
2400	61,060	52,745	55,391	47,076	1,2586	1,0697	2,4710	2,1001
2500	61,085	52,770	55,617	47,302	1,2636	1,0748	2,4811	2,1101

Таблица В.13 – Теплоемкость воздуха

Темпе- ратура	Мольная теплоемкость, кДж/(кмоль·К)				Массовая теплоемкость, кДж/(кг·К)		Объемная теплоемкость, кДж/(м <sup>3</sup> ·К)	
	$\mu_{cp}$	$\mu_{cv}$	$\mu_{cpm}$	$\mu_{cvm}$	$C_{pm}$	$C_{vm}$	$C'_{pm}$	$C'_{vm}$
0	29,073	20,758	29,073	20,758	1,0036	0,7164	1,2971	0,9261
100	29,266	20,951	29,152	20,838	1,0061	0,7193	1,3004	0,9295
200	29,676	21,361	29,299	20,984	1,0115	0,7243	1,3071	0,9362
300	30,266	21,951	29,521	21,206	1,0191	0,7319	1,3172	0,9462
400	30,949	22,634	29,789	21,474	1,0283	0,7415	1,3289	0,9579
500	31,640	23,325	30,095	21,780	1,0387	0,7519	1,3427	0,9718
600	32,301	23,986	30,405	22,090	1,0496	0,7624	1,3565	0,9856
700	32,900	24,585	30,723	22,408	1,0605	0,7733	1,3708	0,9998
800	33,432	25,117	31,028	22,713	1,0710	0,7842	1,3842	1,0312
900	33,905	25,590	31,321	23,006	1,0815	0,7942	1,3876	1,1262
1 000	34,315	26,000	31,598	23,283	1,0907	0,8039	1,4098	1,0387
1 100	34,679	26,394	31,862	23,547	1,0999	0,8127	1,4214	1,0505
1 200	35,002	26,687	32,109	23,794	1,1081	0,8215	1,4327	1,0618
1 300	35,291	26,976	32,343	24,028	1,1166	0,8294	1,4432	1,0722
1 400	35,546	27,231	32,565	24,250	1,1242	0,8369	1,4528	1,0819
1 500	35,772	27,457	32,774	24,459	1,1313	0,8441	1,4620	1,0811
1 600	35,977	27,662	32,967	24,652	1,1380	0,8508	1,4708	1,0999
1 700	36,170	27,855	33,151	24,836	1,1443	0,8570	1,4788	1,1078
1 800	36,346	28,031	33,319	25,004	1,1501	0,8633	1,4867	1,1158
1 900	36,509	28,194	33,482	25,167	1,1560	0,8688	1,4939	1,1229
2 000	36,655	28,340	33,641	25,326	1,1610	0,8742	1,5010	1,1296
2 100	36,798	28,483	33,787	25,472	1,1664	0,8792	1,5072	1,1363
2 200	36,928	28,613	33,926	25,611	1,1710	0,8843	1,5135	1,1426
2 300	37,053	28,738	34,060	25,745	1,1757	0,8889	1,5194	1,1484
2 400	37,170	28,855	34,185	25,870	1,1803	0,8930	1,5253	1,1543
2 500	37,279	28,964	34,307	25,992	1,1840	0,8972	1, 5303	1,1593

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

**Таблица В.14 – Насыщенный водяной пар (по давлениям)**

<b>P, МПа</b>	<b>t, °C</b>	<b>v', м³/кг</b>	<b>v'', м³/кг</b>	<b>h', кДж/кг</b>	<b>h'', кДж/кг</b>	<b>r, кДж/кг</b>	<b>s', кДж/ (кг·К)</b>	<b>s'', кДж/ (кг·К)</b>
0,5	151,84	0,0010927	0,3747	640,1	2 749	2 109	1,860	6,822
0,6	158,84	0,0011007	0,3156	670,5	2 757	2 086	1,931	6,761
0,7	164,96	0,0011081	0,2728	697,2	2 764	2 067	1,992	6,709
0,8	170,42	0,0011149	0,2403	720,9	2 769	2 048	2,046	6,663
0,9	175,35	0,0011213	0,2149	742,8	2 774	2 031	2,094	6,623
1,0	179,88	0,0011273	0,1946	762,7	2 778	2 015	2,138	6,587
1,1	184,05	0,0011331	0,1775	781,1	2 781	2 000	2,179	6,554
1,2	187,95	0,0011385	0,1633	798,3	2 785	1 987	2,216	6,523
1,3	191,60	0,0011438	0,1512	814,5	2 787	1 973	2,251	6,495
1,4	195,04	0,0011490	0,1408	830,0	2 790	1 960	2,248	6,469
1,5	198,28	0,0011539	0,1317	844,6	2 792	1 947	2,314	6,445
1,6	201,36	0,0011586	0,1238	858,3	2 793	1 935	2,344	6,422
1,7	204,30	0,0011632	0,1167	871,6	2 795	1 923	2,371	6,400
1,8	207,10	0,0011678	0,1104	884,4	2 796	1 912	2,397	6,379
1,9	209,78	0,0011722	0,1047	896,6	2 798	1 901	2,422	6,359
2,0	210,37	0,0011766	0,09958	908,5	2 799	1 891	2,447	6,340
2,1	214,84	0,0011809	0,09492	919,8	2 800	1 880	2,470	6,322
2,2	217,24	0,0011851	0,09068	930,9	2 801	1 870	2,492	6,305
2,3	219,55	0,0011892	0,08679	941,5	2 801	1 860	2,514	6,288
2,4	221,77	0,0011932	0,08324	951,8	2 802	1 850	2,534	6,272
2,5	223,93	0,0011972	0,07993	961,8	2 802	1 840	2,554	6,256
2,6	226,03	0,0012012	0,07688	971,7	2 803	1 831	2,573	6,242
2,7	228,06	0,0012050	0,07496	981,3	2 803	1 822	2,592	6,227
2,8	230,04	0,0012088	0,07141	990,4	2 803	1 813	2,661	6,213
2,9	231,96	0,0012126	0,06895	999,4	2 803	1 804	2,628	6,199
3,0	233,83	0,0012163	0,06665	1 008,3	2 804	1 796	2,646	6,186
3,2	237,44	0,0012239	0,06246	1 025,3	2 803	1 778	2,679	6,161
3,4	240,88	0,0012310	0,05875	1 041,9	2 803	1 761	2,710	6,137
3,6	244,16	0,0012380	0,05543	1 057,3	2 802	1 745	2,740	6,113
3,8	247,31	0,0012450	0,05246	1 072,7	2 802	1 729	2,769	6,091
4,0	250,33	0,0012520	0,04977	1 087,5	2 801	1 713	2,798	6,070
4,2	253,24	0,0012588	0,04732	1 101,7	2 800	1 698	2,823	6,049
4,4	256,05	0,0012656	0,04508	1 115,3	2 798	1 683	2,849	6,029
4,6	258,75	0,0012724	0,04305	1 128,8	2 797	1 668	2,874	6,010
4,8	261,37	0,0012790	0,04118	1 141,8	2 796	1 654	2,898	5,991
5,0	263,91	0,0012857	0,03944	1 154,4	2 794	1 640	2,921	5,973
5,5	269,94	0,0013021	0,03564	1 184,9	2 790	1 604	2,976	5,930
6,0	275,56	0,0013185	0,03243	1 213,9	2 785	1 570	3,027	5,890
6,5	280,83	0,0013347	0,02973	1 241,3	2 779	1 537	3,076	5,851
7,0	285,80	0,0013510	0,02737	1 267,4	2 772	1 504	3,122	5,814
7,5	290,50	0,0013673	0,02532	1 292,7	2 766	1 472	3,166	5,779
8,0	294,98	0,0013838	0,02352	1 317,0	2 758	1 441	3,208	5,745

Продолжение таблицы В.14

<b>P, МПа</b>	<b>t, °C</b>	<b>v', м³/кг</b>	<b>v'', м³/кг</b>	<b>h', кДж/кг</b>	<b>h'', кДж/кг</b>	<b>r, кДж/кг</b>	<b>s', кДж/ (кг·К)</b>	<b>s'', кДж/ (кг·К)</b>
8,5	299,24	0,0014005	0,02192	1 340,8	2 751	1 409	3,248	5,711
9,0	303,32	0,0014174	0,02048	1 363,7	2 743	1 379	3,287	5,678
9,5	307,22	0,0014345	0,01919	1 385,9	2 734	1 348	3,324	5,646
10,0	310,96	0,0014521	0,01803	1 407,7	2 725	1 317	3,360	5,625
11,0	318,04	0,0014890	0,01598	1 450,2	2 705	1 255	3,430	5,553
12,0	324,63	0,0015270	0,01426	1 491,1	2 685	1 193	3,496	5,492
13,0	330,81	0,0015670	0,01277	1 531,5	2 662	1 130	3,561	5,432
14,0	336,63	0,0016110	0,01149	1 570,8	2 638	1 066	3,623	5,372
15,0	342,11	0,0016580	0,01032	1 610,0	2 611	1 001	3,684	5,310
16,0	347,32	0,0017100	0,009318	1 650,0	2 582	932	3,746	5,247
17,0	352,26	0,0017680	0,008382	1 690,0	2 548	858	3,807	5,177
18,0	356,96	0,0018370	0,007504	1 732,2	2 510	778	3,871	5,107
19,0	361,44	0,0019210	0,006680	1 776,0	2 466	690	3,938	5,027
20,1	365,71	0,0020400	0,005850	1 827,0	2 410	583	4,015	4,928

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

**Таблица В.15 – Насыщенный водяной пар (по температурам)**

$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$v', \text{м}^3/\text{кг}$	$v'', \text{м}^3/\text{кг}$	$h', \text{кДж/кг}$	$h'', \text{кДж/кг}$	$r, \text{кДж/кг}$	$s', \text{кДж/ (кг}\cdot\text{К)}$	$s'', \text{кДж/ (кг}\cdot\text{К)}$
0,01	0,0006108	0,0010002	206,3	0,00	2 501	2 501	0	9,1544
5	0,0008719	0,0010001	147,2	21,05	2 510	2 489	0,0762	9,0241
10	0,0012277	0,0010004	106,42	42,04	2 519	2 477	0,1510	8,8994
15	0,0017041	0,0010010	77,97	62,97	2 528	2 465	0,2244	8,7806
20	0,0023370	0,0010018	57,84	83,90	2 537	2 454	0,2964	8,6665
25	0,0031660	0,0010030	43,40	104,81	2 547	2 442	0,3672	8,5570
30	0,004241	0,0010044	32,93	125,71	2 556	2 430	0,4366	8,4523
35	0,005622	0,0010061	25,24	146,60	2 565	2 418	0,5049	8,3519
40	0,007375	0,0010079	19,55	167,50	2 574	2 406	0,5723	8,2559
45	0,009584	0,0010099	15,28	188,40	2 582	2 394	0,6384	8,1638
50	0,012335	0,0010121	12,04	209,30	2 592	2 383	0,7038	8,0753
55	0,015740	0,0010145	9,578	230,20	2 600	2 370	0,7679	7,9901
60	0,019917	0,0010171	7,678	251,1	2 609	2 358	0,8311	7,9084
65	0,025010	0,0010199	6,201	272,1	2 617	2 345	0,8934	7,8297
70	0,031170	0,0010228	5,045	293,0	2 626	2 333	0,9549	7,7544
75	0,038550	0,0010258	4,133	314,0	2 635	2 321	1,0157	7,6815
80	0,047360	0,0010290	3,408	334,9	2 643	2 308	1,0753	7,6116
85	0,057810	0,0010324	2,828	355,9	2 651	2 295	1,1342	7,5478
90	0,070110	0,0010359	2,361	377,0	2 659	2 282	1,1925	7,4787
95	0,084510	0,0010396	1,982	398,0	2 668	2 270	1,2502	7,4155
100	0,101320	0,0010435	1,673	419,1	2 676	2 257	1,3071	7,3547
105	0,120790	0,0010474	1,419	440,2	2 683	2 243	1,3632	7,2953
110	0,143260	0,0010515	1,210	461,3	2 691	2 230	1,4184	7,2387
115	0,169050	0,0010559	1,036	482,5	2 698	2 216	1,4733	7,1832
120	0,198540	0,0010603	0,8917	503,7	2 706	2 202	1,5277	7,1298
125	0,232080	0,0010649	0,7704	525,0	2 713	2 188	1,5814	7,0777
130	0,270110	0,0010697	0,6683	546,3	2 721	2 174	1,6345	7,0272
135	0,313000	0,0010747	0,5820	567,5	2 727	2 159	1,6869	6,9781
140	0,361400	0,0010798	0,5087	589,0	2 734	2 145	1,7392	6,9304
145	0,415500	0,0010851	0,4461	610,5	2 740	2 130	1,7907	6,8839
150	0,476000	0,0010906	0,3926	632,2	2 746	2 114	1,8418	6,8383
155	0,543300	0,0010962	0,3466	653,9	2 753	2 099	1,8924	6,7940

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**ДАННЫЕ ДЛЯ ПОДБОРА КАЛОРИФЕРА**

**Таблица Г.1 – Основные показатели калориферов типа КВБ-П**

Номер калорифера	Площадь поверхности нагрева ( $F$ ), м <sup>2</sup>	Площадь поверхности нагрева ( $F$ ), м <sup>2</sup>	
		по воздуху ( $f_p$ )	по теплоносителю ( $f_{mp}$ )
2	9,9	0,115	0,0046
3	13,2	0,154	0,0061
4	16,7	0,195	0,0061
5	20,9	0,244	0,0076
6	25,3	0,295	0,0076
7	30,4	0,354	0,0092
8	35,7	0,416	0,0092
9	41,6	0,486	0,0107
10	47,8	0,558	0,0107
11	54,6	0,638	0,0122

**Таблица Г.2 – Расчетные формулы для определения коэффициента теплопередачи и аэродинамического сопротивления пластинчатых калориферов типа КВБ-П**

Скорость воды $\omega$ , м/с	$k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К), при теплоносителе – вода $k = A \cdot (v\rho)^n \cdot \omega^m$			Сопротивление одного ряда калориферов, Па $P_k = A(v\rho)^n$	
	$A$	$n$	$m$	$A$	$n$
0,02–0,25	21,52	0,257	0,192	1,5	1,69
0,02–1	17,79	0,340	0,144	1,5	1,69

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ДИАГРАММА  $h-d$

$hd$  – диаграмма  
влажного воздуха

Влагосодержание  
представляет собой  
отношение массы пара к  
массе сухого воздуха:

$$d = M_{\text{П}} / M_{\text{В}}$$

Линии  $\varphi = \text{const}$

- сходятся на оси ординат в  
точку ( $x=0, t=-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- имеют резкий перелом при  
 $t=99,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , соответствующей  
барометрическому давлению  
745 мм рт ст;
- линия  $\varphi = 100\%$  делит  
диаграмму на область  
ненасыщенного и  
насыщенного воздуха.

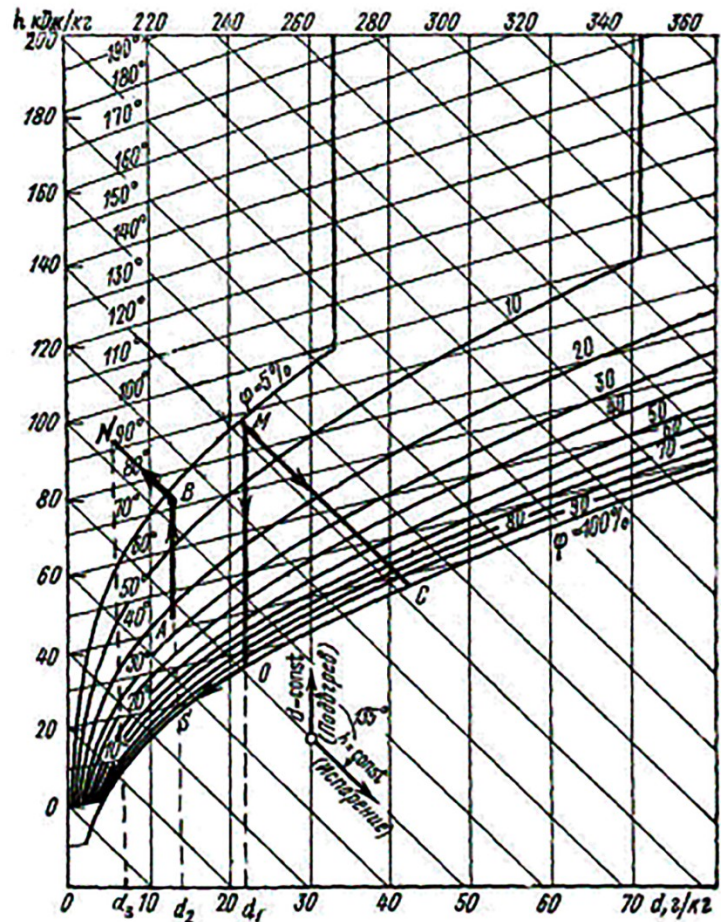


Рисунок Д.1 – Диаграмма  $h-d$

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЭКВИВАЛЕНТЫ**

**Таблица Е.1 – Энергетические эквиваленты некоторых объектов**

Показатель	Энергетический эквивалент	Энергосодержание продуктов
Дизельное топливо <sup>1</sup> , МДж/кг	10	42,7
Бензин авиационный <sup>1</sup> , МДж/кг	10,5	44,4
Бензин автомобильный <sup>1</sup> , МДж/кг	10,5	43,9
Керосин тракторный <sup>1</sup> , МДж/кг	10	43,9
Биогаз <sup>1</sup> , МДж/кг		36,2
Электроэнергия, МДж/кВт·ч	8,7	–
Тепловая энергия, МДж/ккал	0,0055	–
Тракторы, самолеты, вертолеты, МДж/кг	120	–
Сельскохозяйственные машины, сцепки, МДж/кг	104	–
Продукция машиностроения, МДж/кг	144	–
Сталь (прокат), МДж/кг	45,5	–
Алюминий, МДж/кг	343	–
Медь, МДж/кг	83,7	–
Цемент, МДж/кг	7,0	–
Кирпич, МДж/кг	8,5	–
Бетонные конструкции, МДж/кг	8,3	–
Здания и сооружения, МДж/м <sup>2</sup>	4 810	–
Производственные здания, МДж/м <sup>2</sup>	5 025	–
Административные и культурно-бытовые здания, МДж/м <sup>2</sup>	5 662	–
Подсобные помещения, МДж/м <sup>2</sup>	4 180	–
Ограждения, МДж/м <sup>2</sup>	383	–
Траншеи для хранения, МДж/м <sup>2</sup> :		
силоса	177	–
сенажа	258	–
<b>Затраты живого труда по категориям работ, МДж/чел-ч</b>		
Очень легкая	0,6	–
Легкая (работа на сеялках)	0,9	–
Средняя	1,26	–
Тяжелая	1,89	–
Очень тяжелая	2,5	–
<b>Удобрения, МДж/кг</b>		
Органические	0,4	–

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы Е.1

Показатель	Энергетический эквивалент	Энергосодержание продуктов
Известковые материалы	3,8	–
Местные минеральные	2,9	–
<b>Продукты<sup>2</sup>, МДж/кг</b>		
Картофель	8,0	3,0
Подсолнечник	5,0	15,0
Кукуруза на зерно	5,0	14,6
Пшеница	6,8	13,7
Сахарная свекла (корни)	18,4	2,5
<sup>1</sup> Без учета дополнительной энергии.		
<sup>2</sup> По нормам ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН).		

**Таблица Е.2 – Энергетические эквиваленты ядохимикатов**

Ядохимикаты	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		на 1 кг д. в.	на 1 кг физической массы
<b>Гербициды</b>			
2,4 ДА	40	264	105,6
Агелон	50	264	132,0
Алирокс	72	419,8	302,3
Вернан	84	419,8	352,7
Диален	40	264	105,6
Дуал	50	420	210,0
Зеанин (аггразин)	50	264	132,0
Линурон	50	264	132,0
Лассо-атразин	48	420	201,5
Нитазин	70	254	184,8
Олеогезаприм-400	40	420	168,0
Прометрин	50	264	132,0
Примэкстра	50	420	210,0
Рзмрод (пропахлор)	65	264	171,6
Реглон	33	420	138,5
Сутан плюс	80	420	335,9
Сурпас	80	420	335,9
Симазин	50	264	132,0
Эптам 6Е	75	420	314,9
Эрадикан 6Е	80	420	335,9
<b>Инсектициды</b>			
Гранулы	–	–	363,7

Продолжение таблицы А.2

Ядохимикаты	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		на 1 кг д. в.	на 1 кг физической массы
Смешивающиеся масла	–	–	365,0
Смачивающийся порошок	–	–	253,2
Гранулы дуста	–	–	216,6
<b>Фунгициды</b>			
Смачивающийся порошок	–	–	116,6
Смешивающиеся масла	–	–	272,6
Известь (гашеная)	–	–	11,6
Медный купорос	–	–	86,0

Таблица Е.3 – Энергетические эквиваленты минеральных удобрений

Удобрения	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		на 1 кг д. в.	на 1 кг физической массы
<b>Азотные удобрения</b>			
сульфат аммония	20,5	80	16,4
аммиачная селитра	34,5	80	27,6
натриевая селитра	16,0	80	12,8
кальциевая селитра	17,0	80	13,6
карбамид (мочевина)	46,0	80	36,8
хлористый аммоний	26,0	80	20,8
сульфат аммония натрия	14,0	80	11,2
аммиачная вода	20,5	80	16,4
углеаммианты жидкие	29,0	80	23,2
<b>Фосфорные удобрения</b>			
суперфосфат порошковый	18,7	13,8	2,6
суперфосфат гранулированный	19,5	13,8	2,7
суперфосфат двойной	46,0	13,8	6,4
фосфатшлак	10,0	13,8	1,4
фосфоритная мука	19,0	13,8	2,6
<b>Калийные удобрения</b>			
хлористый калий	60	8,8	5,3
калийная соль	40	8,8	3,5
сульфат калия	48	8,8	4,2

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы Е.3

Удобрения	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		на 1 кг д. в.	на 1 кг физической массы
сильвинит молотый	14	8,8	1,2
каинит	10	8,8	0,9
концентрат калийно-магниевый	19	8,8	1,7
<b>Сложные удобрения</b>			
нитрофоска	N-12; P-12; K-12	51,5	6,2
нитрофоска	N-16; P-16; K-16	51,5	8,2
нитрофос	N-24; P-14	51,5	19,6
аммофос из апатита	N-19; P-48	51,5	34,5
диаммофос	N-19; P-48	51,5	34,5
нитроаммофоска	N-14; P-14; K-14	51,5	21,6
нитроаммофос	N-23; P-23	51,5	23,7
жидкие комплексные удобрения	N-10; P-34	8,8	22,7

**Соотношения между единицами энергии**

$$1 \text{ ккал} = 427 \text{ кгм}$$

$$1 \text{ ккал} = 4,19 \text{ кДж}$$

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3,6 \text{ МДж}$$

$$1 \text{ ккал} = 1,163 \text{ Вт}\cdot\text{ч}$$

$$1 \text{ МДж} = 0,034 \text{ кг у. т.}$$

$$1 \text{ кг у. т.} = 29,33 \text{ МДж}$$

$$1 \text{ кг у. т.} = 7\,000 \text{ ккал}$$

$$1 \text{ л. с. ч} = 2,65 \text{ МДж}$$

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 0,12 \text{ кг у. т.}$$

$$1 \text{ МДж} = 0,278 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

$$1 \text{ кг дизельного топлива} = 1,45 \text{ кг у. т.}$$

$$1 \text{ кг автобензина} = 1,52 \text{ кг у. т.}$$

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**

**ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
СРЕДСТВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**Таблица Ж.1 – Расчет энергоемкости энергетических средств и сельскохозяйственных машин**

Марка машин	Масса, кг	Полные энергозатраты машин, МДж	Годовая загрузка, ч	Отчисления		Энергоемкость, МДж/ч
				на амортизацию, %	на текущий ремонт и техническое обслуживание, %	
<b>Машины для растениеводства</b>						
<b>Тракторы гусеничные</b>						
Т-130	14 300	1 716 000	1 945	9,1	19,0	510
Т-130Б	15 520	1 862 400	1 945	9,1	19,0	554
Т-130.1Г-1	14 030	1 683 600	945	9,1	19,0	501
Т-100М	11 200	1 344 000	945	9,1	19,0	400
Т-4А	8 145	977 400	950	12,5	16,7	300
ДТ-75С	7 450	894 000	855	12,5	17,9	318
ДТ-75Н	6 490	778 800	910	12,5	17,9	260
ДТ-75	6 440	772 800	910	12,5	17,9	258
ДТ-75Б	7 540	904 800	910	12,5	17,9	302
ДТ-75К	7 730	927 600	910	12,5	17,9	310
ДТ-75М	6 530	783 600	910	12,5	17,9	262
Т-150	6 975	837 000	855	12,5	17,9	298
Т-70С	4 400	528 000	1 065	12,5	13,7	130
Т-54В	3 660	439 200	1 065	14,3	13,7	115
<b>Тракторы колесные</b>						
К-700, К-700А	11 800	1 416 000	890	10,0	16,3	418
К-701	12 500	1 500 000	890	10,0	16,3	443
Т-150К	7 535	904 200	500	10,0	18,5	515
ЮМЗ-6А/АМ	3 147	377 640	1 100	10,0	14,9	85
МТЗ-80	3 160	379 200	1 095	10,0	14,9	86
МТЗ-32	3 370	404 400	1 095	10,0	14,9	86
МТЗ-30×	3 470	416 400	1 095	10,0	14,9	95
МТЗ-80×М	3 340	400 300	1 095	10,0	14,9	91
МТЗ-82К	4 460	535 200	1 095	10,0	14,9	122
МТЗ-82Н	3 500	420 000	1 095	10,0	14,9	96
МТЗ-50	2 750	330 000	1 095	10,0	14,9	75
Т-40М	2 380	285 600	1 095	12,5	14,9	71
Т-40АМ	2 610	313 200	1 095	12,5	14,9	78
Т-40АНМ	2 660	319 200	1 095	12,5	14,9	80
Т-28×4М	2 770	332 400	1 095	14,3	12,5	81
Т-28×4М-С	2 875	345 000	1 095	14,3	12,5	84
Т-25А	1 780	213 600	565	14,3	9,7	91
Т-25АК	2 400	288 000	565	14,3	9,7	122

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы Ж.1

Марка машин	Масса, кг	Полные энергозатраты машин, МДж	Годовая загрузка, ч	Отчисления		Энергоемкость, МДж/ч
				на амортизацию, %	на текущий ремонт и техобслуживание, %	
Т-16М	1 600	192 000	760	14,3	9,7	61
Т-16МТ	1 720	206 400	760	14,3	9,7	65
<b>Комбайны самоходные</b>						
СК-6П «Колос»	9 750	1 170 000	85	11,1	10,3	2 946
СКГД-6 «Колос»	11 500	1 380 000	85	11,1	10,3	3 474
СК-5 «Нива»	8 000	960 000	115	11,1	10,3	1 786
СКД-6 «Сибиряк»	9 000	1 080 000	115	11,1	10,3	2 010
СКД.6Н	9 200	1 104 000	115	12,5	10,3	2 189
СКД-6Р	10 500	1 260 000	110	12,5	10,3	2 612
«Дон-1500»	13 355	1 602 600	120	11,1	10,3	2 858
КСКУ-6	12 284	1 474 080	100	12,5	10,3	3 361
КСК-100	12 000	1 440 000	150	12,5	10,3	2 189
КС-6	9 200	1 104 000	150	12,5	10,3	1 678
РКС-6	5 300	636 000	150	12,5	30,3	967
Е-684	4 200	436 800	195	12,5	10,3	511
<b>Жатки</b>						
ЖРС-4,9А	1 215	126 360	90	14,2	9,0	326
ЖВН-6	1 170	121 680	90	14,2	9,0	314
<b>Плуги</b>						
ПЛН-3-35	522	54 283	40	12,5	14,0	360
ПЛН-4-35	710	73 340	205	12,5	14,0	95
ПЛН-5-35	800	83 200	100	12,5	14,0	220
ПЛП-6-35	1 230	127 920	230	12,5	14,0	147
ПЛ-5-35	1 500	156 000	185	12,5	14,0	223
ПН-8-35	1 970	204 880	230	12,5	14,0	236
ПТК-9-35	2 800	291 200	240	12,5	14,0	322
ПНЛ-8-40	2 850	296 400	230	12,5	14,0	342
ПКГ-5-40Б	2 050	213 200	340	16,6	14,0	192
ПЧ-25; ПСТ-2,5	1 220	126 880	205	12,5	14,0	164
ПЧ-4,5; ПСТ-4,5	2 420	251 680	205	12,5	14,0	325
<b>Комбинированные агрегаты</b>						
АКП-2,5	2 038	211 952	90	14,2	10,0	570
АКП-5,0	4 900	509 600	90	14,2	10,0	1370
РВХ-3,6	2 500	260 000	120	14,2	10,0	524
<b>Бороны дисковые, лушильники</b>						
ЛДГ-20	5 514	573 456	120	14,2	7,0	1 013
ЛДГ-15	3 765	391 560	120	14,2	7,0	692
ЛДГ-10	2 450	254 800	115	14,2	7,0	470
ЛДГ-5	1 060	110 240	110	14,2	7,0	212

Продолжение таблицы Ж.1

Марка машин	Масса, кг	Полные энергозатраты машин, МДж	Годовая загрузка, ч	Отчисления		Энергоемкость, МДж/ч
				на амортизацию, %	на текущий ремонт и техническое обслуживание, %	
БДТ-7	3 500	364 000	180	14,2	7,0	429
БД-10	3 700	384 800	200	14,2	7,0	408
БДН-3	698	72 592	175	14,2	7,0	88
БДТ-3	1 328	138 112	150	14,2	7,0	195
<b>Культиваторы</b>						
КПС-4	969	100 776	160	14,2	12,5	168
КЧ-5,1	2 000	203 000	180	14,2	12,5	309
КРН-4,2	871	90 584	200	14,2	12,5	121
КРН-5,6	896	93 184	200	14,2	12,5	124
УСМК-5,4	1 610	167 440	170	14,2	9,0	229
УСМП-5,4	763	79 352	65	14,2	9,0	283
КОН-2,8М	865	89 960	205	14,2	9,0	102
КРН-8,4	1 126	117 104	210	14,2	9,0	129
КРН-5,6А	1 093	113 672	200	14,2	9,0	132
УСМК-5,45	2 300	239 200	170	14,2	9,0	326
КРГ-3,6	774	80 496	150	14,2	9,0	125
ХВК-4	1 600	166 400	130	12,5	5,0	224
КФГ-3,6	1 320	137 280	130	14,2	9,0	245
КРН-5,65	1 530	159 120	200	14,2	9,0	185
<b>Бороны</b>						
5ЗСС-1,0	35	3 640	120	20,0	20,0	12
БЗТС-1,0	42	4 363	85	20,0	20,0	21
<b>Катки</b>						
ЗККШ-6	1 835	190 840	145	12,5	5,0	230
ЗКВГ-1,4	834	86 736	75	12,5	5,0	202
<b>Машины для противоэрозионной обработки</b>						
КПГ-2-150	860	89 440	190	14,2	16,0	142
КПГ-2,2	1 030	107 120	195	14,2	16,0	166
КПГ-250	495	51 480	200	14,2	16,0	78
КПШ-5	900	93 600	170	14,2	16,0	166
КПШ-9	2 200	228 800	151	14,2	16,0	458
КПЭ-3,8А	1 000	104 000	135	14,2	16,0	233
КШ-3,6А	442	45 968	125	14,2	12,0	96
БИГ-3А	1 100	114 400	65	14,2	6,0	356
<b>Сцепки</b>						
СП-16А	1 762	183 248	135	14,2	7,0	288
СкП-11А	915	95 160	100	14,2	7,0	202
СГ-21	1 800	187 200	125	14,2	7,0	317
<b>Машины для приготовления и внесения удобрений</b>						
АИР-20	1 886	196 144	169	25,0	12,0	429
ИСУ-4	340	35 360	195	25,0	12,0	67
СЗУ-20	2 168	225 472	185	25,0	12,0	451

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы Ж.1

Марка машин	Масса, кг	Полные энергозатраты машин, МДж	Годовая загрузка, ч	Отчисления		Энергоемкость, МДж/ч
				на амортизацию, %	на текущий ремонт и техобслуживание, %	
<b>Машины для внесения гербицидов, ядохимикатов</b>						
ПОМ-630	610	63 440	120	20,0	11,0	164
ЗАВ-1,8	770	80 080	120	20,0	11,0	207
АПЖ-12	2 200	228 800	80	20,0	11,0	887
ОВТ-1А	820	85 280	120	20,0	11,0	220
ОПШ-15	850	88 400	130	20,0	11,0	211
<b>Погрузчики</b>						
СПС-4,2	6 350	660 400	300	14,2	10,0	533
СНТ-2,1Б	1 180	122 720	300	14,2	10,0	99
ПБ-35	1 250	130 000	600	14,2	10,0	52
ПГ-0,2	1 275	132 600	600	14,2	10,0	53
ПФП-1,2	1 780	185 120	600	14,2	10,0	75
ПЭ-0,85	2 400	249 600	600	14,2	10,0	101
ПКУ-0,8	1 158	120 432	600	14,2	10,0	49
ПЭА-1,0	9 000	936 000	600	10,0	10,0	312
ПФ-0,5	300	31 200	600	14,2	6,0	11
ЗАУ-3	1 490	154 960	200	14,2	6,0	157
<b>Прицепы тракторные</b>						
ОЗТП-8573	6 600	686 400	500	14,2	13,0	373
ОЗТП-8572	6 200	644 800	500	14,2	13,0	351
ОЗТП-5554	4 800	499 200	600	14,2	13,0	226
ГКБ-8526	2 950	306 800	650	14,2	13,0	128
2ПТС-4-887Б	1 880	195 520	650	14,2	13,0	82
1ПТС-2	855	88 920	600	14,2	13,0	40
ПСЕ-12,5	2 100	218 400	410	14,2	13,0	145
ПСЕ-20	3 430	358 800	410	14,2	13,0	238
<b>Сеялки</b>						
СЗ-3,6	1 450	150 800	90	12,5	7,0	327
СЗУ-3,6	1 480	153 920	130	12,5	7,0	231
СЗП-3,6	1 870	194 480	80	12,5	7,0	474
СУПН-8	1 126	117 104	65	12,5	3,0	279
СПЧ-6М	820	85 280	65	12,5	3,0	203
ССТ12А	1 125	117 000	40	12,5	3,0	453
СЗС-2,1М	1 120	116 480	65	12,5	3,0	278
СКПП-12	4 600	478 400	60	12,5	3,0	1236
ССТ-12Б	1 194	124 176	40	12,5	3,0	481
ССТ-18	1 960	203 840	40	12,5	3,0	790
СУПН-8А	1 332	138 528	65	12,5	3,0	330
СН-4Б	1 013	105 560	80	14,2	6,0	267
КСМ-4	2 430	252 720	80	14,2	6,0	638
КСМ-6	3 020	314 080	70	14,2	6,0	906

Продолжение таблицы Ж.1

Марка машин	Масса, кг	Полные энергозатраты машин, МДж	Годовая загрузка, ч	Отчисления		Энергоемкость, МДж/ч
				на амортизацию, %	на текущий ремонт и техническое обслуживание, %	
<b>Комбайны прицепные</b>						
ККП-3	5 060	526 240	130	14,2	12,0	1061
БМ-6А	3 000	312 000	150	14,2	10,0	503
ККУ-2А	4 440	461 760	195	14,2	12,0	620
ППК-5	2 500	260 000	130	14,2	12,0	524
ОП-15П: передвижной стационарный	2 800	291 200	130	14,2	12,0	587
	2 100	218 400	130	14,2	12,0	440
КДМ-6	4 304	477 616	108	14,2	12,0	1086
КИР-1,5	1 800	187 200	120	14,2	12,0	824
УКВ-2	2 336	245 024	135	14,2	12,0	476
КПК-3	5 900	613 600	195	14,2	12,0	824
КСТ-1,4	1 330	138 320	105	16,6	12,0	377

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

### ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕЙ

**Таблица И.1 – Характеристики грузовых бортовых автомобилей отечественных**

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
<b>ГАЗ</b>					
2310 («Соболь»; УМЗ-4216)	4L	107	2,89	5M	15,2
2310 (Chrysler)	4L	133,3	2,429	5M	13,7
A21R22 Next (Cummins ISF2.8s 4129P)	4L	120	2,776	5M	11,7D
A21R32 Next (Cummins ISF2.8s 4129P)	4L	120	2,776	5M	11,9D
АБ-27573А (ЗМЗ-405240)	4L	123,8	2,464	5M	14,4
278462 (Д-245.7Е3)	4L	119	4,75	5M	16,6D
3302 (Chrysler)	4L	133,3	2,429	5M	13,8
3302 (ЗМЗ-40524)	4L	123,8	2,464	5M	15,1
3302 (УМЗ-421600)	4L	107	2,89	5M	15,2
3302 (УМЗ-4216)	4L	102	2,89	5M	14,7
33023 «Ф» (Chrysler)	4L	133,3	2,429	5M	14,1
33023 «Ф» (ЗМЗ-405240)	4L	123,8	2,464	5M	15,2
33023 «Ф» (УМЗ-421600)	4L	107	2,89	5M	15,6
3302-531 (ГАЗ-5602)	4L	110	2,134	5M	13,2D
330273 «Ф» (УМЗ-421600)	4L	107	2,89	5M	16,4
3308 «С» (ЗМЗ-513)	8V	116	4,25	4M	26,9
3308 «С» (ЗМЗ-523100)	8V	113	4,67	5M	26,7
3309 (Д-245.7Е3)	4L	119	4,75	5M	16,5D
331043 (Д-245.7Е3)	4L	119	4,75	5M	17,5D
33106 (Cummins ISF3.8s3154T)	4L	152	3,76	5M	15,3D
37053С (ЗМЗ-405220)	4L	140	2,464	5M	15,6
330202 (УМЗ-421640)	4L	107	2,89	5M	14,1
A21R23 Next (A27400 Evotech 2.7)	4L	107	2,69	5M	14,1
ГАЗ н Next C41R11 (ЯМЗ-53441)	4L	150	4,53	5M	17,8D
<b>КАМАЗ</b>					
4308 (Cummins 4ISBe185)	4L	185	4,461	6M	19,7D
4308 (Cummins EQB180 20)	6L	177	5,88	5M	21,4D
4308А3 (Cummins 4ISBe210)	6L	210	6,692	6M	21,8D
43114-15 (КамАЗ-740.31)	8V	224	10,85	10M	29,0D
43253-15 (КамАЗ-740.31)	8V	240	10,85	10M	24,2D
4350 (КамАЗ-740.31)	8V	240	10,85	5M	26,3D

Продолжение таблицы И.1

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
5350 «Мустанг» (КамАЗ-740.31)	8V	224	10,85	10M	31,0D
65117 (КамАЗ-740.30)	8V	260	10,85	10M	25,1D
65117-62 (КамАЗ-740.62)	8V	280	11,76	10M	26,0D
<b>МАЗ</b>					
437041-268 (Д-245.30E2)	4L	150	4,75	5M	18,4D
437043-522 (Д-245.30E2)	4L	151	4,75	5M	19,1D
5336А3-320 (ЯМЗ-6562.10)	6V	250	11,15	8M	25,9D
6303А5-320 (ЯМЗ-6582.10)	8V	330	14,86	8M	25,9D
631208-020-010 (ЯМЗ-511.10)	8V	400	14,86	9M	25,4D
437041-268 (Д-245.30E2)	4L	150	4,75	5M	18,4D
<b>УАЗ</b>					
390944 «Ф» (УМЗ-42130E)	4L	107	2,89	4M	15,2
390944 «Ф» (УМЗ-402130H)	4L	104	2,89	4M	15,0
<b>УРАЛ</b>					
4320-0911-40 (ЯМЗ-236HE2-24)	6V	230	11,15	5M	23,6D
43206-0031 (ЯМЗ-236M2)	6V	180	11,15	5M	25,5D

Таблица И.2 – Характеристики грузовых бортовых автомобилей зарубежных

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
<b>FORD</b>					
Cargo 1830DC (кран-манипулятор)	6L	300	7,33	9M	26,9D
Cargo 2532DC	6L	320	8,974	9M	21,7D
<b>HYUNDAI</b>					
HD 3844 HP/HD 120 (Hyundai HD-120)	6L	224	6,606	5M	21,1D
HD 65	4L	130	3,907	5M	14,4D
HD 72	4L	115	3,298	5M	16,4D
HD 57 3.3D	4L	115	3,298	6M	16,2D
HD 78DO	4L	140	3,907	5M	17,7D
Porter 2.5TD	4L	80	2,467	5M	9,7D
Porter H100 2.5TD	4L	80	2,467	5M	9,9D
<b>ISUZU</b>					
27958E	4L	121	4,570	5M	15,0D
NQR75P	4L	150	5,193	5M	18,2D
Isuzu 27961E	4L	95	2,771	5M	10,9D
<b>IVECO</b>					
Daily 35C12H 2.3D	4L	116	2,287	5M	11,5D

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы И.2

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
Daily 65 c15	4L	146	2,798	6M	13,9D
<b>MERCEDES</b>					
814D	6L	139	5,958	5M	18,1D
<b>RENAULT</b>					
Premium 450DXI	6L	450	10,837	12M	22,2D
Premium DCI 320	6L	320	11,116	8M	22,1D
<b>SCANIA</b>					
R420L B 6×2 HNA	6L	420	11,705	14M	19,6D
<b>AB</b>					
43432A (Hyundai HD 120)	6L	224	6,606	6M	20,3D
73A2BJ (ш. Foton BJ1099, кран-манипулятор)	4L	137	3,990	5M	17,5D
73B1BJ (ш. Foton)	4L	92	2,771	5M	14,0D
АБ-434310 (ш. Hyundai HD 65)	4L	140	3,907	5M	15,6D
<b>ATC</b>					
ATC-5715BK (MAN TGL 12.180)	4L	180	4,580	6M	18,9D
ATC-43431A (Hyundai HD 65)	4L	115	3,298	5M	14,8D

**Методические пояснения.** Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов нормативное значение расхода топлива рассчитывается по формуле (Ж.1) [3]:

$$Q_H = 0,01 \cdot (H_{san} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot D), \quad (\text{И.1})$$

$$H_{san} = H_s + H_g \cdot G_{пр} \quad (\text{И.2})$$

где  $Q_H$  – нормативный расход топлива, л;

$S$  – пробег автомобиля или автопоезда, км;

$H_{san}$  – норма расхода топлива на пробег автомобиля или автопоезда в снаряженном состоянии без груза;

$H_s$  – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля (тягача) в снаряженном состоянии, л/100 км ( $H_{san} = H_s$  для одиночного автомобиля, тягача);

$H_g$  – норма расхода топлива на дополнительную массу прицепа или полуприцепа, л/100 т·км;

$G_{пр}$  – собственная масса прицепа или полуприцепа, т;

$H_w$  – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 т·км ;

$W$  – объем транспортной работы, определяемый как произведение массы груза (в тоннах) на пробег с грузом (в километрах), т·км;

$D$  – поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, дополнительно к базовой норме, норма расхода топлива увеличивается (из расчета в литрах на каждую тонну груза на 100 км пробега) в зависимости от

## Приложения

вида используемого топлива: для бензина – до 2 л; дизельного топлива – до 1,3 л; сжиженного углеводородного газа – до 2,64 л; сжатого природного газа – до 2 куб. м; при газодизельном питании ориентировочно – до 1,2 куб. м природного газа и до 0,25 л – дизельного топлива [3].

При работе грузовых бортовых автомобилей, тягачей с прицепами и седельных тягачей с полуприцепами норма расхода топлива (л/100 км) на пробег автопоезда увеличивается (из расчета в литрах на каждую тонну собственной массы прицепов и полуприцепов) в зависимости от вида топлива: бензина – до 2 л; дизельного топлива – до 1,3 л; сжиженного газа – до 2,64 л; природного газа – до 2 куб. м; при газодизельном питании двигателя ориентировочно до 1,2 куб. м – природного газа и до 0,25 л – дизельного топлива [3].

**Таблица И.3 – Характеристики тягачей отечественных**

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
<b>КАМАЗ</b>					
54115-15 (КамАЗ-740.31)	8V	240	10,85	10M	24,6D
5460-036-63 (КамАЗ-740.63)	8V	400	11,76	8M	22,1D
65116 RB (Cummins L325)	6L	325	8,867	10M	22,5D
65116-20 (КамАЗ-740.30)	8V	260	10,85	10M	22,7D
65116-62 (КамАЗ-740.62)	8V	280	11,76	10M	23,9D
65225-22 (КамАЗ-740.37)	8V	381	11,76	16M	26,8D
65226 (Deutz BF8M1015C)	8V	544	15,9	16M	29,2D
<b>МАЗ</b>					
543203-2122 (ЯМЗ-236BE2)	6V	250	11,15	8M	23,9D
543203-220 (ЯМЗ-236BE2)	6V	250	11,15	8M	23,1D
543268 (MAN D2866LF25)	6L	410	11,967	16M	19,7D
5432A5-323 (ЯМЗ-6582.10)	8V	330	14,86	8M	24,8D
5432A3-322 (ЯМЗ-6562.10)	6V	250	11,15	8M	23,0D
5440A5-330-030 (ЯМЗ-6582.10)	8V	330	14,866	8M	21,2D
5440A8 (ЯМЗ-6581.10)	8V	400	14,866	16M	18,7D
5440A9 (ЯМЗ-650.10)	6L	412	11,12	16M	17,6D
6422A8-330 (ЯМЗ-6581.10)	8V	400	14,86	9M	21,8D
642508-233 (ЯМЗ-7511.10)	8V	400	14,86	9M	28,8D
Iveco-633913 (Iveco F3BE0681G)	6L	380	12,88	16M	25,8D
<b>УРАЛ</b>					
Iveco-633913 (Iveco F3BE0681G)	6L	380	12,88	16M	25,8D
Iveco-633913 (Iveco F3BE0681C)	6L	440	12,88	16M	23,8D
596002 (ЯМЗ-238M2-26)	8V	240	14,86	5M	25,3D
596012 (ЯМЗ-236HE2-24)	6V	230	11,15	5M	25,1D
44202-0311-41 (ЯМЗ-236HE2)	6V	230	11,15	5M	23,2D

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

**Таблица И.4 – Характеристики тягачей зарубежных**

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
<b>DAF</b>					
FT CF 85.410	6L	410	16M	16M	20,3D
<b>FORD</b>					
Otosan Cargo 1830T	6L	300	7,33	9M	20,2D
Otosan Cargo CCK1 1835T	6L	350	8,974	16M	20,3D
<b>HYUNDAI</b>					
Tractor HD-450	6L	340	11,149	10M	23,8D
<b>IVECO</b>					
AMT 633910	6L	380	12,880	16M	28,3D
<b>MAN</b>					
18.413 FLS	6L	410	11,967	16M	16,7D
TGA 18.390 4×2 BLS	6L	390	10,518	16M	17,1D
TGA 18.480 4×2 BLS	6L	480	12,816	16M	17,8D
TGA 26.410	6L	410	11,967	16M	17,8D
TGA 26.430 6×4 BBS	6L	430	10,518	16M	19,5D
TGA 19.390L	6L	390	10,518	16M	16,2D
TGA 19.390LX	6L	390	10,518	16M	15,9D
TGS 19.400 4×2 BLS-WW	6L	400	10,518	16M	18,5D
TGS 18.360 4×2 BLS	6L	360	10,518	12A	16,2D
TGX 18.360 4×2 BLS	6L	360	10,518	12A	15,9D
<b>MERCEDES-BENZ</b>					
4145K	8V	537	15,928	16M	34,9D
Actros 1841LS	6V	408	11,946	12M	17,5D
Actros 1841LS	6V	408	11,946	12A	18,1D
Actros 1844LS	6V	435	11,946	16M	17,1D
Actros 2641S	6V	408	11,946	16M	21,1D
Actros 3341AS	6V	408	11,946	16M	23,6D
Axor 1835LS	6V	354	11,947	9M	17,2D
Axor 1843LS	6L	428	11,947	9M	16,9D
<b>RENAULT</b>					
Magnum 480.19T	6L	480	11,929	12M	19,2D
Magnum AE440	6L	440	12,0	16M	17,7D
Premium 420 6×2	6L	412	11,12	16M	18,8D
<b>SCANIA</b>					
Griffin P340 LA4×2HNA	6L	340	10,64	9M	16,8D
Griffin P114GA4×2NA340	6L	340	10,64	9M	17,3D
P114GA4×2NA380	6L	380	10,64	9M	18,2D
P114GA6×4NZ 380	6L	380	10,64	8M	21,0D
P340LA4×2HA	6L	340	10,64	9M	18,8D
R380LA4×2HNA	6L	380	10,64	8M	17,6D
P420CA6×4RSZ	6L	420	11,705	9M	19,8D
R114GA4×2NA	6L	340	10,64	14M	16,8D

Продолжение таблицы И.4

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
R114GA4×2NA380	6L	380	10,64	14M	16,9D
R380LA4×2HNA	6L	380	10,64	14M	18,0D
R420CA6×6EHZ	6L	420	11,705	14M	20,8D
<b>VOLVO</b>					
FH 12.420 Truck 4×2	6L	400	12,78	12M	20,2D
FH 13.440 42T	6L	440	12,78	12M	19,0D
FH 13.520 6×4	6L	520	12,78	12M	22,9D
FH 13.460 Truck 4×2	6L	460	12,78	12M	18,4D
FH 13.480 6×2	6L	480	12,78	14M	18,6D
FM 9.380	6L	380	9,364	14M	16,7D
FM 13.400 Truck 6×4	6L	400	12,78	16M	20,5D
FM 13.400 Truck Tractor 4×2	6L	400	12,78	16M	18,2D
<b>FREIGHTIMER</b>					
Freightliner Century Conventional ST 120	6L	430	12,684	10M	23,6D
Freightliner Columbia CL120	6L	450	14,0	10M	24,4D
<b>KENWORTH</b>					
Kenworth T2000	6L	475	14,9	10M	22,7D
<b>TATRA</b>					
Tatra T815-290N3T	8V	408	12,667	14M	29,4D

Таблица И.5 – Характеристики самосвалов отечественных

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
<b>ЗИЛ-СААЗ</b>					
4545 (ЗМЗ-508.300)	8V	134	6,0	5M	40,1
454510 (Д-245.9ЕЗ)	4L	132	4,75	5M	23,9D
4546 (ЗИЛ-508.10)	8V	150	6,0	5M	39,3
<b>МАЗ</b>					
5551A2-323 (ЯМЗ-6563.10)	6V	230	11,15	5M	33,5D
6501A9-320-021 (ЯМЗ-650.10)	6L	412	11,12	16M	45,4D
<b>УРАЛ</b>					
55571 (ЯМЗ-236HE2)	6V	230	11,15	5M	43,8D
63685-10 (ЯМЗ-760.10)	6V	300	11,15	9M	43,0D
<b>КАМАЗ</b>					
43255 (Cummins EQB 180 20)	6L	180	5,88	5M	25,9D
43255A3 (Cummins 6ISBe210)	6L	210	6,692	5M	29,7D
45142-010-15 (КАЗ-740.31)	8V	240	10,85	10M	37,4D
65115 (ЯМЗ-238M2-6)	8V	240	14,86	5M	38,2D
65115-62 (КамАЗ-740.62)	8V	280	11,76	10M	39,7D

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы И.5

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
65115-62 (КамАЗ-740.62)	8V	280	11,76	9M	37,7D
65115 (КамАЗ-740.30)	8V	245	10,85	9M	36,8D
6520-06 (КамАЗ-740.50)	8V	360	11,76	16M	51,2D
6520-20 (КамАЗ-740.60)	8V	360	11,76	16M	45,3D
6522 (КамАЗ-740.51)	8V	320	11,76	16M	52,1D
6522 (КамАЗ-740.51)	8V	320	11,76	8M	44,3D
6551-12 (КамАЗ-740.62-280)	8V	280	11,76	10M	31,8D
<b>ГАЗ-САЗ</b>					
2505-10 (Д 245.7Е3)	4L	119	4,75	5M	20,5D
35071 (Д-245.Е3)	4L	119	4,75	5M	19,9D
35071 (Д-245.7Е2)	4L	122	4,75	5M	19,4D

**Таблица И.6 – Характеристики самосвалов зарубежных**

Модель, марка, модификация автомобиля	Число и расположение цилиндров	Мощность двигателя, л. с.	Рабочий объем, л	КПП	Базовая норма расхода топлива, л/100 км
<b>DONG FENG</b>					
DFL-3251A-1	6L	340	8,9	9M	51,0D
<b>FORD</b>					
65513-02	6L	300	7,33	16M	45,7D
Otosan Cargo 3430D	6L	300	7,33	16M	45,5D
<b>HYUNDAI</b>					
HD78 3.9D	4L	140	3,907	5M	19,0D
<b>IVECO</b>					
AMT 653900	6L	380	12,880	16M	52,4D
P380CB8×4EHZ	6L	380	11,705	9M	48,8D
<b>MAN</b>					
TGA 33.350 6×4 BB-WW	6L	350	10,518	16M	39,2D
F 2000 40.414 DFAK	6L	410	11,967	16M	52,3D
<b>MITSUBISHI</b>					
Fuso 8.2D	6L	210	8,201	6M	28,5D
<b>SCANIA</b>					
P380CB 6×4 EN Z	6L	380	10,64	9M	40,8D
P380CB6×4EHZ	6L	380	11,72	9M	46,5D
<b>VOLVO</b>					
FM 13.400 Truck 6×4	6L	400	12,78	9M	52,4D
FM 13.440 Truck 6×4	6L	440	12,78	9M	45,0D
<b>TATRA</b>					
T815-2AOSO1 6x6.2	8V	326	12,667	10M	49,7D

**Методические пояснения.** Для автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов нормативное значение расхода топлива рассчитывается по формуле (И.3) [3]:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_{sanc} \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot D) + H_z \cdot Z, \quad (\text{И.3})$$

$$H_{sanc} = H_s + H_w \cdot (G_{пр} + 0,5q) \quad (\text{И.4})$$

где  $Q_n$  – нормативный расход топлива, л;

$S$  – пробег автомобиля-самосвала или автопоезда, км;

$H_{sanc}$  – норма расхода топлива автомобиля-самосвала или самосвального автопоезда;

$H_s$  – транспортная норма с учетом транспортной работы (с коэффициентом загрузки 0,5), л/100 км;

$H_w$  – норма расхода топлива на транспортную работу автомобиля-самосвала (если при расчете  $H_s$  не учтен коэффициент 0,5) и на дополнительную массу самосвального прицепа или полуприцепа, л/100 т·км;

$G_{пр}$  – собственная масса самосвального прицепа, полуприцепа, т;

$q$  – грузоподъемность прицепа, полуприцепа (0,5 $q$  – с коэффициентом загрузки 0,5), т;

$H_z$  – дополнительная норма расхода топлива на каждую езду с грузом автомобиля-самосвала, автопоезда, л;

$Z$  – количество ездов с грузом за смену;

$D$  – поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

При работе автомобилей-самосвалов с самосвальными прицепами, полуприцепами (если для автомобиля рассчитывается базовая норма, как для седельного тягача) норма расхода топлива увеличивается на каждую тонну собственной массы прицепа, полуприцепа и половину его номинальной грузоподъемности (коэффициент загрузки равен 0,5): бензина – до 2 л; дизельного топлива – до 1,3 л; сжиженного газа – до 2,64 л; природного газа – до 2 куб. м [3].

Для автомобилей-самосвалов и автопоездов дополнительно устанавливается норма расхода топлива ( $H_z$ ) на каждую езду с грузом при маневрировании в местах погрузки и разгрузки [3]:

1) до 0,25 л жидкого топлива (до 0,33 л сжиженного нефтяного газа, до 0,25 куб. м природного газа) на единицу самосвального подвижного состава;

2) до 0,2 куб. м природного газа и 0,1 л дизельного топлива ориентировочно при газодизельном питании двигателя.

Для большегрузных автомобилей-самосвалов типа «БелАЗ» дополнительная норма расхода дизельного топлива на каждую езду с грузом устанавливается в размере до 1 л. В случаях работы автомобилей-самосвалов с коэффициентом полезной загрузки выше 0,5 допускается нормировать расход топлива также, как и для бортовых автомобилей [3].

**Таблица И.7 – Предельные значения зимних надбавок к нормам расхода топлива по субъектам Российской Федерации**

<b>Субъект Российской Федерации</b>	<b>Количество месяцев и срок действия зимних надбавок</b>	<b>Предельная величина зимних надбавок, не более %</b>
Амурская область	6 месяцев (с 01.XI по 30.IV)	15
Приморский край	5,5 месяцев (с 01.XI по 15.IV)	12
Хабаровский край (за исключением Охотского района)	5,5 месяцев (с 01.XI по 15.IV)	12
Охотский район Хабаровского края	6,5 месяцев (с 15.X по 30.IV)	18

**Нормы расхода топлива повышаются при следующих условиях [3]:**

1. Работа автотранспорта в зимнее время года в зависимости от климатических районов страны – от 5 до 20 %. Порядок применения, значения и сроки действия зимних надбавок представлены в таблице И.7.

2. При движении автомобилей с пониженной средней скоростью движения (при перевозке нестандартных, крупногабаритных, тяжеловесных, опасных грузов, грузов в стекле и иных подобных грузов, при движении в колоннах при сопровождении автомобилями прикрытия) в диапазоне 20–40 км/ч – до 15 %, со средней скоростью ниже 20 км/ч – до 35 %.

3. Работа автотранспорта на дорогах общего пользования (I, II и III категорий) в горной местности, включая города, поселки и пригородные зоны, при высоте над уровнем моря:

- 1) от 300 до 800 м – до 5 % (нижнегорье);
- 2) от 801 до 2 000 м – до 10 % (среднегорье);
- 3) от 2 001 до 3 000 м – до 15 % (высокогорье);
- 4) свыше 3 000 м – до 20 % (высокогорье).

4. Работа автотранспорта на дорогах общего пользования I, II и III категорий со сложным планом (вне пределов городов и пригородных зон), где в среднем на один километр пути имеется более пяти закруглений (поворотов) радиусом менее 40 м (или из расчета на 100 км пути – около 500) – до 10 %; на дорогах общего пользования IV и V категорий – до 30 %.

5. Для автомобилей, находящихся в эксплуатации более пяти лет или с общим пробегом более 100 тыс. км – до 5%; более восьми лет или с общим пробегом более 150 тыс. км – до 10 %.

6. При работе в карьерах (кроме специальных карьерных автомобилей), при движении по полю, при вывозке леса и т. д. на горизонтальных участках дорог IV и V категорий: для автомобилей в снаряженном состоянии без груза – до 20 %; для автомобилей с полной или частичной загрузкой – до 40 %.

7. При работе в чрезвычайных климатических и тяжелых дорожных условиях в период сезонной распутицы, снежных или песчаных заносов, при сильном снегопаде и гололедице, наводнениях, лесных пожарах и других стихийных бедствиях для дорог I, II и III категорий – до 35 %; для дорог IV и V категорий – до 50 %.

**ПРИЛОЖЕНИЕ К**  
**НОРМЫ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ**  
**И ЭНЕРГОЕМКОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ**

**Таблица К.1 – Нормы амортизационных отчислений на автомобиль**

**В процентах**

Машина	Амортизация	Отчисления на 1 000 км пробега	
		на реновацию	на капитальный ремонт
Автомобили грузоподъемностью:			
до 2 т	15	–	0,45
свыше 2 т	–	0,3	0,20
свыше 25 т	–	0,5	0,46
Прицепы и полуприцепы всех марок	–	0,45	0,13
Специальные автомобили, летучки, пожарные машины и др.	15,5	9,0	6,50

**Таблица К.2 – Энергоемкость автомобилей, приходящаяся на один км пробега**

Марка автомобиля	Масса, кг	Грузоподъемность, кг	Отчисления, %		Энергоемкость, МДж/км
			на амортизацию	на кап. ремонт	
ГАЗ-САЗ-53Б	3 750	3 500	0,3	0,2	2,2
ЗИЛ-ММЗ-4502, ЗИЛ-130	4 800	5 800	0,3	0,2	2,9
МАЗ-5335 (грузовой бортовой)	6 725	8 000	0,3	0,2	4,0
КамАЗ-5320 (бортовой)	7 080	8 000	0,3	0,2	4,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 1  
ФОРМИРОВАНИЕ ШЛЕЙФА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Мощность трактора, л/с	Таблица Д1 – Формирование шлейфа сельскохозяйственной техники		Глубокая обработка почвы		Посевные машины			
	Поверхностная обработка почвы	Производительность, га/ч	Производительность, га/ч	Чистый/плуг	Производительность, га/ч	Сейлка	Производительность, га/ч	Производительность, га/ч
50-100	Междурядный культиватор КМ-5,6	8	Навесной оборотный плуг	0,2	Сейлки GREAT PLAINS 1300, 1300F	4,6	Пневматическая редовая сейлка LEMKEN	3,6
	Навесной культиватор КПН-4	4,4,8	Опал SN100	0,2	Механическая редовая сейлка LEMKEN	3,2-4,3	Солпер 8300-DS	
	Прицепной культиватор КП-4	4-4,8	Навесной оборотный плуг	0,25	Механическая редовая сейлка LEMKEN	3,6	Сейлка пневматическая точного высева CHALLENGER 8106	5-8
	Кристалл 9/300	4,6-5,4	Навесной оборотный плуг	0,2-0,3	Сейлка зерновая		Сейлка точного высева HORSCH MAESTRO CC 6:70-75-80 CC	3,6
	Культиватор КПСТ (Н)-4	до 4,8	Лемкен Опал SN90	0,3-0,45	Сейлка зернотубовая Астра СЗ-5,4	4,9-6,5	Сейлка точного высева СПМ-8	4,5-6,2
	Навесной культиватор КУ-3	1,76-2,64	Лемкен Опал 6N90	0,34-1,48	Сейлка зернотубовая пресовая СЗП-3,6Б	3,2-4,3	Сейлка универсальная пневматическая Beta 8	2,5-5,0
	Культиватор междурядный навесной КРН-5,6	до 5,6	Навесной оборотный плуг	0,71-0,95	Сейлка зернотубовая нах СЗТ-3,6А	3,2-4,3		
	Агрегат комбинированный АК-3	3,0-3,6	Лемкен Ювель 8N90	0,98-1,26	Сейлка зернотубовая нах СЗТ-3,6А	4,9-6,5		
	Культиватор паровой прицепной КПС-6	до 1,8	Плуг отвалный навесной ПНВ-3	1-1,6	Сейлка зернотубовая нах СЗТ-5,4			
	БДН-1,5	до 2,4	ПН-4-35 ПЧ-2,5	до 1,25				

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы				Глубокая обработка почвы				Посевные машины			
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сезалка механическая	производительность, га/ч	сезалка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч				
100-190	Great plains 114amba	3,6	Навесной оборотный плуг	Навесная сезалка GREAT	5,5	Сезалка Horsch Pronto 3 DC	3,6					
	SLD 300	8	Бари Опал 7N100	0,8	PLAINS 1500	Сезалка Horsch Pronto 6 AS	7,2					
	Kuhn Cultimer 350	4-4,8	Навесной оборотный плуг	0,8-1,1	Сезалки GREAT PLAINS	Универсальная сезалка	9,6					
	Междурядный культиватор КМ-5,6	6-10	Бари Опал 8N90	0,2-0,3	2S-2600, 2S-2600F	ULTIMA 400						
	Прицепной культиватор КПП-4	8	Навесной оборотный плуг	0,3-0,45	Сезалки GREAT PLAINS	Посевной комплекс «Агро-Союз TURBOSEM 19-32»	7,5-11,2					
	Прицепной культиватор КПП-6	3,6	Бари Опал 8N90	0,45-0,6	3S-3000, 3S-3000F	Посевной комплекс	4-7,2					
	Horsch Tiger 3AS	5,7-7,2	Навесной оборотный плуг	0,84-1,49	Сезалки GREAT PLAINS	LEMKEN						
	Horsch Cruiser 5 XI	4,8	Бари Опал 6N90	1,2-1,6	3S-4000, 3S-4000F	Компакт-Солитер 9HD						
	Horsch Terrano 4 FX	6	Навесной оборотный плуг		Horsch Express 3 TD	Сезалка пневматическая точного высева CHALLENGER 8108 TSB	5-8					
	LEMKEN Кристалл 9/600 КА	6,4-9,6	Бари Опал 8N100									
	Культиватор КПС-8	7,9-8,02	Навесной оборотный плуг Ювель 8N90									
	Культиватор широкозахватный универсальный POLARIS 8	7,2	Плуг отгальный ПНВ-5,35 с предплужником									
	Культиватор ALLROUNDER	3,6										
	Культиватор Quadro 300	4,8										
Культиватор VARIO 400	5											
Культиватор КТС-8M	2,3											
Борона дисковая БДП-3												

Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК

Продолжение таблицы Д.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы		Глубокая обработка почвы		Посевные машины			
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	Мазьдиро Гаурандо Атиля 2,5-3,0 м	производительность, га/ч	сезонка механическая	производительность, га/ч	сезонка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч
190-220	Лешкен Нейдор 8/400	4,4	Мазьдиро Гаурандо Атиля 2,5-3,0 м	2-2,4	6 м, Амазоне, D9-60 Super 9 м, Амазоне, D9-9000 Super 12 м, Амазоне, навесная	4,7	Монозем пропашная сезонка 18×45 см	6,4
	Лешкен Нейдор 8/500	5,0	глубококорытный Кульн RPR 4830-4403 м	2,4	D9-120 Super 10,7 м, John Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,2	Матемасс пропашная сезонка 18×45 см	6,4
	Лешкен Рибш 9/300	3,2	глубококорытный Дони 707 3,5 м	2,7	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	8,5	Кульн Мэхима 1200 12×45 см	4,3
	Лешкен Рибш 9/500	5,4	глубококорытный Греголе Везсон Нейос DUV 36 T 3,0 м	2,4	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,2	пропашная сезонка ED 602 8×70 см	4,4
	5 м, дисковая борона Лешкен Рибш 9/350	3,7	глубококорытный Кейтс TDH 7300-21	2,4	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3000 SR 30 8×76 см	4,7
	3,5 м, дисковая борона Амазоне Сатос 4001	4,3	глубококорытный Кейтс TDH 7300-21	2,4	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1
	4,0 м, дисковая борона Кейтс TDH 7300-21	6,7	глубококорытный Кейтс TDH 7300-21	2,4	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1
	6,4 м, дисковая борона Кейтс 8200-28W TDH	6,2	глубококорытный Лешкен Ешудиа шип 10 м	1,5	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1
	8200-19 5,8 м	6,2	глубококорытный Лешкен Ешудиа шип 10 м	1,5	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1
	дисковая борона Кейтс 8200-36W TDH 8300-19 5,8 м	6,2	глубококорытный Лешкен Ешудиа шип 10 м	1,5	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1
	дисковая борона Кульн HR 404 4,0 м	4,3	Лешкен Ешудиа шип 10 м	1,5	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1
	дисковая борона Нотсч Локер 5СТ 5,0 м	5,4	Лешкен Ешудиа шип 10 м	1,5	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1
дисковая борона Нотсч Локер 5RT 5,0 м	5,4	Лешкен Ешудиа шип 10 м	1,5	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1	
дисковая борона Кветланд Визио 200 3,8 м, дисковая борона	4,1	Лешкен Ешудиа шип 10 м	1,2	Deere, 455 9,15 м, John Deere, 456 9,1 м, Great Plains, 3S-3000	7,0	пропашная сезонка Kinze 3600 12R 30 12×76 см	7,1	

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сеялка механическая	производительность, га/ч	сеялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
190-220	Газардо HR пропашной	6,5	плуг оборотный Lemken VariOral8	1,2		Amazon- Werke Citan 9000 9,0 м	7,1		
	культиватор 18 рядков		плуг оборотный Lemken Juwel8			зерновая дисковая Amazon- Werke Citan 8000 8,0 м			
	культиваторы: Lemken Smaragd 9/400	4,2	плуг оборотный Kuhn ManagerС-6-	1,5		зерновая дисковая Lemken Kompakt-Solitar 9/300 3,0 м	6,3		
	Lemken Karat 9/350	3,6	корпусной плуг оборотный Kuhn Multi-	1,8		зерновая дисковая Vaderstad-Verken RDA400С, 4 м	2,3		
	Horsch Terrano 6FG	6,2	Master123NSH плуг оборотный Kuhn Vari-	1,5		зерновая дисковая Vaderstad-Verken Spirit ST 400S	3,1		
	Kverneland CLM 6,0	6,2	оборотный ManagerNSH плуг оборотный Gregoire Besson SPB9	1,8		зерновая дисковая Amazon- Werke Citrus 4001	3,1		
	Kuhn LANDSMAN Amazone- Werke комбинированные агрегаты: Vaderstad-Verken Carrier CR500 5,0 м Vaderstad-Verken Carrier CRX 425 4,0 м Vaderstad-Verken TopDown 300 3,0 м Lemken Kompaktor 500 5,0 м Lemken Korund 750 7,5 м	7,0 3,2	плуг оборотный Kverneland LM плуг оборотный Kverneland PN100 5-6 корпусов	2,1		зерновая дисковая Horsch Pronto 4DC зерновая дисковая Horsch Sprinter 4ST зерновая анкерная Kuhn NTD 5200NT-15 4,5м	3,1 3,1 3,1 3,1		
	Amazon- Werke Centaur 3000 3,0 м культиваторы: Unia ARES, 5 м Unia AILAS, 6 м Unia Viking CH, 6,8 м Unia XXL 5,0x660 дисковая борона: БДТ-7	8,0 3,2 5,4 6,2 7,2 5,4 7,6	плуг оборотный Kverneland RN100 5-6 корпусов плуг оборотный Kverneland EM плуг оборотный Vogel&Noot XMS 5-6 корпусов плуг оборотный Unia XXLS 4+1	1,8		зерновая дисковая Kuhn SPEEDLINER (FASTLINER) С 3000 3,0 м зерновая дисковая Gherardi G240 7 м зерновая дисковая	3,5 3,5 2,4 5,6		

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

**Продолжение таблицы Д.1**

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы		Глубокая обработка почвы		Посевные машины			
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сезонная механическая	производительность, га/ч	сезонная пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч
220-270	дисковые бороны: 5 м, Amazone Satros 5001-2 4 м, Amazone Regratts 4000	5,4	3 м, Amazone, универс. комбинир. агрегат полунавесной, Centaur 3001	3,1	9,1 м, Great Plains, минид, 3S-3000 HDF 7,2 м, БДМ- Агро,	7,0	пропашные сезонки: Maschio Gazardo Maestrà 12-18 ризокс	6,3
	SALFORD 450-21 С 6,4 м, SALFORD 499-21 S 6,55 м SALFORD 870-216*	4,3 6,8 6,8	4 м, Amazone, роторный культиватор навесной, KE-4000 2,85 м, глубокорыхлитель 9707 CTS	3,1	Агро, стерневая, СПП 9 м, Amazone, D9-9000 Super 6 м, Amazone, D9-60 Super	5,5 7,2 4,7	Maschio Gazardo Metto 16 ризокс Калин Машина 18×70 см Амазонел- Werke EDX 6000 12×70 см	6,0 10,0
	SALFORD, турбо- культиватор, RTS 22' ХТ, 3,6 м БДМ-Агро, дискагор, БДМ-3,6×4П, 4,0 м	7,0 7,2	4,57 м пеленгаль навесной, 9206 4,5 м плуг чизельный	2,3 3,7	12 м, Amazone, навесная, D9- 120 Super 10,7 м, John Deere, 455	9,5 8,5	Кинза 3600 16R30 16×76 см Ghegardi серия G500 модель	6,6 9,5
	БДМ-3,6×4П, 4,0 м культиваторы: БДК-4,0, 7,4 м БДК-7,4 6,0 м КРГ-6,0 8 м КР-8К 4 м	3,8 4,3 7,9 6,4 8,6	навесной, ПЧН-4,5 1,75 м плуг навесной, ПН-5-35 3 м, Lemken, оборотный плуг навесной	3,6 1,4	12 м, Amazone, навесная, D9- 120 Super 11 м, Kгаусе, 5200F 6,1 м, Клаусе, стерневая, 5200NT	9,5 8,7 4,7	G500 модель Ghegardi серия G300 модель G312 пропашная двухрядковая 12×70см	8,7 6,6
	борона дисковая полунавесная, БДП-4 8,1 м культиватор- растениепитатель КРШ-8,1Г 3,9 м культиватор тазовый КТ-3,9Г, 4,5 м борона дисковая	4,3 8,6 4,2 4,8	ВариОплаг 8 Unit XXI S 4+1, плуг оборотный 5 корпусов 3 м, Amazone, универс. агрегат полунавесной, Centaur 3001 Special	2,4 1,5 3,1	12 м, Great Plains, минид, 3S-4000	9,5	John Deere 1745 John Deere DB 37 16×70 Gazardo MT 12×70 Vaderstad-Velken Tempo 8×70	9,0 9,0 9,0 5,6 4,4

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сеялка механическая	производительность, га/ч	сеялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
220-270	5 м, Lemken, навесной дисковый культиватор, Смагд 9, 500К(КА) Unia ARES	5,4	5 м, Amazone, роторный культиватор навесной, KG-503-2	2,7	сеялка зерновая	6,3	зерновые сеялки: 8 м, Amazone, полунавесная, Citan 8000	6,3	
	6 м, культиватор Unia ATLAS	6,4	4,5 м, БДМ-Агро, плуг чизельный	3,5	сеялка зерновая	4,6	6 м, Amazone, полунавесная, DMC 602		
	8 м, культиватор Unia Viking CH	8,6	навесной, ПЧН-4.5	2,2	сеялка зерновая	3,1	Vaderstad-Derken RDA400C-4m,		
	дисковая борона	6,2	2,75 м, Lemken, оборотный плуг навесной,	3,1	сеялка зерновая	4,7	дисковая зерновая		
	6 м, Amazone, навесная дисковая борона, Сагос 6001-2	6,4	3,85 м, Lemken, бор. плуг полун., Евро(Вари)Диала нг 10, 6+1 корп. 3,56 м, Salford, плуг, 8207	2,8	сеялка зерновая	8,7	дисковая зерновая		
	5,5 м, Amazone, дисковая борона, Сагос-5500	5,6			сеялка зерновая	3,1	дисковая зерновая		
	4,0 м, БДМ-Агро, дискатор, БДМ-4×4П	3,7			сеялка зерновая	3,1	дисковая зерновая		
	9,91 м, Krause, культиватор, 5635-32	4,3			сеялка зерновая	8,7	дисковая зерновая		
	6,1 м, Krause, дисковая борона, 7400-21	10,0			сеялка зерновая	3,1	дисковая зерновая		
	7,8 м, Sunflower, дисковая борона	6,5			сеялка зерновая	8,7	дисковая зерновая		
	5,5 м, борона дисковая, БДМ-5,5Б-04	8,4			сеялка зерновая	3,1	дисковая зерновая		
	4,0 м, борона дисковая, БДК-4.0	7,7			сеялка зерновая	8,7	дисковая зерновая		
7,2 м, почвообрабатывающий агрегат дисковый, АПД 7.2	10,5			сеялка зерновая	3,1	дисковая зерновая			
10 м, лущильник, ЛД-10АМ				сеялка зерновая	8,7	дисковая зерновая			

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы Д.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы	Производительность, га/ч	Глубокая обработка почвы		Посевные машины			
			Чизель/плуг	Производительность, га/ч	сезонная механическая	Производительность, га/ч	сезонная (пропашная/зерновая)	Производительность, га/ч
270-320	10 м, культиватор VERSA TPE C500	8	4 м, универс. кобойнир. агрегат полунавесной, Centaur 4002	4,3	11 м, Краузе, S200F	8,7	9,2 м, сезонная пневматическая VERSA TPE C500/AC 315	7,4
	7 м, дисковая борова VERSA TPE TD600	5,6	5 м, роторный культиватор навесной, КС-503-2	2,7	12 м, Амазоне, навесная, D9-120 Super	9,5	8,5 м, сезонная пневматическая VERSA TPE DN730/AC 315	6,8
	6 м, Амазоне, навесная дисковая борова, Satos 6001-2	6,4	4,5 м, БДМ-Агро, плуг чизельный, ПЧ-4.5П	3,5	12 м, Great Plains, минид, 3S-4000	9,5	бр, Kinze, пропашная, 3600	3,2
	5,5 м, Амазоне, дисковая борова, Satos-5500	5,6	3,8 м, Краузе, линейный рыхлитель, 4830-530R	3,0			Швагиді серия G500 модель G524 пропашная монодисковая 24x70см	13,0
	5 м, Амазоне, навесной дисковый культиватор, Regatus 5000K	5,4	3 м, плуг-рыхлитель навесной, ПРБ-3	2,4			Швагиді серия G224 пропашная монодисковая 24x70см	13,0
	7,2 м, БДМ-Агро, дисктор, БДМ-7x2П	7,7	3,66 м, Salford, плугорыхлитель, 9809 DRD	2,8				
	4 м, БДМ-Агро, дисктор, БДМ-4x4П	4,3	4,06 м, Salford, плуг, S208					
	4 м, БДМ-Агро, дисктор, БДМ-4x4П	4,3	9,91 м, Краузе, культиватор, 5635-32	10,6				
	6,1 м, Краузе, дисковая борова, 7400-21	6,5	плугорыхлитель-шпегерез, ПШ-4M	3,1				
	7,8 м, Symbiotec, дисковая борова, 1435-26	8,4	3,15 м, плуг навесной, ПЛН-9-35	3,0				
4 м, борова дисковая навесная, БДТМ-4Н	4,3	4,4 м, Lemken, обор. плуг полунавесной, Евро						
5,5 м, борова дисковая навесная, БДТМ-5.5Б	5,6	(Вари) Дилант 10, 7+1 корп.	2,5					

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сеялка механическая	производительность, га/ч	сеялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
270-320	15 м, Dageblan, борона пружинная, Strawmaster 870	20,0					зерновые сеялки: 12 м, Amazone, полунавесная, Citan 12000 9 м, Amazone, полунавесная, DMC 902 12,2 м, Mopis, дисковая сеялка, XPRESS 12 м, Lemken, сеялка дисковая, Солгер 12 John Deere, посевной комплекс 1890	9,5	
	15 м, борона пружинная, БСП-21	20,0							
	6 м, культиватор стержневой навесной, КСУ-6М	6,4							
	4,3 м, борона дисковая прицепная-навесная, БДП-4М «У»	4,5							
	18 м, культиватор, КШУ-18	24,0							
	6 м, Lemken, борона дисковая								
	полунавесная, Гелиодор, 600К(КА)	6,4							
	8 м, Lemken, комбинированное орудие предпос. полт., Компактор, Гигант, 10/800	8,5							
	5 м, Lemken, борона дисковая								
	полунавесная, Рублин, 500 КУ(КУА)	5,4							
5 м, Lemken, навесной дисковый культиватор, Смагал 9, 500К(КА)	5,4								
7,2 м, почвообраб. агрегат, АПК 7.2	7,6								
10 м, лущильник, ЛДГ-10АМ	10,5								

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы Д.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы		Глубокая обработка почвы		Посевные машины								
	культиватор, дисковая борона, ружьижная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сезонная механическая	производительность, га/ч	сезонная пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч					
320-375	16 м, культиватор ротационный, КР-16К	17,1	5 м, Амаzone, универс. комбинир. агрегат	3,4			Ghaigdi G600 11,5 м, посевной комплекс, зерновая дисковая (монокисс) John Deere, посевной комплекс 1890 9,1 м John Deere, посевной комплекс 730LL, 8,7 м зерновые сеялки: 12 м, Амаzone, полупневная, Stihl 12000 9 м, Амаzone, полупневная, DMS 902 6 м, Амаzone, полупневная, Citus 6001 6 м, North Ponto DC6 10,7 м, Great Plan, стержневая, 3510 NTA	9,2					
	14,5 м, культиватор широкозахватный модульный, КШМ-14,5	15,4	5,3 м, Клаuse, линейный расклинтель, 4830-730R						5,4				
	11 м, борона дисковая, БД-10Б	11,5	6 м, БДМ-Агро, плуг чизельный, ПЧ-6ПК						4,1				
	7,5 м, Salford, борона дисковая, 870	8,0	4,2 м, плуг чизельный						4,7				
	18 м, Deelman, борона ружьижная, Stralman 870	24,0	навесной, ПЧ-4,2						3,4				
	15 м, борона ружьижная, БСП-21	20,0	4 м, комбинированный агрегат, АК-4,0 ЧК						3,2				
	6 м, культиватор стержневой навесной, КСУ-6М	6,4	3,2 м, плуг навесной универс., ПНУ-8-40П						2,6				
	4,3 м, борона дисковая прицепная, БДП-4М	4,6	4,27 м, Salford, плугбокорытчатый, 9811 DRD						3,3				
	18 м, культиватор, КШУ-18	24,0	4,57 м, Salford, плуг, S209, 5+4						3,4				
	8 м, Lemken, борона дисковая, Гешодор, Гигант, 10/800	8,5	корп. 4,5 м, Lemken, обор. плуг, Евро(Вэри) Тиган						3,6				
	Гигант, 10/800	8,5											

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сеялка механическая	производительность, га/ч	сеялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
320-375	6 м, Lemken, борона дисковая полунавесная, Рубин, 600 KU (KUA)	6,4				12,2 м, Great Plains, 4000 STA	9,6		
	6 м, Lemken, навесной дисковый культиватор, Смазак 9, 600K (KA)	6,4				9,8 м, Horsch-Агро-Союз, стержневая, ATD	7,7		
	5 м, Lemken, навесной дисковый культиватор, Караг 9, 500K (KA)	5,4				9,91 м, Mottis, сеялка-культиватор, Concept 2000	7,8		
	почвообрабатывающий агрегат, АПК 9.2	9,8				12,2 м, Mottis, дисковая, XPRESS	9,6		
	15 м, лущильник, ЛДГ-15АМ	15,5				10,36 м, Mottis, культиваторного типа, Maxim II	8,1		
	8,66 м, Krause, универсальная дисковая борона, 8200-28W	9,3				14,3 м, Mottis, стержневая, Contour Drill	11,3		
	12,04 м, Krause, культиватор, 5635-39	12,7				9,1 м, Salford, стержневая дисковая, 520-30	7,2		
	8,66 м, дисковая борона, 8200-28	9,3				9,7 м, посевной комплекс, Кузбасс, ПК-9,7	7,6		
	7,2 м, БДМ-Агро, дискатор, БДМ-7х2П	7,7				12 м, Lemken, сеялка дисковая, Солгер 12	9,5		
	4 м, БДМ-Агро, дискатор навесной, БДМ-4х4	4,3				Gherardi G600			
	4 м, БДМ-Агро, дискатор, БДМ-4х4П	4,3							

Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК

Продолжение таблицы Д.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы		Глубокая обработка почвы		Посевные машины												
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сезонная механизация	производительность, га/ч	сезонная пнеυμαтическая (пропашная/зерновоз)	производительность, га/ч									
320-375	16 м, культиватор рогапониный, КР-16К	17,1					13,75 м, посевной комплекс, зерновоз										
	14,5 м, культиватор модульный, КШМ-14,5	15,4															
	11 м, борона дисковая, БД-10Б	11,6															
	8 м, Saibord, борона дисковая, 870	8,5															
	18 м, Deelman, борона пружинная, Stalmaster 870	24,0						6,8									
	4,3 м, борона дисковая прицепная-навесная, БШ-4М	4,5						7,1									
	18 м, культиватор, КШУ-18	24,0															
	8 м, Lemken, борона дисковая, Геподор, Гигант, 10/800	8,5															
	10 м, Lemken, комбинированное орудие предпос. подл., Компактор, Гигант, 10/1000	10,5															
	6 м, Lemken, полунавесной дисковый культиватор, Карат 9, 600 КА	6,4															
15 м, лущильник, ДДП-15АН	16,0																

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сеялка механическая	производительность, га/ч	сеялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
375-425	14 м, культиватор VERSATILE C500	11,2	5 м, Amazone, универс. комбинир. агрегат			12,2 м сеялка пневматическая VERSATILE C500/AC 315	9,8		
	9,7 м, дисковая борона RSM DX-850/970	7,8	полунавесной, Centaur 5001	5,4		12 м, сеялка пневматическая VERSATILE DH730/AC 315	9,6		
	10,8 м, дисковая борона RSM DX-850/1080	8,6	6 м, Amazone, универс. комбинир. агрегат			зерновые сеялки: 10,7 м, Great Plains, стержневая, 3510 NTA	8,4		
	7,5 м, Amazone, дисковая борона, Satros-7500	7,7	3,8 м, Krause, глубокорыхлитель, TL3000-5R	6,2		12,2 м, Great Plains, 4000 STA	9,6		
	9 м, Amazone, дисковый культиватор, Regatus SG 9000	9,5	5,3 м, Krause, линейный рыхлитель, 4830-730R	3,0		7,2 м, БДМ-Агро, стержневая, СШ-7,2 сцепка из 2-х 9,8 м, Horsch-Агро-Союз, стержневая, АТД 9.35	8,4		
	8,66 м, Krause, универсальная дисковая борона, 8200-28W	9,1	4,5 м, Krause, агрегат	4,1		12,2 м, Mottis, сеялка-культиватор, Concert 2000	9,6		
	9,55 м, универсальная дисковая борона, 8200-31W	9,9	агрегат комбинированной обработки, Dominator 4850-15			10,4 м, Mottis, стержневая	9,6		
	10,97 м, Krause, 3-рядная пружинная борона каток, Landman TL 6200-36	11,3	плуг чизельный, ПЧ-6ПК	3,4		дисковая, Never Pin	9,6		
	12,04 м, Krause, культиватор, 5635-39	12,5	5,4 м, плуг чизельный	4,7		12,2 м, Mottis, культиваторного типа, Maxim II	8,3		
	12,95 м, Krause, культиватор, 5630-42	13,4	навесной, ПЧ-5,4	4,2					
	6 м, БДМ-Агро, дискатор, БДМ-6х4П	6,4	4 м, комб. агрегат, АК-4.0 ЧК	3,1					
	6 м, дискатор секционный, БДМ-6х4ПК	6,4	5,03 м, Salford, глубокорыхлитель, 9813 DRD	4,0					

Продолжение таблицы Д.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы		Глубокая обработка почвы		Посевные машины			
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	плуг/плуг	производительность, га/ч	сезонная механизация	производительность, га/ч	сезонная (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч
375-425	11,7 м, Ногсб-Агро-Сюз, культиватор, FG 12.30	12,4	5,3 м, Salford, плуг/борона/рыхлитель, 9713 CTS	4,1			14,3 м, Ногсб, стержневая с валом	
	10,92 м, Spillover, дисковая борона, 1435-36	11,3	5,08 м, Salford, плуг, 8210, 3+3 корп	4,0			сошниковый Conboy Drill	9,6
	6 м, дисковая борона, БДМ-6×4ПС	6,4	4,5 м, Килл, оборотный плуг, Challenger OL-Tr, 10 корп.	3,5			12,2 м, Salford, селтка-культиватор, 4050	11,3
	9 м, борона дисковая, БДК-9	9,5	5 м, Lemken, обор. плуг полун., Евро(Вари)Титан 10, 6/3+1 корп.	3,9			12,2 м, Salford, стержневая дисковая, 520-40	9,6
	10,0 м, культиватор ротационный, КРР-10.0	10,4	6 м, Amazone, универс. комбинир. агрегат полунавесной, Sentinel 6001	6,2			12,2 м, посевной комплекс, Кузбасс, ПК-12,2	9,6
	8 м, борона дисковая, БДМ-8А	8,4	4,5 м, Клаусе, агрегат комбинированной обработки, Доминатор 4850-15	3,4			12 м, Lemken, селтка дисковая, Солпер 12	
	9,4 м, борона дисковая, БДТ-9.4	9,7	5,3 м, Клаусе, линейный рыхлитель, 4830-730R	4,1			John Deere, посевной комплекс 730LL, 8,7 м, John Deere, посевной комплекс 1890	8,7
	12,5 м, Salford, дисковый турбо-культиватор, RTS 41'	13,5	5,4 м, плуг члительный навесной, ПЧП-5,4	4,2				
	9,7 м, Salford, борона дисковая, 870	10,2	5,03 м, Salford, плуг/борона/рыхлитель, 9813 DRD	4,0				
	21 м, Deelman, борона пружинная, Scalpmaster 870	28,0						
21 м, борона пружинная, ВСП-21	28,0							
5,6 м, борона дисковая, БД-6×4	6,0							
10 м, Lemken, борона дисковая, Геплодор, Гигант, 10/1000	10,4							

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	саялка механическая	производительность, га/ч	саялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
375-425	10 м, Lemken, дисковый культиватор, Смагач 9, Гланг 10/1000	10,4	5,3 м, Salford, глубокорыхлитель, 9713 CTS	4,1					
	6 м, Lemken, полуживесной дисковый культиватор, Караг 9, 600 КА	6,4	5,6 м, Salford, плуг, 8211, 6+5 корп.	4,4					
	10,8 м, почвообрабатывающий агрегат дисковый, АПД 10.8		4,5 м, Куба, оборотный плуг, Challenger OL-Tr, 10 корп.	3,6					
	15,6 м, культиватор VERSATILE C600	11,5	5 м, Lemken, обор. плуг полун., Евро(Вари)Титан	3,9					
	10,8 м, дисковая борона RSM DX-850/1080	8,6	10, 6/ 3+1 корп.						
	7,5 м, Amazone, дисковая борона, Сапос-7500	7,7							
	9,55 м, Краусе, универсальная дисковая борона, 8200-31W	9,9							
	12,95 м, Краусе, культиватор, 5630-42	13,5							
	14,17 м, Краусе, культиватор, 5635-46	15,0							
	6 м, дискатор секционный, БДМ-6×4ПК	6,4							
	11,7 м, культиватор, FG 12.30	12,4							

Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК

Продолжение таблицы Д.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы		Глубокая обработка почвы		Посевные машины			
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сезлка механическая	производительность, га/ч	сезлка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч
425-460	18,3 м, культиватор VERSA TPE 6600	14,6	5,3 м, Клаусе, глубокорыхлитель, TL3000-TR	4,1			13,8 м, сезлка пневматическая VERSA TPE C500/AC315	11
	12 м, дисковая борона VERSA TPE TD600F	9,6	5,5 м, Клаусе, агрегат				12,8 м, сезлка пневматическая VERSA TPE ML930/AC315	10,2
	12 м, Amazone, дисковая борона, Сатоз 12000	12,5	кобинированной обработки, Доминатор 4850-18	4,3			зерновые сезлки: 10,7 м, Great Plains, стержневая, 3510 NTA	8,4
	10,41 м, Клаусе, универсальная дисковая борона, 8200-34W	11,0	глубокорыхлитель, 9815 DRD	4,5			12,2 м, Great Plains, 4000 СТА	9,6
	12,8 м, Клаусе, 3-х рядная пружинная борона и прик. каюк, Landman TL 6200-42	13,5	6,1 м, Salford, плуг, 8212, 6+6 корп.	4,8			11,9 м, Ногсч-Агро-Союз, стержневая, АТД-11,35	9,4
	15,39 м, Клаусе, культиватор, 5635-50 8 м, БДМ-Агро, дискатор секционный, БДМ-8×4П	16,4	4,95 м, Килм, оборотный плуг, Challenger OL-Tr, 11 корп.	4,0			15,39 м, Моптс, сезлка-культиватор, Соперт 2000	12,2
	18,3 м, Ногсч-Агро-Союз, культиватор, FG-18.30	19,5					12,2 м, Моптс, стержневая дисковая, Never Pin	9,6
	13,8 м, Sunflower, дисковая борона, 1544-45	14,6					15,24 м, Моптс, культиваторного типа, Maxim II	12,1
	8 м, борона дисковая, БДТМ-8А	8,4					14,3 м, стержневая с везел.	
	12,0 м, культиватор ротационный, КРГ-12.0	12,4					сошниками, Conlong Drill	11,1
10,7 м, Salford, борона дисковая, 870	11,3							

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сеялка механическая	производительность, га/ч	сеялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
425-460	25 м, Degelman, борона пружинная, Strawmaster 870	33,0					12,2 м, Salford, сеялка-культиватор, 4050		
	8,1 м, Агро(Кемерово), борона дисковая, БД-8×4	8,6					John Deere, полевой комплекс 730LL	9,6	
	12 м, Lemken, борона дисковая, Г елнор, Гигант, 10/1200	12,4					12,2 м, Salford, стержневая дисковая, 520-40	9,4	
	12 м, Lemken, комбинированное орудие предпос. подг., Компактор, Гигант, 12/1200	12,4					12 м, Lemken, сеялка дисковая с боронной, Янтарь Gherardi G282	13,6	
	10 м, Lemken, борона дисковая, Рубин, Гигант, 12S/1000	10,5					17,2 м, зерновая дисковая		
	10 м, Lemken, дисковый культиватор, Смагид 9, Гигант 10/1000	10,5					John Deere, полевой комплекс 1890	9,6	
	12,4 м, почвообрабатывающий агрегат, АПК 12.4	12,6							

*Практическое применение справочного материала  
при обосновании использования средств механизации в АПК*

Продолжение таблицы Д.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы		Глубокая обработка почвы		Посевные машины			
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	селекционная механическая	производительность, га/ч	селекционная пневматическая (пропашная/зерновоз)	производительность, га/ч
460-525	10,87 м, Клаусе, универсальная дисковая борона, 8200-36W	11,3	5,3 м, Клаусе, гребенчатый плуг, TL3000-7R	4,1			17,22 м, Моттис, селекционная пневматическая (пропашная/зерновоз)	13,6
	12,8 м, Клаусе, 3-х рядная пружинная борона и культиватор		5,5 м, Клаусе, агрегат				культиватор, Сонсерт 2000	
	прикатывающий каток, Landman TL 6200-42	13,5	кобинированной обработки, Дошпатор 4850-18	4,2			12,2 м, Моттис, стержневая дисковая, Newer Rip	9,6
	15,39 м, Клаусе, культиватор, 5635-50	16,4	7,2 м, БДМ-Агро, плуг чизельный, ПЧ-ЛПК	5,6			15,24 м, Моттис, культиваторного типа, Мэхин II	12,0
	18,3 м, Нотсх-Агро-Союз, культиватор, FG 18.30	19,4	6,7 м, Салфорд, гребенчатый плуг, 9817 DRD	5,2			18,59 м, Моттис, стержневая с незаз.	
	13,8 м, Шпйловег, дисковая борона, 1544-45	14,5	6,6 м, Салфорд, плуг, 8213, 6+7 корп.	5,3			сошниками, Солтор Дрил	14,7
	8,1 м, борона дисковая, БД-8x4	8,7	5,4 м, Килл, оборотный плуг, Challenger OL-T1, 12 корп.	4,2			15,86 м, Салфорд, селекционная культиватор, 5266	12,5
	12 м, Лемкен, борона дисковая, Гешнодор, Гигант, 10/1200	12,4					12 м, Лемкен, селекционная дисковая с бороной, Дитгарь	9,4
	12 м, Лемкен, дисковый культиватор, Сларга 9, Гигант 12/1200	12,4					12,2 м, Юли Девег, посевной комбайн 1890	9,6
	16,4 м, почвообрабатывающий агрегат, АПК 16.4	17,4						

Продолжение таблицы Л.1

Мощность трактора, л/с	Поверхностная обработка почвы			Глубокая обработка почвы			Посевные машины		
	культиватор, дисковая борона, пружинная борона	производительность, га/ч	чизель/плуг	производительность, га/ч	сеялка механическая	производительность, га/ч	сеялка пневматическая (пропашная/зерновая)	производительность, га/ч	
52,5-570	18,3 м, культиватор VERSATILE C600	14,6	5,8 м, Краусе, глубокорыхлитель, TL3000	4,5		18,3 м, сеялка пневматическая VERSATILE C600/AC400	14,6		
	12,2 м, дисковая борона VERSATILE TD600F	9,8	6,4 м, Краусе, агрегат			18,9 м, сеялка пневматическая VERSATILE ML930/AC400			
	10,87 м, Краусе, прицепная универсальная дисковая борона, 8200-36W	11,3	комбинированной обработки, Dominator 4850-21	5,5		зерновые сеялки: 18,2 м, Horsch-Агро-Союз, стержневая, АТD-18.35	15,1		
	18,3 м, Horsch-Агро-Союз, культиватор, FG-18.30	19,5	7,2 м, БДМ-Агро, плуг чизельный, ПЧ-7ПК	5,7		17,22 м, Morris, сеялка-культиватор, Concept 2000	14,3		
	8,1 м, Агро(Кемерово), борона дисковая, БД-8x4	8,5	7 м, плуг чизельный, ПЧП-7	5,5		18,9 м, Salford, сеялка-культиватор, 6278	13,6		
	12 м, Lemken, комбинированное орудие предпос. подг., Компактор, Гигант, 12/1200	12,4	6,7 м, Salford, глубокорыхлитель, 9817 DRD	5,3		18,9 м, Salford, сеялка-культиватор, 6278	15,0		
	12 м, Lemken, борона дисковая, Рубин, Гигант, 12S/1200	12,4	7,1 м, Salford, плуг, 8214, 6+8 корп.	5,7		12 м, Lemken, сеялка-культиватор, 6278	15,0		
	12 м, Lemken, дисковый культиватор, Смазгад 9, Гигант 12/1200	12,4	5,85 м, Kuhn, оборотный плуг, Challenger OL-T, 13 корп.	4,6		сеялка дисковая с боровой, Янтарь 12	9,4		
						13,4 м John Deere, посевной комплекс 730LL	10,0		

*Учебное издание*

*Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор*  
*Кривуца Зоя Федоровна, доктор технических наук, доцент*  
*Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент*  
*Поликутина Елена Сергеевна, кандидат технических наук*

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ  
СПРАВОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ОБОСНОВАНИИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В АПК**

Учебное пособие

Подписано в печать 05.06.2023 г.  
Формат 60x90/16. Уч.-изд. л – 2,85. Усл. печ. л. – 6,96.  
Тираж по требованию. Заказ 29.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии  
Дальневосточного государственного  
аграрного университета  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

